

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE BLIDA 1



Faculté des Sciences de la nature et de la vie



Laboratoire de Biotechnologie des
Productions Végétales

Département de biotechnologie et agroécologie

Mémoire de fin d'études

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème

Profil phytochimique et étude des activités biologiques d'*Atriplex halimus* L.

Présenté par :

- Ahmadouche Rihab
- Benammar Marya Ferial

Devant le jury composé de :

ZOUAOUI A.	MCA	Université Blida 1	Président
BENZAHERA S.	MCB	Université Blida 1	Examinatrice
CHAOUIA C.	Professeur	Université Blida 1	Promotrice
CASASNI L.	Docteur	Université Blida 1	Co-Promotrice

Année universitaire : 2021-2022

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE BLIDA 1



Faculté des Sciences de la nature et de la vie



Laboratoire de Biotechnologie des
Productions Végétales

Département de biotechnologie et d'agroécologie

Mémoire de fin d'études

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Académique

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème

Profil phytochimique et étude des activités biologique d'*Atriplex halimus* L.

Présenté par :

- **Ahmadouche Rihab**
- **Benammar Marya Ferial**

Devant le jury composé de :

Zouaoui A.	MCA	Université Blida 1	Président
Benzahra S.	MCB	Université Blida 1	Examinatrice
Chaouia C.	Professeur	Université Blida 1	Promotrice
Casani L.	Docteur	Université Blida 1	Co-Promotrice

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Nos remerciements vont tout d'abord à Dieu, tout puissant qui nous a donné la santé, la force et le courage pour réaliser ce travail.

Au terme de ce travail, il nous est agréable de remercier particulièrement, la promotrice Professeur CHAOUIA CHERIFA et la co-promotrice Docteur CASASNI LYDIA, d'avoir accepté de diriger ce mémoire, pour leurs patiences, leurs disponibilités et surtout leurs judicieux conseils et leurs orientations tout au long de ce travail. Nous vous adressons notre profond respect.

Nos remerciements vont également aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce travail en occurrence Docteur ZOUAOUI AHMED, Maitre de Conférence "A" président de jury et Docteur BENZAHRA SORAYA, Maitre de Conférence "B" qui nous honore de sa présence pour juger ce travail.

Nous désirons également remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre stage au niveau de tous les laboratoires où nous avons effectué nos analyses à savoir : Saidal El-Harrach, laboratoire de l'institut national de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale de Bouchaoui, laboratoire de Physiologie Végétale et le laboratoire de recherche de Biotechnologie des productions végétales, laboratoire des Plantes aromatique et médicinales.

Nous tenons également à remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail : Les ingénieurs de laboratoires, TEBBAL NESRINE, MOUALHI NOUSSAIBA, HAFSA MOHAMED, DEGUAICHIA HOUSSEM et CHADI ABDESSELEM, SOFIANE FARID, CHOUKI.

Nous adressons nos vifs remerciements et notre gratitude à tous nos camarades de la promotion et à nos amis (es) : HIBA, ZOLA, SAMIA, AYA, BAHAE, et ADLANE.

Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents **BRAHIM** et **FATMA EL-ZAHRAA** qui m'ont soutenu et encouragés durant ces années scolaires. J'espère qu'ils trouveront ici un témoignage de ma profonde gratitude.

A mon frère **SOHAIB** et ma sœur **ISRAA**

A tous mes grandes familles, mes cousins et mes cousines, a toutes les oncles et les tantes
A tous ceux qui ont partagée avec moi tous les moments d'émotion durant la réalisation de ce travail.

A mes amies **ZOLA, AYA**

A tous mes amies qui m'ont toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès.

Pour tous ceux qui j'aime.

Rihab

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents **NADJIB** et **SOUAD** que dieu vous protège, merci pour votre grande pousse et votre grand encouragement durant mes études, vous êtes la prunelle de mes yeux.

A mon âme sœur **ALAA** et mes frères **ANIS**, **MONCEF**, **ADAM** que Dieu vous garde à moi je vous souhaite plein de joie et les réussites, je vous aime.

A toute ma famille mes cousins et cousines, a toutes les oncles et les tantes, qui m'ont aidé, soutenu, encouragé au long de mes études.

A mes amies **HIBA**, **ZOLA**, **HIDAYA**, **SAMIA**.

A tous mes collègues et mes amis de la promo.

Enfin, à tous ceux qui m'aiment et qui ont une place dans mon cœur.

Marya

Résumé

L'*Atriplex halimus* L. est une plante spontanée appartenant à la famille des amarantacées, elle est utilisée par le cheptel comme fourrage surtout en période de disette et par la population locale algérienne en médecine traditionnelle.

Nous nous sommes intéressés dans cette recherche à la valorisation des activités biologiques de la plante *Atriplex halimus* qui se trouve dans les zones arides et semi-arides d'Algérie. L'extraction des huiles essentielles a été réalisée par la technique d'hydro-distillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger et par distillation à la vapeur. Les extraits secs quant à eux ont été obtenus par extraction par les solvants volatiles. Dans la deuxième partie de notre travail nous avons évalué l'activité antimicrobienne sur 4 souches bactériennes (*E.coli*, *P.aeruginosa*, *K.oxytoca*, *S.aureus*), et 3 souches fongiques (*F.oxysporum*, *B.cinerea*, *A.niger*) par une méthode de diffusion sur disque.

Les résultats obtenus montrent que le rendement en huiles essentielles est nul, suivi par celui des extraits éthanoliques présentant des valeurs plus faibles. Les extraits méthanoliques enregistrent les valeurs les plus importantes avec 23,1 et 27,6 % pour Tébessa et Djelfa respectivement. L'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits a montré que les souches fongiques sont très résistantes comparées aux bactéries. La sensibilité aux bactéries varie selon les souches testées, l'écotype étudié et le type d'extrait évalué. Notons que *K.oxytoca* s'est montré très sensible avec un diamètre d'inhibition de 17,76 mm (extrait éthanolique des feuilles de Djelfa), suivie de *S.aureus* avec un diamètre de 17,05 mm (extrait méthanolique des feuilles de Tébessa). La bactérie la moins sensible est *E.coli* ayant montré un halo de 10,90 mm (Extrait méthanolique des feuilles de Tébessa). La bactérie *P. aeruginosa* s'est montrée résistante et n'a pas été affectée par la présence de tous les extraits testés.

Une étude chromatographique (LC-QTOF) a été effectuée afin de déterminer les composés intervenant dans l'extrait testé. Notons qu'il existe plusieurs molécules bioactives responsables de l'inhibition de ces bactéries dont les plus importants sont carbenicilline, floroxacine et D-tryptophane.

Les travaux effectués montrent une variabilité de réponse entre les écotypes (Djelfa, Tébessa). La plante présente une richesse en molécules bioactifs et un pouvoir antibactérien élevé, permettant son exploitation et de grandes potentialités en phytothérapie.

Mots clés : *Atriplex halimus*, Djelfa, Tébessa, activités antimicrobiennes, chromatographie.

Abstract

Atriplex halimus L. is a spontaneous plant belonging to the Amaranthaceae family, it is used by livestock as fodder especially in times of scarcity, and by the local Algerian population in traditional medicine.

We were interested in this research in the valorization of the biological activities of the plant *Atriplex halimus* which is found in the arid and semi-arid zones of Algeria. The extraction of essential oils was carried out by the hydro-distillation technique using a Clevenger-type apparatus and by steam distillation. The dry extracts were obtained by extraction with volatile solvents. In the second part of our work we evaluated the antimicrobial activity of 4 bacterial strains (*E.coli*, *P.aeruginosa*, *K.oxytoca*, *S.aureus*), and 3 fungal strains (*F.oxysporum*, *B.cinerea*, *A .niger*) by a disk distribution method.

The results obtained show that the yield of essential oils is nil, followed by that of the ethanolic extracts with lower values. The methanolic extracts record the highest values with 23.1 and 27.6% for Tébessa and Djelfa respectively. The evaluation of the antimicrobial activity of the extracts showed that fungal strains are very resistant compared to bacteria. Sensitivity to bacteria varies according to the strains tested, the ecotype studied, and the type of extract evaluated. Note that *K.oxytoca* was very sensitive with an inhibition diameter of 17.76 mm (ethanolic extract of Djelfa leaves), followed by *S.aureus* with a diameter of 17.05 mm (methanolic extract of Tebessa). The least sensitive bacterium is *E.coli* which showed a halo of 10.90 mm (methanolic extract of Tébessa leaves). The *P. aeruginosa* bacterium proved to be resistant and was not affected by the presence of all the extracts tested.

A chromatographic study (LC-QTOF) was done in order to determine the compounds involved in the tested extract. Note that there are several bioactive molecules responsible for inhibiting these bacteria, the most important one are carbenicillin, floroxacine et D-tryptophane.

The work carried out shows variability of response between the ecotypes (Djelfa, Tébessa). The plant has a wealth of bioactive molecules and a high antibacterial power, allowing its exploitation and great potential in phytotherapy.

Keywords: *Atriplex halimus*, Djelfa, Tébessa, antimicrobial activities, chromatography.

ملخص

وتستخدم من قبل الماشية كعلف خاصة ، *Amaranthaceae* هو نبتة عفوية تنتمي إلى عائلة *Atriplex halimus L.* في أوقات الندرة ، ويستخدمها السكان الجزائريون المحليون في الطب التقليدي.

الموجود في المناطق القاحلة وشبه *Atriplex halimus* كنا مهتمين بهذا البحث في تّمين الأنشطة البيولوجية لنبات والتقطير *Clevenger* القاحلة في الجزائر. تم استخلاص الزيوت العطرية بتقنية التقطير المائي باستخدام جهاز من نوع البخار. تم الحصول على المستخلصات الجافة عن طريق الاستخلاص بالمذيبات المتطايرة. في الجزء الثاني من عملنا ، (*S.aureus* ، *K.oxytoca* ، *P.aeruginosa* ، *E.coli*) قمنا بتقييم النشاط المضاد للميكروبات لأربع سلالات بكتيرية ، بطريقة توزيع القرص (*A.niger* ، *B.cinerea* ، *F.oxysporum*) سلالات فطرية و3.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن محصول الزيوت الأساسية لا شيء ، يليه إنتاج المستخلصات الإيثانولية ذات % في تبسة والجلفة على التوالي. أظهر تقييم النشاط 27.6 و 23.1 القيم الأقل. تسجل المستخلصات الميثانولية أعلى قيم المضاد للميكروبات للمستخلصات أن السلالات الفطرية شديدة المقاومة مقارنة بالبكتيريا. تختلف الحساسية للبكتيريا حسب كان حساسًا للغاية *K.oxytoca* السلالات المختبرة ، والنمط البيئي المدروس ، ونوع المستخلص الذي تم تقييمه. لاحظ أن ملم (مستخلص 17.05 بقطر *S. aureus* ملم (مستخلص إيثانولي لأوراق الجلفة) ، يليه بكتيريا 17.76 بقطر تثبيط يبلغ مم (مستخلص ميثانولي 10.90 ميثانولي من تبسة). أقل البكتيريا حساسية هي الإشريكية القولونية التي أظهرت هالة مقاومتها ولم تتأثر بوجود جميع المستخلصات المختبرة *P. aeruginosa* لأوراق تبسة). أثبتت بكتيريا

من أجل تحديد المركبات الداخلة في المستخلص المختبر. لاحظ أن هناك (LC-QTOF) أجريت دراسة كروماتوجرافية العديد من الجزيئات النشطة بيولوجيًا المسؤولة عن تثبيط هذه البكتيريا ، وأهمها كاربينيسيلين وفلوروكساسين ود- تريبتوفان.

يُظهر العمل الذي تم تنفيذه تباين الاستجابة بين الطرز البيئية (الجلفة ، تبسة). يحتوي النبات على ثروة من الجزيئات النشطة بيولوجيًا وقوة عالية مضادة للجراثيم ، مما يسمح باستغلاله وإمكاناته الكبيرة في العلاج بالنباتات.

الكلمات المفتاحية: *Atriplex halimus*، Djelfa، Tébessa، antimicrobial activities، Chromatography.

Liste des figures

Figure 01	Distribution de l' <i>Atriplex halimus</i> . L en Algérie	10
Figure 02	Procédé d'hydrodistillation	15
Figure 03	Procédé de distillation à la vapeur	16
Figure 04	Procédé de distillation par entraînement à la vapeur d'eau	16
Figure 05	Vue générale d'une étendue d' <i>Atriplex halimus</i> L.	28
Figure 06	Site d'échantillonnage d' <i>Atriplex halimus</i> L.	28
Figure 07	Hydro distillateur de type Clevengere	29
Figure 08	Hydro distillateur à vapeur	30
Figure 09	Macération des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> dans un agitateur linéaire	31
Figure 10	Rotavapeur rotatif	31
Figure 11	Ensemencement sous hotte laminaire (Souches bactériennes)	34
Figure 12	Rendement d'extraction méthanolique et éthanolique des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	40
Figure 13	Effet des extraits des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> sur les souches fongiques	42
Figure 14	Zone d'inhibition d' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>E.coli</i>	43
Figure 15	Effets des extraits d <i>Atriplex halimus</i> sur <i>E.coli</i>	43
Figure 16	Zone d'inhibition d' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>K.oxytoca</i>	44
Figure 17	Effets des extraits d' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>K.oxytoca</i>	44
Figure 18	Zone d'inhibition d' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>S.aureus</i>	46
Figure 19	Effets des extraits d' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>S.aureus</i>	46
Figure 20	Zone d'inhibition d' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>P.aeuruginosa</i>	47

Liste des tableaux

Tableau 01	Espèces d'Atriplex dans le monde	05
Tableau 02	Les Atriplex en Afrique du Nord	06
Tableau 03	Répartition des différentes espèces d'Atriplex en l'Algérie	07
Tableau 04	Classification botanique d' <i>Atriplex halimus</i> . L	08
Tableau 05	Description morphologique d' <i>Atriplex halimus</i> L.	09
Tableau 06	Composition chimique des feuilles vertes d' <i>Atriplex halimus</i> L.	10
Tableau 07	Description des souches bactériennes testées	24
Tableau 08	Description des souches fongiques testées	25
Tableau 09	Origine et caractéristiques des souches bactériennes testées	32
Tableau 10	Degré de sensibilité des germes (Diamètres d'inhibition)	34
Tableau 11	Origine et caractéristique des souches fongiques testées	35
Tableau 12	Analyse chromatographique des extraits d' <i>Atriplex halimus</i> L.	48

Liste des abréviations

EOR : Enhanced oil recovery

ADN : Acide désoxyribonucléique

ROS: Reactive oxygen species

ERN: Error- Related Negativity

LC-QTOF: liquid chromatography – Quadrupole time of flight

AFNOR : Association française de normalisation organisation règlement

OMS : Organisation mondiale de la santé

Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	01
Partie bibliographique	
Chapitre I : Etude botanique d'<i>Atriplex halimus</i> L.	
I.1 Présentation du genre <i>Atriplex</i>	05
I.1.1 <i>Atriplex</i> dans le monde	05
I.1.2 <i>Atriplex</i> en Afrique	05
I.1.3 <i>Atriplex</i> en Algérie.....	06
I.2 Présentation l'espèce <i>Atriplex halimus</i> L.	07
I.2.1 Classification	07
I.2.2 Nomenclature	08
I.2.3 Description morphologique	08
I.2.4 Composition chimique	09
I.2.5 Répartition en Algérie.....	10
I.2.6 Habitat et exigences.....	11
I.2.7 Intérêts d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	11
I.2.7.1 Intérêt fourrager	11

I.2.7.2 Intérêt écologique	11
I.2.7.3 Intérêt économique.....	12
I.2.7.4 Intérêt médicinal.....	12

Chapitre II : Procédés d'extraction

II.1 Méthode d'extraction	14
II.2 Huile essentielle	14
II.2.1 Rôle biologique des huiles essentielles.....	14
II.2.2 Répartition et localisation dans les plantes	14
II.2.3 Toxicité.....	14
II.2.4 Procédés d'extraction.....	14
II.2.4.1 Hydrodistillation	15
II.2.4.2 Distillation à la vapeur	15
II.2.4.3 Distillation par entraînement à la vapeur d'eau.....	16
II.2.4.4 Extraction à froid	16
II.3 Extrait sec	17
II.3.1 Technique d'extraction	17
II.3.1.1 Décoction	17
II.3.1.2 Infusion	17
II.3.1.3 Macération	17
II.3.1.4 Digestion.....	17
II.3.1.5 Dessiccation	17

Chapitre III : Activités biologiques

III.1 Activités antioxydantes.....	19
III.1.1 Stress oxydatif	19

III.1.2 Métabolites secondaire	19
III.1.2.1 Polyphénols.....	19
III.1.2.2 Flavonoïdes.....	20
III.1.2.3 Tannins.....	20
III.1.2.4 Alcaloïdes	21
III.1.2.5 Saponines	21
III.1.2.6 Stéroïdes et terpènes	22
III.2 Activité antimicrobienne	22
III.2.1Activité antibactérienne	22
III.2.1.1 Classification des bactéries	23
III.2.1.2 Description des souches bactériennes étudiées	23
III.2.2 Activité antifongique	24
III.2.2.1 Classification des champignons	24
III.2.2.2 Description des souches fongiques étudiées	25

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1 Description des sites de récolte	28.
I.2 Séchage et broyage	29
I.3 Méthodes d'extraction	29
I.3.1 Extraction de l'huile essentielle	29
I.3.2 Extraction par solvant	30
I.4 Activités biologiques étudiées	32
I.4.1 Activité antibactérienne	32
I.4.1.1 Souches bactériennes testées	32

I.4.1.2 Mode opératoires	32
I.4.1.2.1 Préparation du milieu de culture	33
I.4.1.2.2 Préparation de l'inoculum	33
I.4.1.2.3 Ensemencement	33
I.4.1.2.4 Lecture antibiogramme.....	34
I.4.2 Activité antifongique	35
I.4.2.1 Souches fongiques testées	35
I.4.2.2 Mode opératoire.....	35
I.4.2.2.1 Préparation du milieu de culture	35
I.4.2.2.2 Préparation de l'inoculum.....	35
I.4.2.2.3 Ensemencement	36
I.4.2.2.4 Lecture antibiogramme.....	36
I.5 Traitement statistique des données.....	36

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1 Extraction de l'huile essentielle des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	39
II.2 Extractions méthanolique et éthanolique des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	39
II.3 Effet de l'activité antifongique des extraits d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	40
II.4 Effet de l'activité antibactériennes des extraits d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	42
II.4.1 Effet des extraits sur la bactérie <i>Escherichia coli</i>	42
II.4.2 Effet des extraits sur la bactérie <i>Klebsiella oxytoca</i>	44
II.4.3 Effet des extraits sur la bactérie <i>Staphylococcus aureus</i>	45
II.4.4 Effet des extraits sur la bactérie <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	47
II.5 Analyse Chromatographique par LC_QTOF	48
Conclusion et perspectives	51
Références bibliographiques	54
Annexes.....	66

Introduction

L'homme a toujours eu recours aux plantes médicinales pour se soigner et lutter contre les maladies, et ce depuis des milliers d'années. Elles étaient utilisées d'une manière empirique, sans savoir à quoi étaient dues leurs actions bénéfiques (**Skkoum, 2014**). De nos jours, ces plantes ont une importance considérable en industrie pharmaceutique et agroalimentaire (**Anand et al., 2019**). En effet, l'augmentation des effets secondaires sur la santé publique entraînent une diminution considérable de l'efficacité des médicaments présents dans le marché. Le traitement à bases de plantes revient donc en premier lieu, les deux tiers de la pharmacopée font appel à leurs propriétés curatives (**Iserin, 2001**).

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) 80% de la population a eu recours aux remèdes traditionnels qui reposent sur les espèces spontanées. Plus de 35% de médicaments prescrits par les médecins en Europe sont d'origine naturelle et plus de 40 % de médicaments en vente libre sont à base des plantes médicinales. La plus grande partie des plantes utilisées au niveau mondial est destinée à la phytothérapie, à la production de molécules pour la médecine allopathique et à l'élaboration des arômes (**OMS, 2005**).

Les plantes médicinales contiennent un grand nombre de molécules actives d'intérêt multiples, tels que les polyphénols, les coumarines, les alcaloïdes, les tanins, les terpènes et les flavonoïdes (**Bahorun,1997**). Ces dernières possèdent potentiellement des activités antimicrobiennes, antifongiques, anti-inflammatoires et anti oxydantes (**Bekkara et al.,2007**).

La flore algérienne est un vaste patrimoine riche de plusieurs milliers d'espèces médicinales, parmi elle, nous avons l'*Atriplex halimus* espèce spontanée utilisée comme fourrage et ayant diverses vertues médicinales qui sont peut exploitées dans le domaine de la phytothérapie. L'*Atriplex halimus* connue sous le nom en arabe de « Guetaf », est autochtone xérohalophyte appartenant à la famille des Amarantacées. Elle couvre de grandes surfaces en Algérie et se développe sur un large éventail de sols (**Aouissat et al., 2011**). Cette espèce adaptée aux conditions de sécheresse et la salinité est principalement cultivée comme plante fourragère (**Talamali et al., 2001**). En effet, elle peut produire une quantité de biomasse foliaire importante avec une bonne valeur nutritive, et ce même pendant des périodes défavorables de l'année pour le cheptel (**Kessler, 1990 ; Stringi et al., 1991 ; Abdelguerfi ,2004**). L'arbuste peut également contribuer à la valorisation et à l'amélioration des sols marginaux et dégradés dans les zones arides et semi-arides (**Le Houerou, 1992**).

L'*Atriplex halimus* par sa richesse en constituants bioactives, possède des activités biologiques multiples (Abdel Rahman et al., 2006 ; Aouissat et al., 2011 ; Chikhi et al., 2014).

Bien que plusieurs chercheurs ont mis en évidence l'effet antibactérien, antifongique ou encore antidiabétique de l'espèce, plusieurs mécanismes d'actions des substances bioactifs de la plante restent inconnus et ne sont pas encore élucidés, car sa valorisation en phytothérapie reste encore très peu étudiée.

Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à la valorisation de cette espèce spontanée dans l'objectif est :

- Évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique des feuilles d'*Atriplex halimus* récoltées dans les deux régions choisies (Djelfa et Tébessa).
- Identification et exploitation sous le plan phytochimique de certaines molécules intéressantes et éventuellement curatives.

Ce présent travail de recherche s'articule sur trois grandes parties :

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique divisée en trois sous chapitres comprenant une présentation de la plante étudiée *Atriplex halimus*, des différentes méthodes d'extraction et des principales activités biologiques.
- Le deuxième chapitre décrit la partie expérimentale avec le matériel et les différentes méthodes utilisées.
- Le troisième et dernier chapitre présente les principaux résultats obtenus et une discussion pour chaque chapitre, ainsi qu'une conclusion générale et les perspectives.

Chapitre I

Etude botanique d'*Atriplex* *halimus* L.

1. Présentation du genre *Atriplex*

La famille des Amaranthacées comprend le plus grand nombre d'halophytes avec 174 genres et 2122 espèces. Les *Atriplex* sont des arbustes vivaces appartenant à cette famille et renfermant 305 espèces (**Kadereit et al., 2010 ; The plant List, 2013**). Les plantes de ce genre sont rencontrées dans de nombreuses régions arides et semi-arides du monde entier, en particulier dans les habitats avec une combinaison de sécheresse et de salinité du sol (**Kachout et al., 2016**).

Les *Atriplex* sont des espèces propices au bouturage, ce qui a permis de sélectionner des phénotypes pour leurs qualités. *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens* sont les plus résistantes à la fois au froid et à la sécheresse (**Gavinet, 2007**).

1.1. *Atriplex* dans le monde

Les plantes du genre *Atriplex* sont présentes dans la plupart des régions du globe. Le nombre approximatif de ces espèces réparties dans diverses régions et pays arides et semis arides du monde (**Bouchoukh, 2010 ; Mâalem, 2011**) est présenté dans le tableau 01.

Tableau 01 : Espèces d'*Atriplex* dans le monde (**Bouchoukh, 2010**).

Pays ou région	Nombre d'espèce et/ou sous-espèce	Pays ou région	Nombre d'espèce et/ou sous-espèce
États -Unis	110	Baja Californie	25
Australie	78	Mexique	22
Bassin méditer.	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 /	17
Californie	32	Jordanie	16
Chili	30	Algérie / Tunisie	17
		Bolivie / Pérou	16

1.2. *Atriplex* en Afrique

En Afrique du Nord, le genre *Atriplex* comprend 15 espèces spontanées, dont deux naturalisées et les autres introduites. Celles-ci se répartissent en neuf espèces vivaces, une espèce biannuelle et neuf espèces annuelles (**Mâalem, 2011**) (Tableau 02).

Tableau 02 : Atriplex en Afrique du nord (Mâalem, 2011).

Espèces Spontanées		Espèces Naturalisées		Espèces introduites
Annuelles	Vivaces	Annuelles	Biannuelles	Vivaces
<i>A.chenopodioides</i>	<i>A.colorie</i>	<i>A.inflata</i>	<i>A.semibaccata</i>	<i>A.nummularia</i>
<i>A.dimorphostegia</i>	<i>A.coriacca</i>	-	-	<i>A.lentiformis</i>
<i>A.hastata</i>	<i>A.glauca</i>	-	-	-
<i>A.littoralis</i>	<i>A.halimus</i>	-	-	-
<i>A.patula</i>	<i>A.malvana</i>	-	-	-
<i>A.rosea</i>	<i>A.mollis</i>	-	-	-
<i>A.tatarica</i>	<i>A.portulacoides</i>	-	-	-
<i>A.tornabeni</i>	-	-	-	-

1.3. Atriplex en Algérie

En Algérie, les plantes du genre *Atriplex* sont spontanées dans les étages bioclimatiques semi-arides et arides. Les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Batna, Biskra, Boussaâda, Djelfa, Saïda, M'sila, Tébessa et Tiaret) (Berri, 2008). 13 espèces natives ont été dénombrées dont cinq pérennes et huit annuelles (Quezel et Santa, 1962 in Mâalem, 2011) a ajouté à cette liste deux espèces naturalisées : *A.semibaccata* R.Br (Espèce pérenne) et *A.inflata* F.VMuell (Espèce annuelle) (Tableau 03).

Tableau 03 : Répartition des différentes espèces d’Atriplex en l’Algérie (Quezel et Santa, 1962 in Maalem, 2011).

Espèces	Nom	Localisation
Annuelles (Différentes par la forme des feuilles, du port et des valves fructifères)	<i>A. chenopodioides</i> Batt	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 dans les autres régions.
	<i>A. patula</i> L.	Assez commune dans le Tell et très rare à Aflou.
	<i>A. tatarica</i> L.	Annaba et Setif (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)
Vivaces (Différentes par la forme des feuilles, la taille de l’arbrisseau, le port des tiges et l’aspect du périanthe)	<i>A. portulacoides</i> L.	Assez commune dans le Tell
	<i>A. halimus</i> L.	Commune dans toutes les régions aride et semi-aride d’Algérie
	<i>A. mollis</i> Desf	Biskra et Oued –El-khir
	<i>A. coriacca</i> Forsk.	Très rare dans les territoires algériennes
	<i>A. glauca</i> L.	Commune dans la majorité des étages bioclimatique en Algérie

2. Présentation de l’espèce *Atriplex halimus* L.

2.1. Classification

La classification botanique d’*Atriplex halimus* L. est présentée dans le tableau 04 (Quezel et Santa, 1962 in Benmansour, 2014).

Tableau 04 : Classification botanique d'*Atriplex halimus* L. (Quezel et Santa, 1962 in Benmansour, 2014).

Règne	Plante
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Caryophylliadae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthacée
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex halimus</i> L.

2.2. Nomenclature







L'*Atriplex halimus* est une espèce ayant différents noms vernaculaires :

- Pourpier de mer, arroche marine et épinard de mer en français (Chehema et Djebar, 2008 ; Rachid et al., 2012 in Casasni, 2022).
- Guetaf ou El gtaf en arabe (Fried, 2015 in Casasni, 2022).
- Sear orach ou Mediteranean saltbush en anglais (Qrtiz-Parda et al., 2004 in Casasni, 2022).

2.3. Description morphologique

Atriplex halimus est l'espèce la plus importante du genre *Atriplex*, c'est une plante arbustive pérenne très polymorphe (Talamali et al., 2007). La description des différentes parties de la plante est présentée dans le Tableau 05.

Tableau 05 : Description morphologique d'*Atriplex halimus* L. (Berri, 2008 ; Ilyas, 2013)

Partie de plante	Description	Illustration
Racines	Les racines d' <i>Atriplex halimus</i> sont pivotantes atteignant jusqu'à 5 mètres de profondeur, elles sont très développées et permettent d'atteindre des réserves profondes d'eau (Ilyas, 2013)	 (Guettoche, 2021)
Tiges	Les tiges sont ligneuses, vaguement anguleuses dans leur longueur, très ramifiées et entièrement feuillées. Elles sont de couleur blanche grisâtre (Ilyas, 2013)	 (Ahmadou et Mekhlouf, 2019)
Feuilles	Les feuilles sont ovales triangulaires et de grande dimension, atteignant jusqu'à 6 cm de longueur. Elles sont plus ou moins atténuées, cunéiformes à la base et obtus. Les feuilles situées au niveau de la partie supérieure sont plus étroites et aigues (Ilyas, 2013)	 (Ahmadou et Mekhlouf, 2019)
Fleurs	Les plantes sont monoïques et portent des inflorescences en panicules d'épis terminales avec des fleurs mâles au sommet et des fleurs femelles à la base (Ilyas, 2013)	 (Guettoche, 2021)
Fruits	Les fruits sont composés par les deux bractées, arrondies. Ils sont entiers, lisses ou tomenteux, droites ou récurvés. (Berri, 2008).	 (Belkhodja et Bidai, 2004)
Graines	Les grains sont verticales lenticulaires de couleur brun foncé, de 2mm de diamètre environ. Elles sont ternes et entourées de péricarpe membraneux (Berri, 2008).	 (Walker et al., 2014)

2.4 Composition chimique

Les études de composition chimique d'*A. l'halimus* indiquent la présence de métabolites secondaires (les tanins, les saponines et les alcaloïdes). Une autre caractéristique de cette espèce est sa richesse en fibres alimentaires (cellulose), en protéines, en vitamines (B et C) et en sels minéraux, et sa pauvreté en matières grasses brutes (Benhammou et al., 2009 ; Nedjimi et al., 2013) (Tableau 06).

Tableau 06 : Composition chimique des feuilles vertes d'*Atriplex halimus* L. (Boussaid et al., 2001).

MS*	MAT*	CB*	Na	Ca	K	P	Mg
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

2.5. Répartition en Algérie

L'*Atriplex halimus* est une plante commune dans toute l'Algérie, notamment dans le littoral, les zones steppiques et le Sahara. Les arbustes sont répandus dans les étages bioclimatiques arides et semi-arides où la sécheresse et la salinité sont les caractéristiques prédominantes (Casasni, 2022).

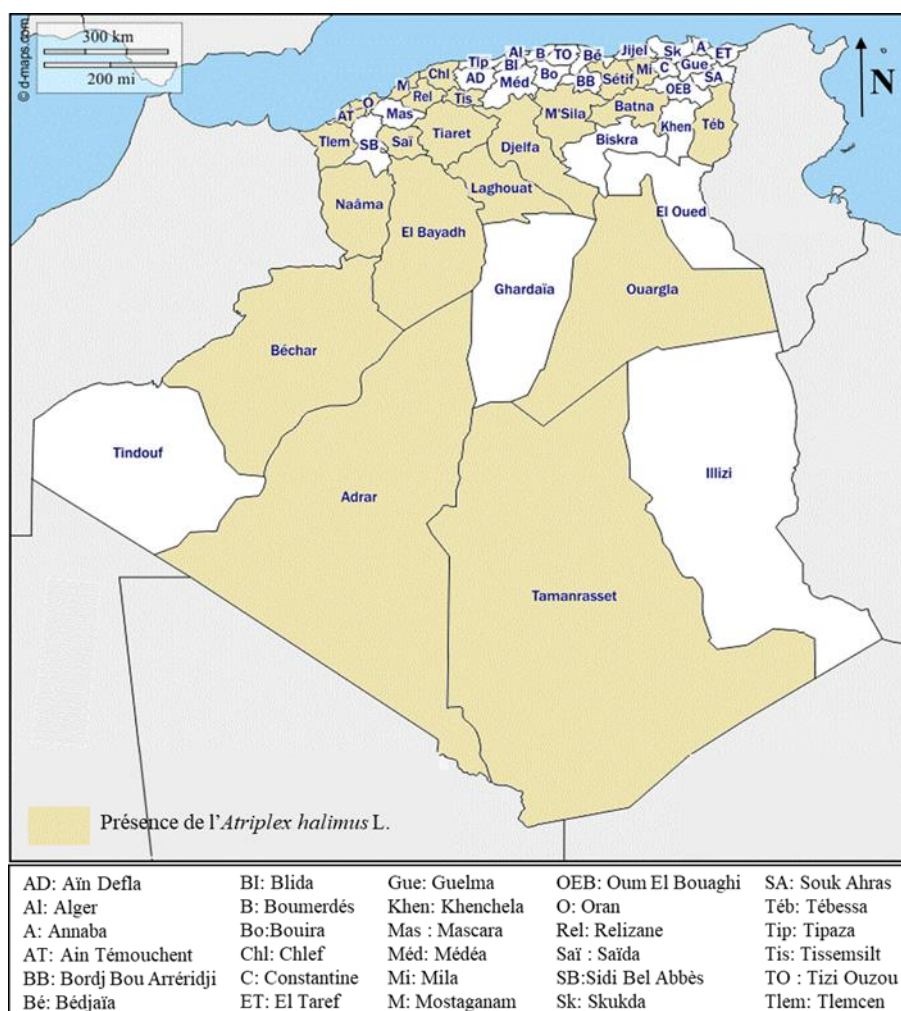


Figure 01 : Distribution de l'*Atriplex halimus* L. en Algérie (Casasni, 2022)

2.6. Habitat et exigences

Atriplex halimus est une plante C4 à comportement héliophile (Martinez et al., 2004). Elle est adaptée aux conditions arides et semi-arides. En effet, elle se développe sous des précipitations de 40 à 400 mm/an et peut survivre plusieurs années sans pluies (Le Houerou, 1992 ; Casasni, 2022). L'*A. halimus* est présente sur une gamme de sols variée, avec une préférence pour les sols à pH neutre à basique (7-11) à texture sablo-limoneuse. Elle peut croître dans des sols pauvres en matières organiques et avec une salinité importante. La conductivité électrique peut atteindre jusqu'à 100 dS/m dans la couche superficielle (Benabadji et al., 2004 ; Nedjimi, 2012 ; Fried, 2015). Mulas et Mulas (2004), soulignent que les arbustes résistent très bien au froid jusqu'à une température supérieure à -10°C.

2.7. Intérêts de cette espèce

2.7.1. Intérêt fourrager

L'*Atriplex halimus* est utilisée fondamentalement comme plante fourragère pour ses valeurs nutritives, elle contribue notamment à l'alimentation des ovins et des camélidés. La plante est riche en matières azotées (1,5 à 3,7 %) mais pauvre en énergie (Munaz et al., 2000). Elle constitue une source de minéraux, vitamines et protéines (El-Shatnawi et Mohawesh, 2000). *A. halimus* est utilisée comme réserve fourragère en été et en automne, comblant la carence de fourrage qui se manifeste avant la disette printanière des espèces fourragères herbacées (Kessler, 1990).

2.7.2. Intérêt écologique

Les plantes de genre *Atriplex* jouent un rôle important comme brise-vent, pour la protection du sol et la création d'un microclimat favorable, permettant aux autres espèces fourragères notamment l'avoine et la luzerne d'augmenter leur productivité (El Mzouri et al., 2000). Selon Abbad et al. (2004), le système racinaire très ramifié chez les *Atriplex*, joue un rôle important dans la réhabilitation des sols dégradés, la lutte contre l'érosion et la désertification. L'association de céréales et d'arbustes fourragers ayant la capacité de s'enfoncer profondément dans le sol a des effets bénéfiques sur l'environnement et le rétablissement de la fertilité de l'écosystème (Mulas et Mulas, 2004).

2.7.3. Intérêt économique

De nombreuses études ont mis en évidence le fait que l'association de cultures céréalières et d'arbustes fourragers appartenant au genre *Atriplex* augmentent la production des céréales de 25% (**Brandle, 1987**). De plus, en été et en automne, le bétail peut éventuellement brouter les chaumes d'orge et les arbustes d'*Atriplex* (**Mulas et Mulas, 2004**). Par ailleurs, la structure ligneuse des *Atriplex* constituent une source d'énergie intéressante lors de la période de disette (**Abbad et al., 2004**).

2.7.4. Intérêt médicinal

Les feuilles d'*Atriplex* sont riches en principes actifs, elles sont utilisées pour traiter de nombreuses maladies notamment les maladies cardiaques, le diabète et le rhumatisme (**Walker et al., 2014**). Dans la région de Djelfa, la plante est traditionnellement utilisée pour traiter le kyste hydatique (**Yabrir et al., 2018**).

Les tiges feuillées sont utilisées comme cataplasme pour les blessures, l'eczéma et en décoction comme tisane pour traiter les vers intestinaux, les arythmies et les rhumes (**Boudjelala et al., 2008 ; Boukerker et al., 2016**). *Atriplex halimus* est également utile pour traiter l'inflammation des voies urinaires (cystite) et la lithiase urinaire (**Beloud, 2001 ; Emam, 2011**). D'autres auteurs rapportent l'utilisation vétérinaire de la plante par les Bédouins contre les parasites internes de leurs bétail (**Alicata et al., 2002**).

L'activité biologique d'*Atriplex halimus* a largement été étudié. **Rahman et al. (2011)** ont montrés que la partie aérienne de la plante extraite avec du méthanol ou de l'hexane possède une activité antibactérienne contre de nombreux pathogènes. Les recherches de **Chikhi et al. (2014)** ont fourni quant à eux des informations sur l'activité antidiabétique de l'espèce, les résultats montrent que l'extrait aqueux des feuilles diminue le taux du glucose et le niveau hépatique chez les rats où le diabète a été induit avec de la streptozotocine. La population locale l'utilise aussi comme traitement anti-diabétique.

Chapitre II

Procédés d'extraction

1. Méthodes d'extraction

L'extraction est une étape primordiale à toute étude réalisée sur les plantes médicinales. Elle peut se faire par différentes méthodes et chaque manière de procéder conduire à une forme d'utilisation définie.

2. Huiles essentielles

L'huile essentielle est un produit obtenu à partir de matière première végétale séparée par un procédé physique (**Afnor, 2000**). Elle est aussi une essence et un produit de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (**Bruneton, 1993**).

2.1 Rôle biologique des huiles essentielles

Certaines essences attirent les insectes et favorisent la pollinisation. D'autres servent à la défense des plantes contre les prédateurs (herbivores, insectes, micro-organismes) (**Capo et al., 1990**). Elles protègent les cultures en inhibant la multiplication des bactéries et des champignons, de même qu'elles inhibent la germination et la croissance (**Richter, 1993**).

2.3 Répartition et localisation dans les plantes

Les huiles essentielles sont rencontrées dans diverses familles botaniques, elles sont largement répandues dans le monde végétal et se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles (**Bruneton, 1993**). Les essences sont rencontrées dans presque toutes les parties de la plante, notamment les feuilles, les fleurs, les fruits, les grains, le bois et les organes souterrains (**Kalamounni, 2010**).

2.4 Toxicité

Les huiles essentielles sont présentées comme sans danger mais leurs effets toxiques varient selon la nature de l'organe (**Traorie, 2006**). Notons que les essences absorbées comme médicament peuvent présenter une toxicité interne (aromathérapie) qui peut se traduire par des effets allergisants, photo sensibilisants et hépatotoxiques (**Binet et Brunel, 1986 ; Eisenhut, 2007**).

2.4. Procédés d'extraction

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles. Les principales techniques sont basées sur l'entraînement à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter,

des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait et de l'arôme de départ au cours de l'extraction (Samate, 2001).

Les méthodes d'extraction des huiles essentielles obéissent à des normes pharmacopées françaises comme la norme AFNOR NF T 75-006, qui précise que la seule méthode d'extraction reconnue est l'entraînement à la vapeur (Sylvain, 2010).

2.4.1. Hydro distillation

L'hydro distillation est l'une des méthodes d'extraction traditionnelles la plus ancienne et la plus facile à manipuler (Meyer-Warnod, 1984). Le principe de ce procédé repose sur l'évaporation des huiles essentielles par chauffage d'un mélange d'eau ou d'autre solvant avec la matière végétale traitée, les vapeurs obtenues sont ensuite refroidies dans un condenseur. Une fois le condensat recueilli, l'huile est séparée de l'eau (Figure 02) (Hessham et al., 2016).

Le temps de distillation dépend de la relation avec la matière végétale en cours de traitement. La distillation prolongée produit qu'une petite quantité d'huile essentielle. A un point d'ébullition élevé, des produits d'oxydation ainsi que des composés non désirés sont synthétisés (Hessham et al., 2016).

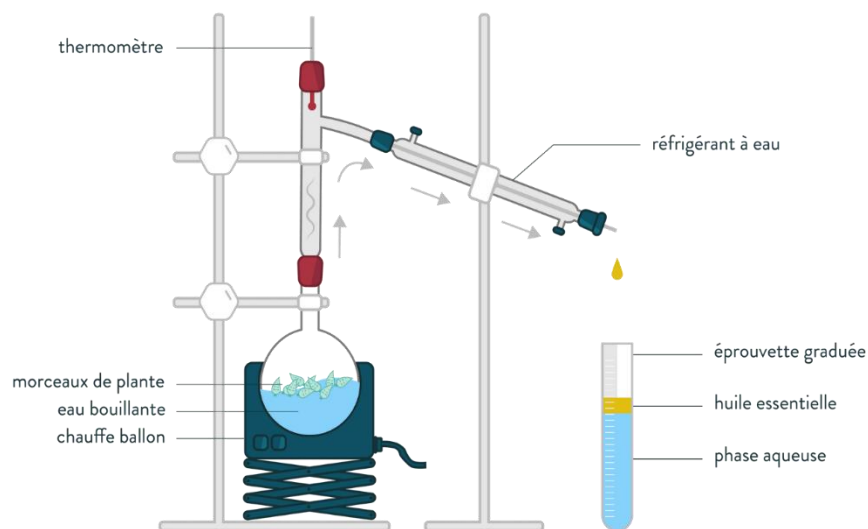


Figure 02 : Procédé d'hydro distillation (Hessham et al., 2016)

2.4.2. Distillation à la vapeur

La distillation à la vapeur est utilisée dans certains secteurs industriels, c'est un type de distillation consacré aux plantes sensibles à la température (Fahlbusch et Kark-Georg, 2003). L'isolement des huiles essentielles se fait par contact de la vapeur avec le matériel végétal. Cette vapeur agit en brisant les poches sécrétrices de la matière première et en libérant l'huile

essentielle spécifique à cette plante. Cette dernière est recueillie après condensation de la vapeur (Figure 03) (Rai et Suresh, 2004).

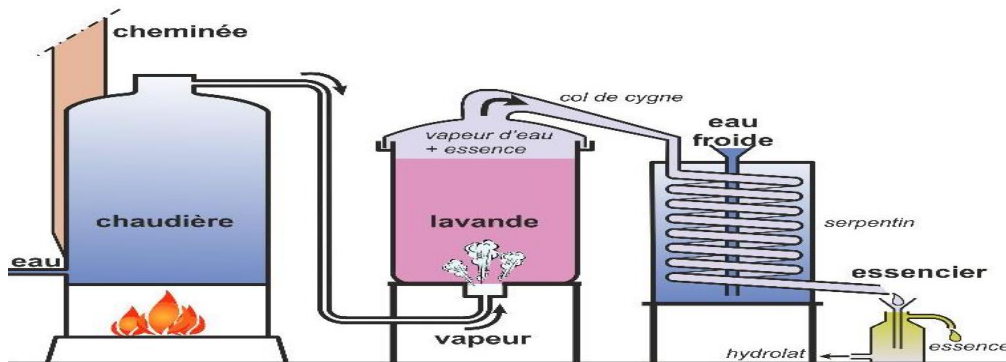


Figure 03 : Procédé de distillation à la vapeur (Rai et Suresh, 2004).

2.4.3. Distillation par entrainement à la vapeur d'eau

Dans cette méthode de distillation, le matériel végétal n'est pas en contact directe avec l'eau. Il est placé sur une grille perforée à travers laquelle passe la vapeur d'eau. Celle-ci endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Ce type de procédé minimise les altérations hydrolytiques et permet donc d'obtenir une huile essentielle de meilleure qualité (Figure 04) (Hellal, 2011).

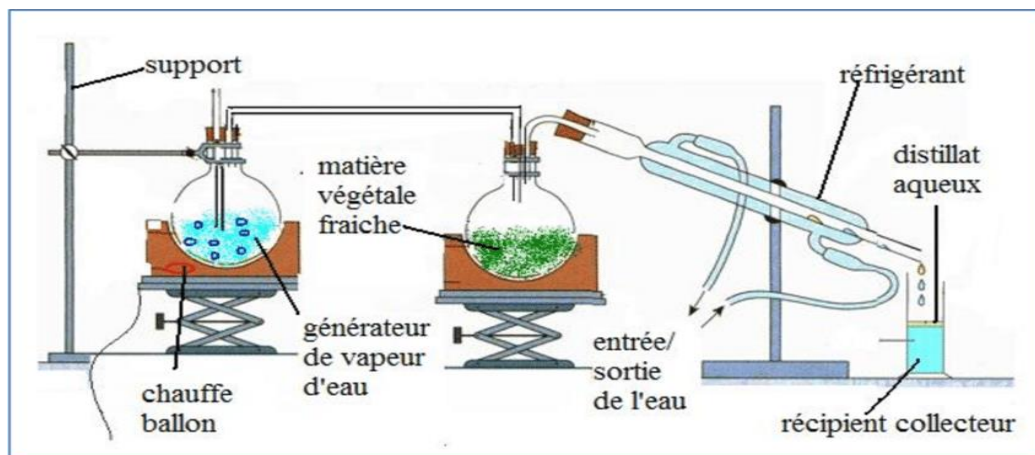


Figure 04 : Procédé de distillation par entrainement à la vapeur d'eau (Hellal, 2011).

2.4.4. Extraction à froid

L'extraction à froid est la méthode la plus simple. Toutefois, elle ne s'applique qu'aux agrumes dont l'écorce des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences. Le procédé consiste à écraser les zestes frais à l'aide d'un presse-fruit, cette opération permet de perforer les poches et de dégager l'essence (Roux, 2008).

3. Extrait sec

Les extraits secs sont des produits spécifiques à un processus d'extraction, ce sont des extraits obtenus à partir de plante. L'extraction des principes actifs est réalisée dans un solvant, ensuite filtrés et le solvant est éliminé par chauffage ...etc, afin d'obtenir l'extrait sec. Les extraits secs sont généralement exprimés en pourcentage de volume totale d'un extrait **(Nogaret, 2003)**.

3.1. Techniques d'extraction

3.1.1 Décoction

La décoction est une méthode très ancienne. Elle consiste à mettre un organe ligneux (écorce, rameaux lignifié) d'une plante dans l'eau froide, le tout est porté à ébullition et les constituants se dissolvent dans l'eau chaude **(Nogaret, 2003)**.

3.1.2 Infusion

L'infusion est une méthode qui consiste à verser de l'eau bouillante sur les feuilles ou les fleurs finement hachées, et laisse infuser pour dissoudre les principes actifs **(Nogaret, 2003)**.

3.1.3 Macération

La macération est une méthode d'extraction des principes actifs ou des arômes d'un corps solide par dissolution dans un liquide froid (eau, huile, alcool, saumure...). Elle peut aussi être employée pour que le corps solide absorbe le liquide et en soit parfumé **(Delille, 2007)**.

3.1.4 Digestion

L'échantillon qui doit subir une extraction est mis durant une durée plus ou moins longue dans un liquide chauffé à une température inférieure à celle de la température d'ébullition **(Sebai et al., 2012)**.

3.1.5 Dessiccation

La dessiccation est un procédé d'élimination de l'eau d'un corps à un stade plus poussé, il s'agit d'une déshydratation visant à éliminer autant d'eau que possible **(Jean et Pierre, 1990)**.

Chapitre III

Activités biologiques

1. Activités anti-oxydantes

1.1. Stress oxydatif

Le stress oxydatif est la perturbation du métabolisme cellulaire, il est induit en augmentant la production d'oxydants et/ou en réduisant les défenses antioxydantes. Ce déséquilibre peut avoir de multiples causes, notamment la surproduction endogène de pro-oxydants provenant de l'inflammation, les carences en nutriments en antioxydants et même l'exposition environnementale aux pro-oxydants tels que le tabac, l'alcool certains médicaments, les rayons gamma, les lumière UV, les agents herbicides, l'ozone, l'amiante et les métaux lourds très toxiques). L'accumulation d'EOR entraîne des dommages cellulaires et tissulaires souvent irréversibles, les cibles biologiques les plus vulnérables étant les protéines, les lipides et l'ADN (**Smirnoff, 2005**).

1.2. Métabolites secondaires

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de composés bioactifs tels que les métabolites secondaires. Ces derniers sont des substances ayant des propriétés antioxydantes qui neutralisent ou réduisent les dommages causés par les radicaux libres dans le corps. Ils ont pour effet d'empêcher directement ou indirectement les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et les espèces réactives de l'azote (ERN), d'atteindre les cibles biologiques notamment les acides nucléiques, les protéines et les lipides et de perturber de ce fait le mécanisme cellulaire (**Bouhadjra, 2011**).

1.2.1. Polyphénols

Les composés phénoliques sont des molécules largement présentes dans le règne végétal. Ils appartiennent aux métabolismes secondaires et sont produits dans tous les organes de la plante, des racines jusqu'au fruits (**Bouaziz et al., 2008**).

Ils se caractérisent par la présence d'au moins un noyau phénolique à six carbones. Il peut être directement rattaché à un groupement hydroxyl (OH) libre ou participer à une autre fonction telle que l'éther, l'ester ou le glycoside (**Bouaziz et al., 2008**).

Les polyphénols regroupent 8000 composés connus à ce jour. Ils sont classés en fonction du squelette carboné de la molécule en neuf familles (C6-C1, C6-C3, C6-C4, C6-C1-C6, C6-C2-C6, C6-C3-C6) (**Bouaziz et al., 2008**).

Ils ont également un certain nombre d'activités biologiques, notamment dans la réduction des facteurs de risque des maladies cardiovasculaires. En effet, ils favorisent un bon équilibre glycémique, luttent contre l'oxydation du cholestérol, réduisent l'obstruction des artères et combattent la résistance à l'insuline et l'hypertension artérielle. Ils se sont également révélés être des alliés dans la lutte contre certains cancers, empêchant la formation de tumeurs et limitant la formation de molécules à l'origine de mutations génétiques néfastes pour l'organisme. Les polyphénols sont également recommandés dans les régimes dits «anticancéreux» (**Cherifi et al., 2016 ; Zakkad, 2016**).

1.2.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont les composés phénoliques les plus abondants. Leur structure de base est un squelette de 15 atomes de carbone (C6-C3-C6) constitué de deux cycles aromatiques et un hétérocycle central de type pyrane (**Vauzour et al., 2001**).

Les flavonoïdes sont impliqués dans la pigmentation des fleurs et dans la défense contre les rayons ultra-violet, les herbivores et les attaques microbiennes (**Crozier, 2003**). Leur pouvoir principal repose donc sur leurs propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires

(**Cherifi et al., 2016 ; Zakkad, 2016**).

1.2.3. Tannins

Le terme tanin est appliqué à tout composé poly-phénolique contenant suffisamment d'hydroxyle ou de carboxyle pour former des complexes solides avec d'autres macromolécules tels que les protéines. Ils ont une masse molaire comprise entre 500 et 3000 g/mol, et sont caractérisés par l'astringence et sont présents dans toutes les parties de la plante : écorce, bois, feuilles, fruits immatures et racines (**Khenaka, 2011**).

Du point de vue chimique, les tanins sont reconnus par la présence de groupements -OH phénoliques, la réactivité vis-à-vis des protéines à pH acide et la coloration bleu-noir lorsqu'ils sont en contact avec des sels de fer (**Khenaka, 2011**).

Les tanins sont classés en deux types à savoir les hydrolysables et les condensés. Leur seule propriété partagée est la capacité à former des complexes avec des protéines et des polysaccharides (**Crozier, 2003**).

Ils se distinguent aussi par de nombreuses activités biologiques, notamment l'anti-diarrhée, l'anti-bactérienne, l'antifongique, l'anti-pourriture et l'anti-inflammatoire. Ils ont un rôle

insecticide et peuvent également contribuer à la cicatrisation dans le cas de brûlures ou de blessures (Cherifi et al., 2016 ; Zakkad, 2016).

1.2.4. Alcaloïdes

Dellile (2007), signale que le terme alcaloïde fut définie pour la premier fois par W. Meisner en 1819 sur des produits naturels à comportement basique. De nos jours, le nom alcaloïde est attribué aux produits azotiques basiques d'origine végétale. Ce sont généralement des composés multi structuraux comprenant des fonctions amine. Celles-ci sont associées à des propriétés toxiques dans le cas pur.

Ils sont incolores et ont la propriété de polariser la lumière. Leur masse moléculaire varie entre 100 à 900 g/mol et leur solubilité dépend du degré d'acidité des solvants. On retrouve deux types d'alcaloïdes, les non oxygénés qui sont des composés liquides à température ambiante et les composés oxygénés qui sont solides et qui se décomposent à une température de 200 °C (Cherifi et al., 2016 ; Zakkad, 2016).

Certains alcaloïdes son connus pour leurs activités médicinales, notamment la vinblastine extraite d'une plante, la pervenche de Madagascar : *Catharanthus roseus*. La molécule s'utilise principalement comme traitement contre le cancer, mais peut également affecter le système nerveux et agir comme inducteur tel que la caféine ou l'atropine qui peuvent diminuer les spasmes et soulager la douleur (Cherifi et al., 2016 ; Zakkad, 2016).

1.2.5. Saponines

Les saponines sont des composés hétérosides d'origine végétale qui peuvent être des terpènes ou des stéroïdes glycosylés. Ces molécules ont des propriétés moussantes capable d'agir sur la perméabilité des membranes. Elles sont solubles dans les alcools méthyliques et non solubles dans le chloroforme et l'éther de pétrole. La température de fusion des saponines est élevée et atteint entre 200 à 300 °C (Saihi, 2011) (figure 10).

Les saponines sont connues comme des matières préliminaires ou essentielles pour la fabrication des médicaments stéroïdiens. Ce sont des substances actives avec des caractéristiques anti-inflammatoires, antifongiques et antidiabétiques. Elles peuvent également être utilisées pour le traitement de l'hémorroïde, des ulcères gastriques et comme antibiotique. Elles sont considérées comme des produits toxiques pour les animaux de sang-froid tels que les poissons (Saihi, 2011).

1.2.6. Stéroïdes et terpènes

Les stéroïdes ont une fonction alcoolique qui leurs confèrent l'appellation stérol, le plus connu étant le cholestérol. Les terpènes quant à eux sont des hydrocarbonés naturels responsable de l'odeur que dégage la plante. Les stéroïdes et les terpènes constituent le ratio le plus important des métabolismes secondaires des végétaux (**Cherifi et al., 2016 ; Zakkad, 2016**).

Les stéroïdes et les terpènes ont une importance thérapeutique dans plusieurs domaines. Ils agissent comme antivirus, insecticides et anti-inflammatoire et contribuent également au soulagement des douleurs. Les terpènes sont utilisés comme antispasmodiques et anticonvulsivants. Ils ont aussi des propriétés antistress, anti-oxydante et anti-cancéreuse (**Dellile, 2007**).

Les stéroïdes ont un rôle dans le bon fonctionnement des hormones, notamment la croissance des organes et l'augmentation de la division et de la protection cellulaire. De nombreux médicaments stéroïdiens sont utilisés dans le traitement du rhumatisme et de l'asthme (**Cherifi et al., 2016 ; Zakkad, 2016**).

2. Activité antimicrobienne

Les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'Antiquité. Cependant, ce n'est qu'au début du 20^{ème} siècle que les scientifiques s'y sont intéressés (**Haddouche, 2008**). Ces dernières années, il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antibactériens en raison d'une augmentation étonnante des taux d'infections par des micro-organismes résistants aux antibiotiques. L'une des méthodes courantes pour trouver des substances biologiquement actives est le criblage systématique de micro-organismes ou de plantes, qui sont la source de nombreux agents thérapeutiques utiles. En particulier, l'activité antimicrobienne des huiles végétales et des extraits a été à la base de nombreuses applications, y compris les produits pharmaceutiques, la médecine, la naturopathie et la conservation des aliments (**Sagdic et al., 2002**).

2.1. Activité antibactérienne

Les plantes peuvent résister à l'attaque des parasites en utilisant plusieurs mécanismes de défense dont la synthèse de composés à activité antimicrobienne, appelés phytoalexines qui appartiennent à une large gamme de produits de différentes classes chimiques incluant les alcaloïdes, les huiles essentielles et les composés phénoliques (**Wang et al., 2008**).

2.1.1. Classification des bactéries

Les bactéries sont des organismes procaryotes, ne contiennent pas de noyau. Le matériel génétique est présent dans le cytoplasme sous forme d'un chromosome unique circulaire (**Bianchi *et al.*, 2013**).

Deux grandes classes de bactéries peuvent être distinguées à l'aide d'une coloration appelée coloration de Gram (du nom du médecin qui l'a découverte). On peut avoir des Gram-positifs (+) ou des Gram-négatifs (-). Ces deux types de bactéries peuvent être différenciés par la structure unique de leurs parois cellulaires qui les entourent, et plus particulièrement de l'épaisseur du peptidoglycane. Celui des Gram (+) est épais et riche, tandis que celui des Gram (-) est fin et majoritairement composé de lipide (**Bianchi *et al.*, 2013**).

2.1.2. Description des souches bactériennes étudiées

Les souches bactériennes étudiées sont décrites dans le tableau 07.

Tableau 07 : Description des souches bactériennes testées (**Titouche, 2017 ; Apurba et Bhat, 2018**)

	Souches	Description
Gram (-)	<i>Escherichia Coli</i> ATCC 25922	Bactéries actives se trouvant dans le tube digestif des humains et des animaux, elles sont caractérisées par leur structure fine et droites (Apurba et Bhat, 2018).
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 43165	Bactéries filiformes, droites et très mobiles grâce à des flagelles polaires. On les trouve généralement isolées ou en diplobacilles (Apurba et Bhat, 2018).
	<i>Klebsiella oxytoca</i> ATCC 43165	Bactéries anaérobie capricieuse qui se produit naturellement dans la peau humaine, les muqueuses et le tube digestif (Apurba et Bhat, 2018).
Gram (+)	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923	Considérés comme l'un des germes les plus impliqués dans les toxi-infections alimentaires. Le lait cru et les produits laitiers sont souvent contaminés par des souches de <i>S.aureus</i> entérotoxigènes. Beaucoup de ces souches peuvent exprimer des résistances aux antibiotiques, ce qui pose un risque pour les consommateurs (Titouche, 2019).

2.2. Activité antifongique

L'activité antifongique vis-à-vis de champignon pathogène a fait l'objet de plusieurs travaux (**Rasooli et Abyaneh, 2004**). Son action est due à une augmentation de la perméabilité de la membrane plasmique suivie d'une rupture qui fait une fuite du contenu cytoplasmique et entraîne la mort de la cellule (**Cox et al., 2001**).

2.2.1. Classification des champignons

Les champignons sont présents dans le sol, l'air et l'eau. Ce sont des microorganismes eucaryotes caractérisés par la présence d'une membrane nucléaire et des mitochondries. Parmi lesquelles on distingue les levures et moisissures.

La levure a une structure cellulaire unique, sous la dépendance des conditions physico-chimiques, sont des eucaryotes chimio-hétérotrophes, qui sont capables de tirer leur énergie à partie de la fermentation des composés chimiques (**Guiraud, 1996 ; Guiraud et Galzy, 1998**).

Les moisissures se sont des eucaryotes hétérotrophes ou pluricellulaires, leur multiplication se fait par reproduction asexués. Elles peuvent également élaborer des substances chimiques susceptibles de demeurer à l'intérieur des spores (**Halewyn et al., 2006**).

2.2.1. Description des souches fongiques étudiées

Tableau 08 : Description des souches fongiques testées

Les souches	Description
<i>Fusarium oxysporum</i>	Pathogène parasite qui interagi avec les plantes hôtes, entraînant le développement de la fusariose. Ces champignons dépendent des plantes pour leurs nutriments et ont développés des mécanismes qui leur permettent ensuite de pénétrer dans celle-ci Ce champignon est isolé à partir du palmier dattier (Mendekgen et al., 1996).
<i>Botrytis cinerea</i>	Responsable de la moisissure grise sur plus de 200 plantes hôtes. Cet ascomycète nécrotrophe présente la capacité de tuer les cellules hôtes par la production de toxines, d'espèces réactives de l'oxygène et l'induction d'une explosion oxydative d'origine végétale chez la vigne. Les conidies peuvent contaminer les feuilles ou les inflorescences, mais le champignon se développe surtout eu automne sur les baies de raisin mûres. Cette souche peut être isolée à partir des fruits de la vigne (Van Kan, 2006).
<i>Aspergillus niger</i>	Champignon filamenteux qui se développe par un système de filaments ou hyphes présent dans les moisissures (Samson et Verga, 2007).

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériel et méthodes

1. Description des sites de récolte

Le matériel végétal utilisé dans cette étude sont des feuilles d'*Atriplex halimus* L. récoltées dans deux provenances d'Algérie (Figure 05 et 06). La première région est celle de Djelfa, les feuilles ont été récoltées durant la campagne de 2021 dans la localité de Elzaefaran. Le deuxième lot est récolté quant à lui en mars 2022 à Ain-Zerroug dans la région de Tébessa.

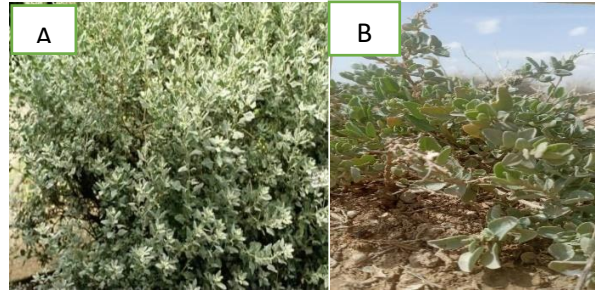


Figure 05 : Vue générale d'une étendue d'*Atriplex halimus*

A : Djelfa, B : Tébessa (**Originale, 2022**)

Les régions de Djelfa et Tébessa se caractérisent par un climat semi-aride froid avec une température moyenne de 16,7°C/an, durant les 3 dernières décennies (2006/2021). Les précipitations moyennes quant à elles sont plus importantes dans la région de Tébessa avec une moyenne de 355,46 mm/an comparées à celles enregistrées à Djelfa avec 257,73 mm/an.

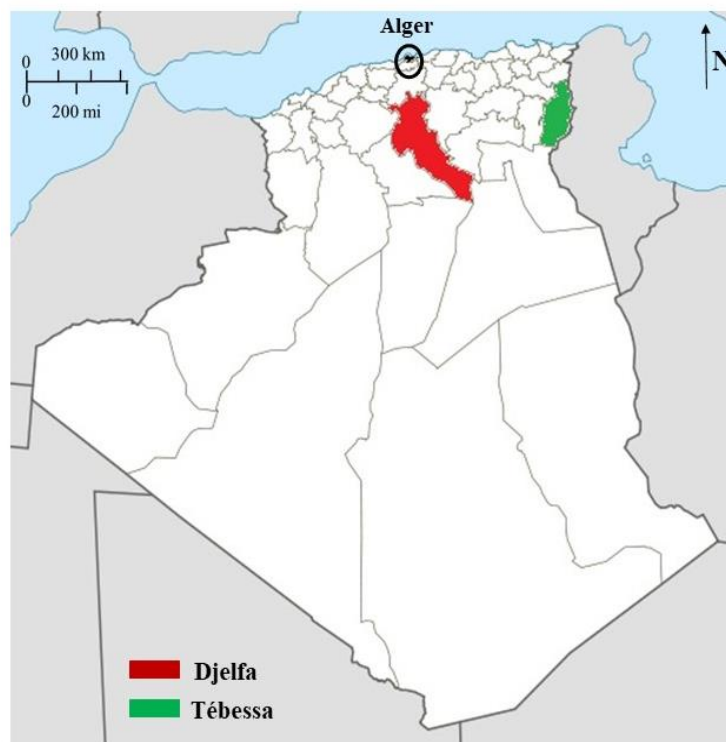


Figure 06 : Site d'échantillonnage d'*Atriplex halimus* L. (**Originale, 2022**)

2. Séchage et broyage

Les feuilles d'*Atriplex halimus* sont lavées de tous éléments étrangers puis laissées séchées pendant un mois dans un endroit aéré, à température ambiante et à l'abri de la lumière. Après séchage, les feuilles sont divisées en deux lots, une première partie est utilisée pour l'extraction des huiles essentielles, la deuxième partie quant à elle est broyée en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique puis tamisée à 0,5 mm. Les poudres sont conservées dans des flacons hermétiques en verre, à température ambiante, à l'abri de la lumière et de l'humidité jusqu'à leur extraction avec du méthanol ou de l'éthanol.

3. Méthodes d'extraction

3.1. Extraction de l'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle des feuilles d'*Atriplex halimus* a été réalisée suivant deux procédés différents :

- Le premier procédé fait appel à un hydro distillateur de type Clevenger (Figure 07), qui consiste à mettre 100 g de matière végétale sèche avec 600 ml d'eau distillée dans un ballon d'un volume de 1 litre. L'extraction a duré 4h à une température de 60°C. Après refroidissement, les vapeurs concentrées résultantes sont recueillies éventuellement dans un flacon hermétique qui est conservé à 4 °C jusqu'à analyse.



Figure 07 : Hydro distillateur de type Clevenger (Originale, 2022)

- Le deuxième procédé repose sur la technique d'extraction à la vapeur (Figure 08). Une quantité de 4 kg de feuilles sèches est placée dans un distillateur appelé alambic d'une capacité de 50 kg. De l'eau distillée est mise à chauffer dans une chaudière à raison de 2 L pour 1kg de matériel végétal. La vapeur d'eau générée passe à travers les feuilles

dont les parois cellulaires qui se décomposent et laissent échapper une essence qui se vaporise. Le mélange constitué de vapeur d'eau et d'essence est condensé dans un serpentin refroidi par une recirculation de l'eau puis ramené à l'état liquide. Ce dernier est appelé hydrolat et est constitué d'un mélange d'eau distillée et des huiles essentielles déposée en surface.



Figure 08 : Hydro distillateur à vapeur (Originale, 2022)

Le rendement en huiles est estimé par rapport au volume de l'huile essentielle et de la masse de la matière végétale sèche. Il est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante (Daouda, 2015) :

$$\text{Rdt HE} = \text{VHE} / \text{MVF} \times 100$$

Rdt HE : Rendement en huiles essentielles (%)

VHE : Volume d'huile essentielle (ml)

MVF : Masse de matériel végétal sec (g)

3.2. Extraction par solvant

Les extractions méthanoliques et éthanoliques ont été réalisées selon le protocole décrit par **Benhammou et al., (2009)**. Une quantité de 1g de poudre a été mise à macérer dans 20 ml de solvant (méthanol ou éthanol). L'ensemble est mis dans un agitateur linéaire pour une durée de 24h (Figure 09).



Figure 09 : Macération des feuilles d'*Atriplex halimus* dans un agitateur linéaire (Originale, 2022)

Après agitation, les solutions sont filtrées avec du papier Wathman (N⁰ 1). Les filtrats obtenus sont évaporés sous vide à 60°C à l'aide d'un évaporateur rotatif ou rotavapor (Figure 10). Les résidus ont été ensuite dissous dans 3 ml de solvant (méthanol ou éthanol). Les extraits sont conservés à 4 °C jusqu'à utilisation.



Figure 10 : Rotavapeur rotatif(Originale, 2022)

Le rendement est la quantité d'extrait obtenue à partir de la matière végétale. Il est exprimé en pourcentage suivant la formule décrite par **Falleh et al. (2008)**.

$$\text{Rdt (\%)} = \text{ME} / \text{PE (g)} \times 100$$

Rdt : Rendement en extrait (%)
 ME : Masse d'extrait obtenue (g)
 PE : Prise d'essais (g)

4. Activités biologiques étudiées

L'activité biologique des feuilles d'*Atriplex halimus* L. a été évaluée en relation avec les activités antibactérienne et antifongique.

4.1. Activité antibactérienne

4.1.1. Souches bactériennes testées

L'activité antibactérienne des feuilles d'*Atriplex halimus* L. a été évaluée sur 4 souches bactériennes (**tableau 09**).

Tableau 09 : Origine et caractéristiques des souches bactériennes testées

	Souches	Origine	Caractéristiques
Gram (-)	<i>E. Coli</i> ATCC 25922	Institut Pasteur d'Alger	Souche de référence
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC27853	Institut Pasteur d'Alger	Souche de référence
	<i>Klebsiella oxytoca</i>	Hôpital de Kolea, Tipaza	BLSE isolée en 2019 d'une infection urinaire
Gram (+)	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923	Institut Pasteur d'Alger	Souche de référence

4.1.2. Mode opératoire

L'activité antibactérienne des extraits méthanolique et éthanolique a été évaluée selon les étapes décrites suivantes

4.1.2.1. Préparation du milieu de culture

Le milieu de culture utilisé pour le calibrage des souches bactériennes est la gélose nutritive, tandis que celui utilisé pour l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits méthanolique et éthanolique est le milieu de Muller Hinton.

Une quantité de 10 g de gélose nutritive est diluée dans 357 ml d'eau distillée. Parallèlement, nous avons préparé le milieu Muller Hinton en diluant 28 g de poudre dans 736 ml d'eau distillée. Les deux mélanges sont placés dans un agitateur chauffé pendant 15 min puis stérilisé par autoclave à une pression de 15 lb (121 °C) pendant 48 minutes. Les milieux sont ensuite conservés dans des flacons stériles à température ambiante jusqu'à utilisation.

4.1.2.2. Préparation de l'inoculum

La préparation de l'inoculum consiste à prélever une goutte de suspension bactérienne et de la placer à la surface de la boîte de Pétri contenant la gélose nutritive solidifiée. Celle-ci est incubée dans une étuve à 37 °C pendant 24h. Une suspension est ensuite prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur est mélangée à 5 ml d'eau physiologique stérile. A partir de ce mélange, un volume de 2 ml est prélevé. La densité optique de celui-ci est lue à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde 625 nm. L'objectif est d'avoir une densité optique comprise entre 0,8 et 1. Celui-ci peut être ajusté en ajoutant de l'eau physiologique stérile

4.1.2.3. Ensemencement

Cette étape se fait par écouvillonnage durant les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum. Un écouvillon stérile est trempé dans l'inoculum, puis essoré et pressé fortement contre la paroi interne du tube afin de le décharger au maximum. L'écouvillon est ensuite frotté sur la totalité de la surface gélosée et solidifiée (Mueller Hinton) de haut en bas, en stries serrées. L'opération est répétée 4 fois, en tournant la boîte à un angle de 60° à chaque fois, et en faisant pivoter l'écouvillon sur lui-même. L'ensemencement se termine en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose (Figure 11).

A l'aide d'une pince stérile et sous hotte laminaire, nous avons placé les disques imprégnés de l'extrait de la plante dans les boîtes qui sont immédiatement scellées avec du papier film.

Une témoin (+) avec un antibiotique la streptomycine a été réaliser et un autre témoin (-) avec de l'éthanol et du méthanol pur (96%) et seul.

La lecture a été fait après 3 jours d'incubation.

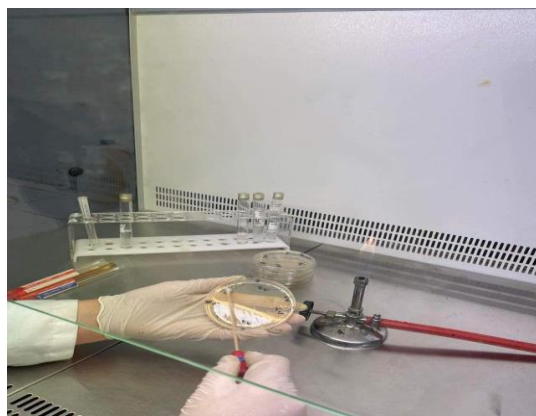


Figure 11 : Ensemencement sous hotte laminaire
(Souches bactériennes) (Originale, 2022)

4.1.2.4. Lecture antibiogramme

La lecture des antibiogrammes a été faite par la mesure des diamètres (en millimètre) des halos d'inhibitions induits par les extraits de la plante en comparaison avec les témoins (positif et négatif) autour des disques, et ce en prenant en compte le diamètre du disque. Les mesures ont été faites à l'aide du logiciel Image J (Rasband, 2018). Toutes les manipulations ont été effectuées sous conditions stériles et répétées deux fois.

L'apparition et l'importance du diamètre de la zone d'inhibition reflètent l'efficacité des extraits méthanoliques et éthanoliques sur la souche bactérienne testée. Les résultats sont symbolisés par des signes suivant la sensibilité des souches vis-à-vis de l'extrait (Ponce et al., 2003) (Tableau 10).

Tableau 10 : Degré de sensibilité des germes (Diamètre d'inhibition) (Ponce et al., 2003)

Diamètre du halo d'inhibition (Ø)	Degré de sensibilité des germes	Résultat
Ø < 08 mm	Non sensible ou résistant	-
09 > Ø > 14 mm	Sensible	+
15 > Ø > 19 mm	Très sensible	++
Ø > 20 mm	Extrêmement sensible	+++

4.2. Activité antifongique

4.2.1. Souches fongiques testées

L'activité antifongique des feuilles d'*Atriplex halimus* L. a été testée sur 3 souches fongiques. Leur origine et leurs caractéristiques sont présentées dans le **tableau 11**.

Tableau 11 : Origine et caractéristiques des souches fongiques testées

Souches	Origine	Caractéristiques
<i>Fusarium oxysporum</i>	Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie	De forme spéciale albidinis, isolée à partir du palmier dattier
<i>Botrytis cinerea</i>	Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie	Isolée à partir de la vigne
<i>Aspergillus niger</i>	Laboratoire de « Gestion et Valorisation des Ecosystèmes Agricoles et Aquatiques (GVEAQ) », centre universitaire Morsli Abdellah de Tipaza	/

4.2.2. Mode opératoire

L'activité antifongiques des extraits méthanoliques et éthanoliques a été évaluée suivant les étapes décrites suivantes :

4.2.2.1. Préparation du milieu de culture

Le milieu de culture utilisé pour l'évaluation de l'activité antifongique est le milieu Sabouraud. Une quantité de poudre de 24g est diluée dans 600 ml d'eau distillée. Le mélange est placé dans un agitateur chauffé pendant 15 min, puis stérilisé par autoclave à une pression de 15 lb (121°C) pendant 48 minutes. Le milieu ainsi préparé est conservé dans des flacons stériles à température ambiante.

4.2.2.2. Préparation de l'inoculum

L'évaluation de l'activité antifongique des extraits d'*Atriplex halimus* est précédée par une étape au cours de laquelle les souches fongiques testées sont calibrées. Celle-ci consiste à prélever un fragment de champignon en forme de disque d'un diamètre de 6 mm et de le placer au centre de la boîte de Pétri contenant le milieu Sabouraud solidifié. Les souches sont préparées individuellement (un champignon par boîte) et mises à incuber à l'ombre dans une étuve à une température de 25 °C pour une durée de 5 jours. Cette opération est répétée 3 fois.

4.2.2.3. Ensemencement

Pour cette étape, de nouvelles boîtes de Pétri contenant le milieu Sabouraud sont préparées. Pour chaque champignon testé, un fragment en forme de disque d'un diamètre de 6 mm est prélevé et placé au centre de la boîte. Un disque stérile de 9 mm de diamètre imbibé de 20µl d'extrait (méthanolique ou éthanolique) est placé à une distance de 2,5 cm du champignon. Les boîtes sont fermées avec du papier film et mises à incuber à 25 °C pendant 3 jours.

Deux types de témoins sont utilisés, une boîte de témoin positif qui contient uniquement le champignon testé, et une boîte de témoin positif avec un disque imprégné de solvant (méthanol ou éthanol).

4.2.2.4. Lecture antibiogramme

Après le temps d'incubation requis, les diamètres des différentes colonies de champignons sont mesurés à l'aide du logiciel Image J (**Rasband, 2018**). Le taux d'inhibition est calculé à partir de l'équation :

$$I (\%) = (dC-dE)/dC*100$$

I (%) : Taux d'inhibition exprimé en pourcentage

dC : Diamètre des colonies dans les boîtes « témoins positifs »

dE : Diamètre de colonies dans les boîtes contenant l'extrait de plante

L'extrait de la plante testée est considéré comme :

- Très actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 75% et 100%, la souche fongique est dite très sensible.
- Actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 50% et 75%, la souche fongique est dite sensible.
- Moyennement actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 25% et 50%, la souche fongique est dite limitée.
- Peu ou pas actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 0% et 25%, la souche fongique est dite peu sensible ou résistante.

5. Identification des molécules par spectrométrie de masse

L'identification des molécules a été réalisée par spectrométrie de masse à l'aide de l'appareil LC-QTOF au niveau de l'institut national de criminalistique et de criminologie de la gendarmerie nationale à Bouchaoui.

L'appareillage LC-QTOF utilisé allie la chromatographie liquide et un détecteur à temps de vol haute résolution. Ce dernier permet de déterminer, de détecter et d'identifier les molécules d'intérêt à partir de 5 μ l d'extrait (**Detata et al., 2013**).

6. Traitement statistique des données

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R studio. Les résultats sont considérés comme étant significatifs lorsque la probabilité (P) est inférieure à 0,01. Les différences pour les divers paramètres ont été analysées en utilisant une analyse de la variance (ANOVA) à deux facteurs et le test de Tuckey HSD (Honest Significant Difference) pour la comparaison des moyennes.

Chapitre II

Résultats et discussion

1. Extraction de l'huile essentielle des feuilles d'*Atriplex halimus* L.

Les résultats des feuilles séchées d'*Atriplex halimus* L. soumises à une hydro distillation afin d'extraire l'huile essentielle, montre un rendement nul de (0%), et ce quel que soit la provenance de l'écotype étudié (Djelfa ou Tébessa), et quel que soit la technique choisie pour l'hydrodistillation (Alambic ou clevenger).

Le rendement d'extraction d'une plante varie selon différents facteurs notamment l'état de la plante, le temps de récolte et la durée de stockage. Le matériel végétal à distiller peut-être utiliser aussi bien sec que frais. Toutefois, la plante fraîche est privilégiée, elle doit être récoltée au bon moment de la journée lorsque la concentration en principes actifs est maximale. Le temps entre la récolte et la distillation joue également un rôle primordial, il doit être le plus court possible, afin d'éviter l'altération, la dispersion et la volatilisation de l'huile essentielle pendant le temps de stockage (Oussou, 2009 ; Kouamé, 2012).

Très peu de travaux ont été réalisés sur l'huile essentielle d'*Atriplex halimus*, notamment Chikhi (2013) a effectué une extraction par hydrodistillation de type Clevenger sur les feuilles et tiges récoltées dans la région de Béchar ou le rendement a été faible. Nos résultats négatifs (rendement nul) se rapprochent de ceux de Chikhi (2013) et Khalidi et al., (2015) avec respectivement 0,02 % et 0,06% comparés aux travaux de Bilyagoubi (2011) où le rendement en huiles essentielles de l'*Atriplex halimus* était important enregistrant 24 % sur les feuilles et tiges dans différentes régions d'Algérie.

2. Extractions méthanolique et éthanolique des feuilles d'*Atriplex halimus* L.

Les résultats de l'extraction méthanolique et éthanolique des feuilles d'*Atriplex halimus* L. sont représentés dans la figure 12 (Annexe 01).

Aucune différence statistique n'est enregistrée entre les deux écotypes étudiés (Djelfa et Tébessa), et ce quel que soit le type de solvant utilisé ($p = 0,1739$). En revanche, un rendement plus important est enregistré lorsque les feuilles sont extraites avec du méthanol.

Les extraits méthanoliques obtenus à partir des feuilles récoltées dans les régions de Tébessa et de Djelfa enregistrent des rendements respectifs de 23,1 et 27,6 %. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Slama et al., (2018) ayant enregistré un rendement de 23,43 % pour les feuilles et les tiges. En revanche, ils sont contradictoires avec les travaux de recherches de Dehimi et al., (2020) sur l'*Atriplex halimus* (*ssp. Schweinfurthii*) de la région M'Sila où le rendement enregistré est plus faible avec 19,87%.

Les résultats d'extraction avec de l'éthanol indiquent un rendement de 11,9% pour les feuilles de l'écotype de Tébessa et 12,5 % pour celles de Djelfa. L'extraction des feuilles d'*Atriplex halimus* avec de l'éthanol pure enregistre un rendement moins important comparée à une extraction avec de le méthanol aqueux. En effet, de nombreux auteurs ont enregistré des valeurs plus importantes lorsque l'extraction est réalisée avec de l'éthanol à 70%. **Ouled Kaddour (2019)** ayant testé des feuilles et tiges d'*Atriplex halimus* issues de différentes régions a enregistré un rendement de 24,87 % pour la région Sig de Mascara, 21,25 % la région de Mazargan de Mostaganem, et il enregistre un taux de 15 % pour la région de Biskra.

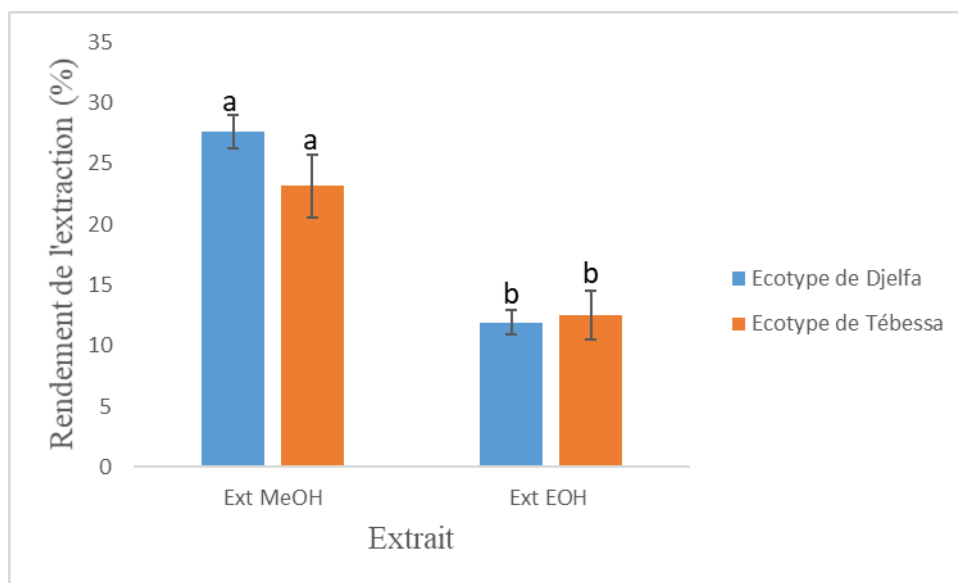


Figure 12 : Rendement d'extraction méthanolique et éthanolique des feuilles d'*Atriplex halimus* L.

D'une manière générale, le rendement d'extraction varie en fonction de différents facteurs notamment l'espèce, les conditions environnementales, la durée et les méthodes de séchage ou encore les types des solvants (**Daouidi et al., 2015**). Les résultats obtenus dans notre étude montrent une différence hautement significative entre les deux solvants ($p=0,003948$), avec un rendement très élevé lorsque les feuilles sont extraites avec du méthanol (Figure 11).

3. Effet de l'activité antifongique des extraits d'*Atriplex halimus*

L'effet antifongique des extraits purs méthanolique et éthanolique des feuilles de l'*Atriplex halimus* des 2 écotypes étudiés provenant de Djelfa et Tébessa sur 3 souches fongiques testées (*Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*) n'a donné aucun résultat.

En effet, les souches fongiques testées ont montré une résistance et ce quel qu'il soit l'origine du matériel végétal récolté (Djelfa, Tébessa).

Notons que très peu de travaux ont été réalisés sur les huiles et les extraits de *Atriplex halimus* en relation avec les espèces fongiques.

Selon la littérature consultée aucune étude n'a été réalisée sur l'action inhibitrice de cette plante sur les 3 champignons testés (*Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*).

Par ailleurs, il est mentionné que des travaux ont été réalisés sur l'*Atriplex halimus* où les chercheurs ont testé 2 types de moisissures notamment *Candida albicans* et *Candida tropicalis*.

En effet, en **2019 Ouled Kaddour** et ses collaborateurs ont évalué la capacité des extraits éthanoliques de deux organes aériens (tiges, feuilles) d'*Atriplex halimus* de différents écotypes (Mazrgan de Mostaganem, Biskra et Sid de Mascara) et les résultats révèlent une inhibition de la croissance des champignons dermatophytes en occurrence *Candida albicans* et *Candida tropicalis*.

Le même auteur souligne que le test de diffusion sur gélose, la méthode de contact directe montre que les extraits polyphénoliques d'*Atriplex halimus* des mêmes écotypes à savoir ceux provenant de Mazargan, Biskra et Sig ont réagi différemment contre *Candida tropicalis*. **Keddoum et al., 2019** mentionne que cette activité varie selon les organes de la plante et leurs origines.

En effet, **Ouled Keddour et al., 2019** montre que le témoin utilisé par un antibiotique (Ampecilline) réagit fortement contre *Candida tropicalis* comparés aux extraits testés. Les résultats positifs obtenus sur *Candida albicans* est dû à la forte concentration de 60, 80 et 100mg/mol.

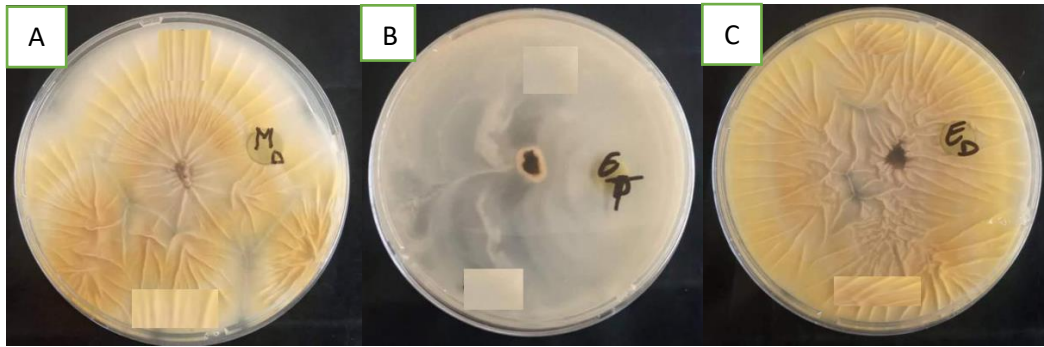


Figure 13 : Effet des extraits des feuilles d'*Atriplex halimus* sur les souches fongiques
(Originale, 2022).

A : *Fusarium oxysporum*, B : *Botrytis cinerea*, C : *Aspergillus niger*

M_D : Extrait méthanolique Djelfa. E_T : Extrait éthanolique Tébessa. E_D : Extrait éthanolique Djelfa

4. Effet de l'activité antibactérienne des extraits d'*Atriplex halimus*

L'activité des témoins négatifs (méthanol et éthanol) n'a montré aucune réaction (0 mm) vis-à-vis des souches bactériennes testés (*Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*).

Le témoin positif, l'antibiotique la streptomycine a montré une réaction plus faible que les extraits de feuille d'*Atriplex halimus* et ce quel que soit la provenance du matériel végétal.

4.1. Effet des extraits sur la bactérie *Escherichia coli*

L'activité antibactérienne des extraits méthanolique et éthanolique d'*Atriplex halimus* évalué sur la bactérie *Escherichia coli* a montré les résultats représentés sur les Figures 14 et 15.

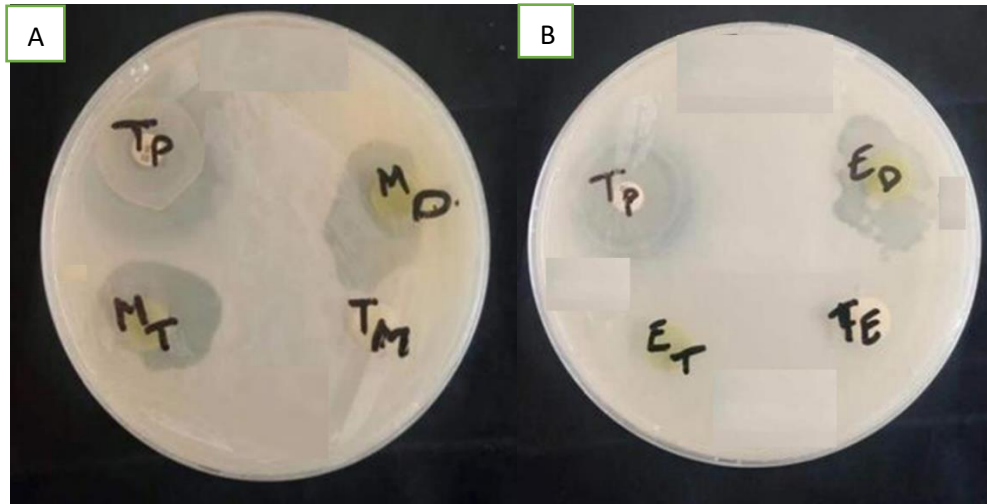


Figure 14 : Zones d'inhibitions d'*Atriplex halimus* sur *E.coli* (Originale, 2022).

A : Extrait méthanolique, B : Extrait éthanolique

Tp : Témoin positif (Streptomycine), Tm : Témoin négatif (Méthanol), Te : Témoin négatif (Ethanol),
 Md : Extrait méthanolique Djelfa, Mt : Extrait méthanolique Tébessa, Ed : Extrait éthanolique Djelfa,
 Et : Extrait éthanolique Tébessa

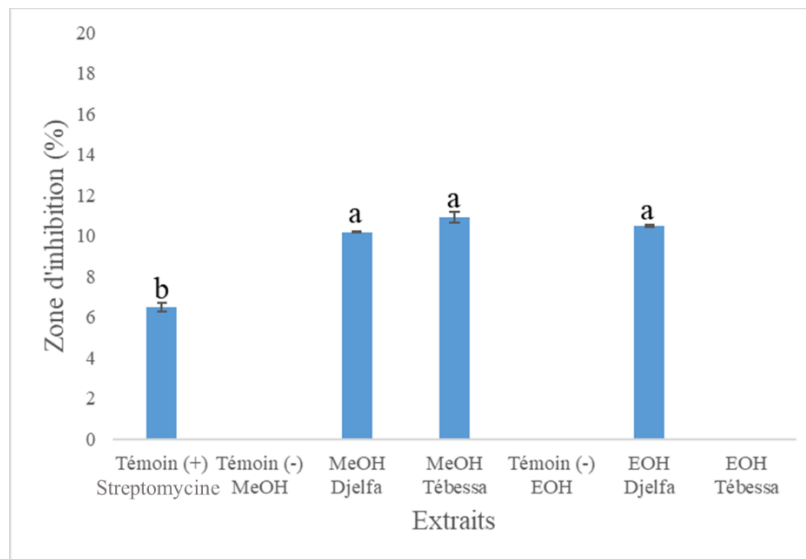


Figure 15 : Effet des extraits d'*Atriplex halimus* sur *E.coli*

Nous remarquons que la bactérie *E.coli* est très faiblement sensible vis-à-vis du témoin positif streptomycine avec une zone d'inhibition de 6,48 mm comparé aux extraits méthanolique des feuilles qui délimite un halo avec 10,19 mm et 10,90 mm respectivement pour Djelfa et Tébessa (Ponce et al., 2003).

La bactérie est sensible à l'extrait éthanolique pur sur les feuilles provenant de Djelfa avec un diamètre d'inhibition de 10,47 mm et se montre très résistante à l'extrait éthanolique des feuilles provenant de Tébessa avec 0 mm.

D'après les résultats obtenus, nous pouvons déduire que cet écart est dû à l'origine du prélèvement du matériel végétale. Cette hypothèse reste à vérifier dans les travaux futurs.

4.2. Effet des extraits sur la bactérie *Klebsiella oxytoca*

Les résultats obtenus sur les extraits de feuilles d'*Atriplex halimus* sur la bactérie *Klebsiella oxytoca* sont regroupés dans les figures 16 et 17.

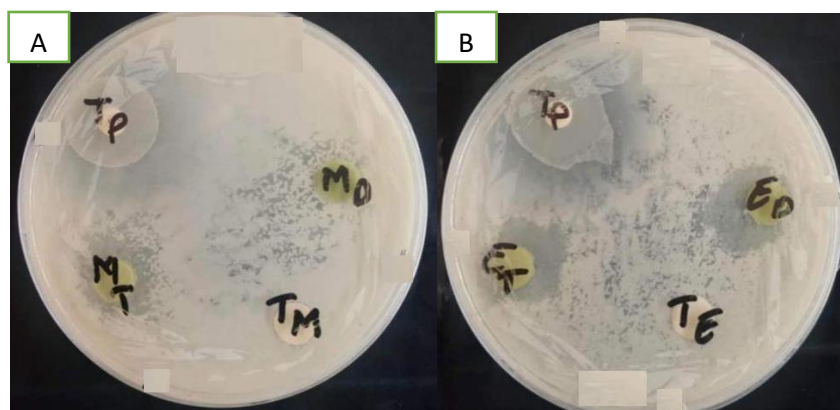


Figure 16 : Zones d'inhibitions d'*Atriplex halimus* sur *K.oxytoca* (Originale, 2022).

A : Extrait méthanolique, B : Extrait éthanolique

Tp : Témoin positif (Stréptomycine), Tm : Témoin négatif (Méthanol), Te : Témoin négatif (Ethanol),
Md : Extrait méthanolique Djelfa, Mt : Extrait méthanolique Tébessa, Ed : Extrait éthanolique Djelfa,
Et : Extrait éthanolique Tébessa

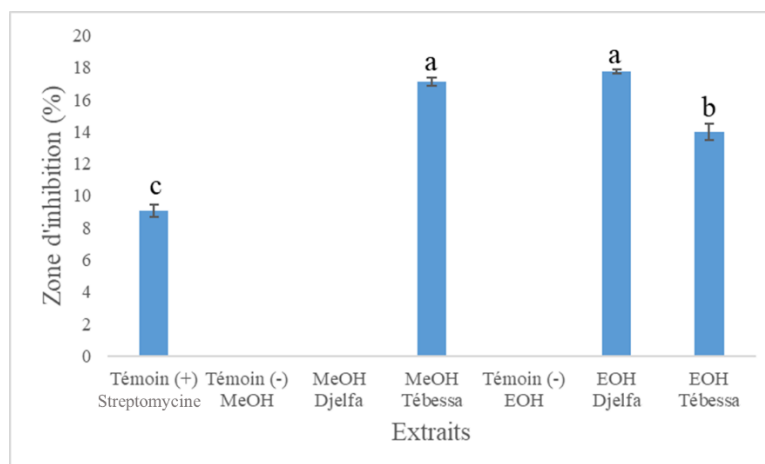


Figure 17 : Effet des extraits d'*Atriplex halimus* sur *K.oxytoca*

Nous remarquons que la bactérie *Klebsiella oxytoca* est sensible au témoin positif (Antibiotique streptomycine) avec une zone d'inhibition de 9,05 mm qui reste plus faible

comparé aux extraits des feuilles d'*Atriplex halimus* avec des zones d'inhibition assez importantes de 17,76 mm et 17,11 respectivement pour Djelfa et Tébessa.

Il existe une différence significative entre les extraits éthanoliques et les provenance (Djelfa/Tébessa). La zone d'inhibition est de 17,76 mm pour Djelfa et 14,00 pour Tébessa.

Deux groupes se distinguent (a et b) :

- Groupe a : Zone d'inhibition importante regroupant l'écotype de Djelfa.
- Groupe b : Zone d'inhibition moyennement importante regroupant l'écotype de Tébessa.

L'extrait méthanolique des feuilles d'*Atriplex halimus* provenant de Tébessa a réagit sur la bactérie avec une zone d'inhibition de 17,11 mm comparé à l'écotype de Djelfa où nous n'enregistrons aucune réaction (0 mm).

Les analyses statistiques montrent 2 groupes distincts :

- Groupe a : Zone d'inhibition très élevée avec 17,11 mm pour l'écotype de Tébessa.
- Groupe b : Aucune réaction à l'extrait méthanolique de Djelfa, souche très résistante.

4.3 Effet des extraits sur la bactérie *Staphylococcus aureus*

Les résultats obtenus mentionnés dans les figures 18 et 19 montrent que l'extrait éthanolique n'a aucune réaction sur la bactérie *Staphylococcus aureus* et ce quel que soit la provenance des feuilles récoltées (Djelfa/Tébessa).

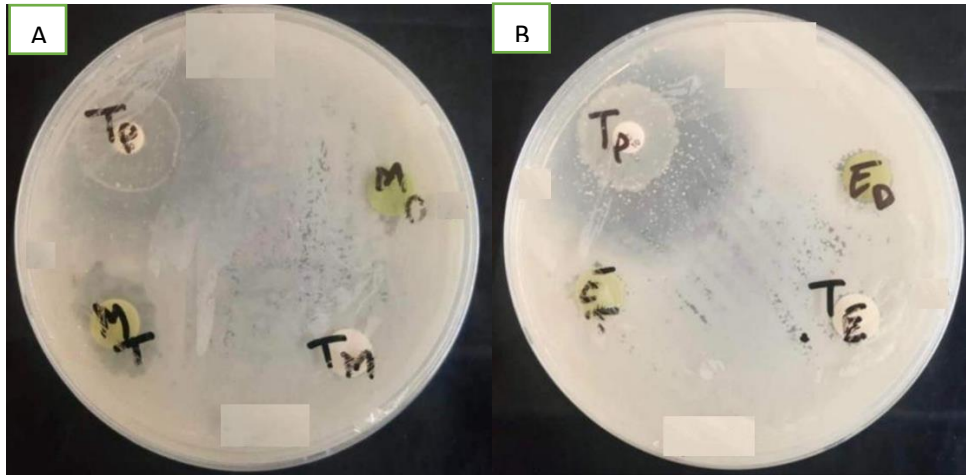


Figure 18 : Zones d'inhibitions d'*Atriplex halimus* sur *S.aureus* (Originale, 2022).

A : Extrait méthanolique, B : Extrait éthanolique

Tp : Témoin positif (Stréptomycine), TM:Témoin négatif (Méthanol), TE: Témoin négatif (Ethanol),
 MD:Extrait méthanolique Djelfa, MT: Extrait méthanolique Tébessa, ED :Extrait éthanolique Djelfa,
 ET : Extrait éthanolique Tébessa

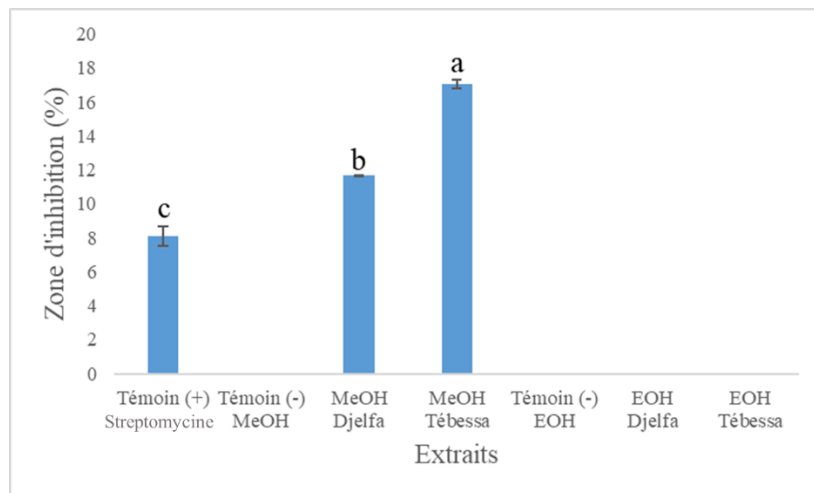


Figure 19 : Effet des extraits d'*Atriplex halimus* sur *S.aureus*

L'extrait méthanolique quant à lui a donné des résultats satisfaisants avec une zone d'inhibition de 17,05 mm et 11,65 mm respectivement pour Tébessa et Djelfa comparé à l'antibiotique qui enregistre une sensibilité plus faible avec 8,1 mm (figure 18).

Trois groupes homogènes se distinguent :

- Groupe a : Une sensibilité de la souche élevée de l'écotype de Tébessa.
- Groupe b : Une sensibilité moyenne de l'extrait pour l'écotype de Djelfa.
- Groupe c : Témoin (Streptomycine) sensibilité faible.

4.4 Effet des extraits sur la bactérie *Pseudomonas aeruginosa*

Aucune zone d'inhibition n'a été délimitée, Il en ressort que la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* est non sensible ou résistante, exceptio, pour le témoin ou la zone d'inhibition est faible de 9mm (Ponce et al., 2003) (Figure 20).

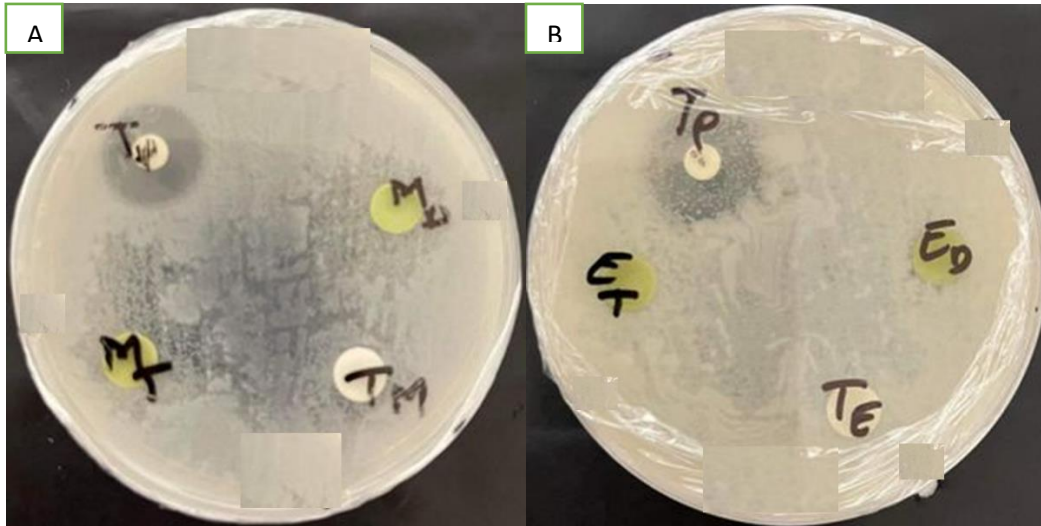


Figure 20 : Zones d'inhibitions d'*Atriplex halimus* sur *P.aeruginosa* (Originale, 2022).

A : Extrait méthanolique, B : Extrait éthanolique

Tp : Témoin positif (Stréptomycine), Tm :Témoin négatif (Méthanol), Te : Témoin négatif (Ethanol),
Md :Extrait méthanolique Djelfa, Mt : Extrait méthanolique Tébessa, Ed : Extrait éthanolique Djelfa,
Et : Extrait éthanolique Tébessa

Discussion

Suite à ces résultats obtenus, nous pouvons déduire que les souches testées exhibent une activité antibactérienne variable selon les bactéries et les provenances testées.

Les extraits des feuilles d'*Atriplex halimus* analysés au cours de notre travail de recherche ont montré une efficacité sur certains bactéries (*Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Staphylococcus aureus*) exception faite pour *Pseudomonas aeruginosa* qui s'est montré très résistante

Les résultats obtenus des travaux de chercheurs sont en concordance avec nos résultats et montrent une efficacité sur certaines souches bactériennes. En effet, selon **Ounaissia et al., (2020)**, ils ont obtenus avec des extraits préparés par le méthanol des parties aériennes d'*Atriplex halimus* L. de Biskra que le germe *Staphylococcus* est très sensible avec des diamètres d'inhibition de 11 et 15 mm par rapport à *E.coli*, *K.pneumonia* et *P.aeruginosa* avec

des diamètres respectifs plus faibles de 6, 7 et 8 mm et donc sont considérés comme non sensibles.

Ces résultats restent à confirmer avec d'autres solvants et d'autres provenance.

Selon **Ponce et al., (2003)**. **Khaldi et al., (2015)** montrent que l'extrait méthanolique des parties aériennes d'*Atriplex halimus* récoltées dans la région de Mascara présentent le plus haut pouvoir inhibiteur contre *Staphylococcus aureus* et *E.coli* et ces résultats sont similaires avec nos résultats. **Abdel Rahmane et al., (2011)**, signalent que les extraits méthanoliques des parties aériennes d'*Atriplex halimus* récoltées sur la côte occidentale de la méditerranée (Egypte) montrent que le germe *E.coli* est non sensible avec un diamètre nul de (0 mm), comparé à *K. oxytoca* qui a une sensibilité ou le diamètre atteint 10 mm et *S.aureus* est extrêmement sensible avec un diamètre de 20 mm.

5. Analyse Chromatographique par LC_QTOF

Cette technique consiste à réaliser un criblage des principales familles chimiques présentes dans la plante *A. Halimus*. Cette étape préliminaire servira dans le processus d'étude biologique. En effet, elle constitue une base de données sur les principaux métabolites existants dans les extraits (méthanolique, éthanolique). De plus, elle permet d'orienter l'interprétation des résultats.

Les résultats du criblage phytochimique effectué sur les extraits méthanolique et éthanolique de l'*A. halimus* sont regroupés dans le Tableau 12 :

Tableau 12 : Analyse chromatographique des extraits d'*Atriplex halimus* L.

Molécule	Djelfa		Tebessa	
	EOH	MEOH	EOH	MEOH
Ketoxal	+	+	+	+
Irganox 1076	+	+	+	+
Chlorogenine	+	+	+	+
D-tryptophan	-	+	-	-
Oxymesterone	+	+	+	-
Riboflavin	-	+	+	-
Carvedilol	-	-	-	+
Carbimicilin	-	+	-	-
Mevalonic	-	+	-	+
Floroxacine	-	+	-	-

Présence (+), Absence (-)

D'après les résultats obtenus, on note que les molécules (Ketoxal, Irganox1076, chlorogénine) sont présents dans tous les extraits méthanolique et éthanolique des feuilles des deux écotypes testés (Djelfa, Tebessa) (Annexe 02).

Les autres molécules identifiées comme la carbinicine, la floroxacine et le D-tryptophane sont présents uniquement dans l'extrait méthanolique de l'écotype de Djelfa, et le carvedilole est présent dans l'extrait méthanolique de l'écotype de Tébéssa.

La riboflavine est présente dans l'extrait méthanolique de Djelfa et éthanolique de l'écotype de Tébéssa.

Discussion

La présence de ces molécules peut expliquer l'effet antibactérien des extraits des feuilles d'*Atriplex halimus* sur les 4 souches bactériennes testées (*E.coli*, *K.oxytoca*, *P.aeruginosa*, *S.aureus*).

En effet, plusieurs travaux de recherches soulignent que le pouvoir antibactérien de ces molécules comme la D-tryptophane et la floroxacine qui est un traitement contre l'infection de *Staphylococcus aureus* (Schrenzel et al., 2004 ; Chen et al., 2018).

Housseinzadeh, (2006) quant à lui montre que la molécule carbinicine est utilisée comme antibiotique qui traite les infections invasives des souches *Pseudomonas aeruginosa*.

La Riboflavine identifiée dans nos extraits a une action anti-mycobactérienne (Hrale et al., 2021).

Conclusion et perspectives

Atriplex halimus L. est une espèce végétale algérienne xéro-halophyte et nitrophile, appartenant à la famille des amarantacées. Elle pousse sur un large éventail de sols et décrite comme un hyper accumulateur métalliques. Cette plante est très connue comme une plante fourragère, qui résiste aux conditions de sécheresses sévères et peut pousser dans des sols salins.

Par ailleurs, durant les deux dernières décennies, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation des produits naturels pour combattre certaines maladies par la population locale. La découverte des ressources naturelles du règne végétal en particulier reste capitale pour la mise au point de nouveaux remèdes thérapeutiques.

La présente étude ayant porté sur l'extraction des huiles essentielles, les extraits méthanolique et éthanolique de l'espèce *Atriplex halimus* de deux régions différentes (Djelfa et Tébessa) a montré une variation entre les écotypes et les extraits testés.

Les rendements obtenus en huiles essentielles de l'*Atriplex halimus* sont nul (0 %) pour les deux provenances (Djelfa et Tébessa) comparés aux extraits méthanolique et éthanolique testés. Notons que le rendement de l'extrait méthanoïque est de 23,1 % et 27,6 % pour Tébessa et Djelfa respectivement. L'extrait éthanolique enregistre quant à lui 11,9 % et 12,52 % respectivement pour Tébessa et Djelfa.

L'activité antimicrobienne déterminée sur les 3 souches fongiques (*Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Asepergillus niger*) ont montré un résultat nul (0%) et ce quel que soit l'écotype (Djelfa, Tébessa) ainsi que le type d'extrait (méthanolique, éthanolique).

L'activité antibactérienne quant à elle déterminée sur 4 souches bactériennes (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella oxytoca*, *Staphylococcus aureus*) selon la méthode de diffusion par disque a montré que l'extrait des feuilles de l'*Atriplex halimus* n'a aucun effet sur la bactérie *P.aeruginosa*.

L'extrait méthanolique des feuilles de Tébessa a un meilleur effet sur *staphylococcus aureus* et *E. coli* comparé à l'extrait éthanolique des feuilles de Djelfa qui enregistre une inhibition envers *K.oxycota* .

L'analyse chromatographique a permis de détecter des composés bioactifs notamment les plus importants ayant un pouvoir antimicrobien et antifongique notamment carbiniciline, floxacine et D-tryptophan. D'autres molécules ont été détectés notamment ketoxal, irganox 1076, Ethyldibunat et chloropénie.

A partir, de cette étude préliminaire, de nouvelles perspectives de recherche peuvent être entamées pour expliquer les différentes activités biologiques des molécules bioactives de la plante spontanée, qui peut être utilisée comme plante médicinale à appliquer.

Il sera donc judicieux d'orienter le travail vers :

- Un développement des procédés d'extractions supplémentaires pour maximiser l'utilisation des molécules phytochimiques existantes dans la matrice de différents organes végétaux d'*Atriplex halimus*.
- Diversification des zones d'étude de l'échelle nationale et des périodes d'échantillonnage
- Tester les molécules isolées in vivo sur différents biologiques pour trouver d'autres applications thérapeutiques, comme traitement anti-inflammatoire, anti-diabète et éventuellement comme anticancéreuses.
- Tester d'autres souches bactériennes et fongiques.
- Cette espèce peut être recommandée dans l'industrie agro-alimentaire

Références bibliographiques

1. **Abbad A., Cherkaoui M., Wahid N., El Hadrami A., Benchaabane A., (2004).** "Variabilités phénotypique et génétique de trois populations naturelles d'*Atriplex halimus*", Comptes Rendus Biologies, Vol. 327, n°4, pp : 371-380.
2. **Abdel Rahman S.M., Abd-Ellatif S.A., Deraz S.F., Khalil A.A., (2011).** Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterranean coast, Egypt: Natural alternatives for infectious disease treatment. African Journal of Biotechnolog. Vol. 10 n°52. pp: 10733-10743.
3. **Abdelguerfi A., Abdelguerfi-Laouar M., (2004).** Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral: Diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. *Cahiers Options Méditerranéennes*. Vol. 62. pp: 29-41.
4. **Abu-Zanat M.W., Ruyle G.B., Abdel-Hamid N.F., (2004).** "Increasing range production from fodder shrubs in low rainfall areas", Journal of Arid Environments, Vol. 59, n°2, (2004), pp: 205-216.
5. **AFNOR, (2000).** Association Française de Normalisation. Normes françaises : huiles essentielles. AFNOR, Paris. pp :14-15.
6. **Ahmadou K., Mekhlouf M.A., (2019),** Variabilité des caractères morphologiques et composition minérale des populations naturelles d'*Atriplex halimus* Cas Mostaganem et Oran. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. pp : 112 .
7. **Alicata M.L., Amato G., Bonnano A., Giambalvo D., Leto G., (2002).** In vivo digestibility and nutritive value of *Atriplex halimus* alone and mixed with wheat straw; *Alternative medicine Review*, Vol. 139 n°0, pp: 139-142.
8. **Anand U., Jacobo-Herrera N., Altemimi A., Lakhssassi N.A., (2019).** Comprehensive Review on Medicinal Plants as Antimicrobial Therapeutics: Potential Avenues of Biocompatible Drug Discovery. *Metabolites*. Vol.9 n°11. pp :258. Published 2019 Nov 1. doi:10.3390/metabo9110258.
9. **Aouissat M., Walker., David J., Hcini, Kheiria., (2011).** Concentrations d'osmolytes dans *Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. adapté à la salinité et aux basses températures (Chenopodiaceae) Dans : *Anales de Biologie* . Servicio de Publicaciones, Université de Murcie. pp :117.
10. **Aouissat M., Walker DJ., Hcini K., Belkhodja M., Correal E., (2011).** Concentrations d'osmolytes dans *Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. adapté à la salinité et aux basses températures (Chenopodiaceae) Dans *Anales de Biologie* (n° 33, p. 117). Servicio de Publicaciones, Université de Murcie.

11. **Apurba S. Sastry, Sandhya Bhat, (2018).** Essentials of Medical Microbiology. Jaypee Brothers Medical Publishers; Second edition India.
12. **Bahorun, T., (1997).** Substances naturelles actives, la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. *Food and Agricultural Research*.
13. **Belkhodja M., et Bidai Y., (2004).** Réponse des graines *Atriplex halimus* la salinité au stade germination sécheresse 15 (04).
14. **Belouad A., (2001) :** Plantes médicinales d'Algérie, éd. office des Publications Universitaires, Alger.pp : 284 .
15. **Benabadji N., Bouazza M., Merzouk M., Ghezlaoui S.M.B.E., (2004).** "Aspects phytoécologiques des Atriplexaies au Nord de Tlemcen (Oranie, Algérie) ", *Rev. Sci et Tech*, no 22. pp :62-79.
16. **Benhammou, N., Bekkara, F.A., Panovska, T.K., (2007).** Pouvoir antiradicalaire des composés phénoliques de *Pistacia lentiscus* L. ET *Pistacia atlantica* desf. *Avancées en sciences alimentaires* , 29 (3), 155-161.
17. **Benhammou N ,F .Atik Bekkara T., Kadifkova Panovska ., (2009)"** Activité antioxydante des extraits méthanoliques et de certains composés bioactifs d'*Atriplex halimus*. *Comptes Rendus Chimie* , Vol 12 no (12), 1259-1266
18. **Nedjimi B., Bekai Z., Guit B., Toumi M., Daoud Y., (2013).** Germination et croissance d'*Atriplex halimus* sub sp. *Schweinfurthii* en présence de CaCl₂. Université de Djelfa. Articl. P:16-23.
19. **Benmansour M.Y., (2014).** Contribution à l'étude physiologique des Atriplexaies de la région de l'Emir Abdelkader. (Wilaya d'Ain Té mouchent). Diplôme de master. Université de Tlemcen. pp: 18-19.
20. **Berri R., (2008).** Contribution à la détermination de la biomasse consommable d'une halophyte atriplex. Univerité Kasdi Merbah, Ouargla. pp :15-19.
21. **Bianchi V., Duployez N., El Anbassi S., (2013).** Bactériologie - virologie. De Boeck. (Prepa pharma).
22. **Binet P., Brunel J., (1986) :** Physiologie Végétale. Tome II. Edit., Doin.p40.
23. **Bouaziz H., Fki, Jemaih, Ayadi M., Sayadi S., (2008).** Effect Of Storage On Refined And Husk Olive Oils Composition: Stabilization By Addition Of Natural antioxidant from chemical Olive Leaves. *Food Chemistry*. pp :253-262.
24. **Bouchouka M., (2016).** Extraction Des Polyphénols Et Etude Des Activités Antioxydante Et Antibactérienne De Quelques Plantes Sahariennes. pp : 27-32

25. **Bouchoukh I., (2010).** Comportement écophysologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin. Thèse Magister Biologie végétale, Université Mantouri, Constantina. pp :31-33/112
26. **Bouhadjra K., (2011).** Etude 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. pp : 7
27. **Boukerker H., Salemkour N., Nouasria D., Benyakhlef B., Nacereddine S., Chalabi K., Belhamra M., (2016).** "La végétation steppique au profit de la phytothérapie dans la région d'El Bayadh", Journal Algérien des Régions Arides (JARA), No13.pp :1.
28. **Boussaid M., Ben Fadhel N., Zaouali Y., Ben Salah A., Abdelkefi A., (2004).** Plantes pastorales en milieux arides de l'Afrique du Nord. *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol 62, pp : 55-59.
29. **Brandle J. R., (1987).** Windbreaks and crop production. SAF National Convention, October 18-21, Minneapolis (USA).
30. **Bruneton J., (1993)-** Pharmacognosie, phytochimie plants médicinaux. Paris, Lavoisier, pp :585-588.
31. **Bruneton J., (2009).** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., revue et augmentée, Paris, Tec & Doc – Éditions médicales internationales. pp : 1288.
32. **Capo M., Courilleau V., Valette C., (1990).** -Chimie des couleurs et des odeurs. Culture et techniques, pp : 204.
33. **Casasni L, (2022).** Cractérisation ecophysologique et biochimique d'*Atriplex halimus* en réponse aux stress abiotiques. Thèse de doctorat, Université Blida 1, pp : 9-10
34. **Chehma, A., Djebar, M. R., (2008).** "Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique", Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie, 17. pp :36-45.
35. **Chen J., Kudo H., Kan K., Kawamura S., et Koseki S., (2018).** Growth-inhibitory effect of D-tryptophan on *Vibrio* spp. in shucked and live oysters. *Applied and Environmental Microbiology*, vol 84 no (19).
36. **Cherifi K., Haddioui A., Mohamed Boufous H., (2016).**). " Growth and proline content in NaCl stressed plants of annual medic species international of Advanced", Research in Biological Science. Vol 3(9). pp: 82-90.

- 37. Chikhi I., (2013).** Composition chimiques et activités biologiques des extraits de cinq plantes aromatiques et médicinales de l'ouest d'Algérie. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle en chimie. Université Abou Beker Belkaid Tlemcen. pp :18-20.
- 38. Chikhi I., Allali H., Dib M. E. A., Medjdoub H., Tabti B., (2014)."** Antidiabetic activity of aqueous leaf extract of *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae) in streptozotocin-induced diabetic rats", Asian Pacific journal of tropical disease, V.4, no 3. pp: 181-184.
- 39. Cox S.D., Mann C.M., Markham J.L., Gustafson J.E., Warmington J.R., Wyllie S.G., (2001).** Determining the Antimicrobial Actions of Tea Tree Oil. *Molecules*, 6. pp 87-91.
- 40. Crozier A., (2003).** Classification and Biosynthesis of Secondary Plant Products: An Overview. In *Plants Diet and Health* Ed. Goldberg. pp: 27- 48.
- 41. Dehimi K., Djoudi Z., Boulaaouad A., Maadadi A., Dahamna S., Khennouf S., (2020).** A contribution to the valorization of two medicinal plants: *Atriplex halimus* Sub. Sp. *Schweinfurthii* and *Bunium Incrassatum*, Growin in the region of M'Sila (North-East-Algeria). *Indian journal of novel drug delivery*. Vol 12 no 4. pp: 208-216.
- 42. Delille L., (2007).** Les plantes médicinales d'Algérie. Éd.BERTI, Alger. pp : 122.
- 43. DeTata D., Collins P., et McKinley A. (2013).** A fast liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry (LC-QToF-MS) method for the identification of organic explosives and propellants. *Forensic Science International*, 233(1-3).pp: 63-74.
- 44. Eisenhut M. (2007).** The toxicity of essential oils. *Jour, International journal of infectious diseases*. Vol 11no 4. pp: 365.
- 45. El Mzouri E., Chiriyaa A., El Mourid M., Laamari A., (2000).** Improving feed resource and quality in the dryland areas of maroco by introducing the stripalley cropping system Vol 2. pp 340-347.
- 46. El-Shatnawi MJ, Mohawesh Y. (2000).** Seasonal chemical composition of saltbush in semiarid grassland of Jordan. *Journal of Range Management*. 53, 211-214.
- 47. Emam S., (2011).** Bioactive constituents of *Atriplex halimus* plant. *Journal of natural products*. pp:25-41.
- 48. Fahlbusch, Karl-Georg., (2003).** Hammerschmidt, Franz-Josef; Panten, Johannes; Pickenhagen, Wilhelm; Schatkowski, Dietmar; Bauer, Kurt; Garbe, Dorothea; Surburg, Horst.; "Flavors and Fragrances"Ullmann 'Encyclopedia ofIndustrial Chemistry. doi:10.1002/14356007.pp:_141.

- 49. Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., et Abdelly C., (2008).** Composition phénolique des organes de *Cynara cardunculus* L. et leurs activités biologiques. *Comptes Rendus Biologies*, Vol 331 no (5).pp : 372-379.
- 50. Fried, G., (2015)** " Focus sur une espèce : *Atriplex halimus* L. (Amaranthaceae) ", Journal de Botanique de la Société Botanique de France, Vol 72.pp : 69-71.
- 51. Gavinet J., (2007).** Appropriation, usage et gestion des ressources sylvopastorales A WABZAZA, haut Atlas central, Maroc. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme 'Ingénieur Forestier Spécialisation Foresterie Rurale et Tropicale AGROPARISTECH Ecole nationale du génie rural des eaux et des forêts- FIF. Paris. pp:106.
- 52. Guettoche S. (2021).** Etude phytochimique d'*Atriplex halimus* et la détermination de son activité biologique (Région Ouargla Algérie). Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla. pp : 6.
- 53. Guiraud J. et Galzy P. (1998).** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod. Paris. pp 615.
- 54. Guiraud J.P. (1996).** Microbiologie alimentaire. (Ed) Dunod. Paris. pp 9-320.
- 55. Haddouche F., (2008).** Article de synthèse : Huiles essentielles et activités biologiques, Application à deux plantes aromatiques. Journal les technologies de laboratoire N°8.
- 56. Halewyn, M.A, Leclerc, J.M, King, N, Belanger, M, Legris, M and Frenette, Y., (2006).** Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur, Institut national de santé publique du Québec. pp :166.
- 57. Hamadou Daouda, Y., (2015).** Les politiques publiques agricoles au Niger face aux défis alimentaires et environnementaux: entre échecs répétitifs et nouvelles espérances. *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux.* pp : 115-136.
- 58. Harale B., Kidwai S., Ojha D., Singh M., Chouhan D. K., Singh R., et Rode A. B., (2021).** Synthesis and evaluation of antimycobacterial activity of riboflavin derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters.* pp128-236.
- 59. Hellal Z., (2011).** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*), Magister en BIOLOGIE Option : Biochimie Appliquée et Biotechnologies, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. pp :8-112.
- 60. Hesham H.A., Rassem, Abdurahman H., Nour., Rousli M., Yunus., (2016)** "Techniques d'extraction de Huiles Essentielles De Plantes : Une Revue",

- Australien Journal des sciences fondamentales et appliquées, Vol 10 no 16). pp : 117-127.
- 61. Hosseinzadeh., Hossein., BAZAZ B.S., FAZLI., Sadati M., Moaddab., (2006)** "In vitro evaluation of methylxanthines and some antibiotics: interaction against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*."pp: 163-167.
 - 62. Ilyas C., (2013).** Composition chimique et activités biologiques des plantes médicinales. Vol 3 no(9). pp: 82-90.
 - 63. Iserin P., (2001).** Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersiey Limited, Londres.
 - 64. Kachout S., Sai., Ennajah R.A., Mechergui A., Ben Mansoura Z., Ouerghi et N., Karray Bouraoui., (2016).** Effect of Seed Weight and Salinity on the Germination of Garden Orache (*Atriplex hortensis* L.). Universitaire, Tunis 1060, Tunisia. pp :404-410.
 - 65. Kadereit G., Mavrodiev E.V., Zacharias E.H., Sukhorukov A. P., (2010).** "Molecular phylogeny of Atripliceae (Chenopodiaceae): Implications for systematics, biogeography, flower and fruit evolution, and the origin of C4 photosynthesis", Amer. J. Bot. Vol 97 n° 10. pp 1664-1687.
 - 66. Kessler J.J., (1990).** *Atriplex* forage as a dry sea supplementation feed sheep in the Montane Plains of the Yemen Arab Republic. j. Arid Environments.pp:225-234.
 - 67. Khaldi A, Amamra D, Tirtouil A, Maghdouri N.1, Belhadj N.,(2015).**Effect of *Atriplex halimus* on resistant bacterial strain of different origins.International Conference on Advances in Agricultural, Biological and Environmental Sciences (AABES-2015) July 22-23, 2015 London(UK)
 - 68. Khenaka K., (2011).** Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogènèse ruminale chez l'ovin, Diplôme de Magister En Microbiologie Appliquée, Université Mentouri Constantine.
 - 69. Kouamé B., (2012).** Valorisation des quatre plantes médicinales Ivoirienne : étude phytochimique, Thèse de doctorat, Université de Nantes, pp.18.
 - 70. Le Houérou, H.N., (1992).** The rôle of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land réhabilitation in the: physiological process in plant ecology. Toward a semi-arid land. (Ed) Academic Press. INC, New York (U.S.A), pp: 601-642.
 - 71. Mâalem S., (2011).** Étude 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. pp :100.

- 72. Martinez J. P., Lutts S., Schanck A., Bajji M., Kinet J. M., (2004).** “Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L?”, Journal of plant physiology, Vol 161, n° 9, pp: 1041-1051.
- 73. Mendgen, K., Hahn, M., Deising, H. (1996)** Morphogenesis and mechanisms of penetration by plant pathogenic fungi. Anu Rev Phytopathol 34: pp : 367-386.
- 74. Meyer-Warnod, B., (1984).** Natural essential oils: extraction processes and applications to some major oils, Perfumer & Flavorist 9, 93-103.
- 75. Min B. R. 1., Pinchak W. E., Merkel R., Walker S., Tomita G., et Anderson R. C., (2008).** Comparative antimicrobial activity of tannin extracts from perennial plants on mastitis pathogens. Scientific Research and Essay, vol 3 no (2): 66-73.
- 76. Mulas M. et Mulas G., (2004).** 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. pp : 112.
- 77. Munaz F., Andueza J.D., Delgado I., Ochoa M.J., (2000).** Chemical composition and in vitro.
- 78. Nedjimi, B., (2012).** “Seasonal variation in productivity, water relations and ion contents of *Atriplex halimus* spp. *schweinfurthii* grown in Chott Zehrez wetland, Algeria”, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, V.11, no1, pp:43-49.
- 79. Nogaret A.S., (2003) -** La phytothérapie : Se soigner par les plantes. Ed.Groupe Eyrolles, October 18-21, Minneapolis (USA).
- 80.OMS, (2005).** La résistance aux antimicrobiens : une menace pour la sécurité sanitaire mondiale. A 58/14, pp : 1-6.
- 81. Ortiz-Dorda, J., Martinez-Mora, C., Correal, E., Simon, B., Cenis, J.L., (2005).** “Genetic structure of *Atriplex halimus* populations in the Mediterranean Basin”, *Ann. Bot.*, V. 95, 827-834.
- 82. Ouldkadour A., (2019)"** Etude de l'effet antifongique des extraits bpolyphénolique de l'*Atriplex halimus* L., sur la croissance de certains champignons dermatophyte". Thèse de doctorat. , université Abdlhamid Ibn Badis de Mostaganem, pp20-23.
- 83. Ounaissia K., bennadjaS., alianeL., djahoudi, A. (2020).** phytochemical screening and anti-bacterial activity of methanolic extracts of the aerial parts

- 84. Oussou K.R., (2009).** Etude chimique et activité biologique des huiles essentielles de sept plantes aromatiques de la pharmacopée Ivoirienne, Thèse de Doctorat, Université de Cocody-Abidjan. pp : 191.
- 85. Ponce A. G., Fritz R., Del Calle C.E., Roura S. I., (2003),** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, **36** :pp : 679-684.
- 86. Quezel P., et Santana S., (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. (Ed) CNRS. Paris. pp: 286-290.
- 87. Rachid A., Rabah D., Farid L., Zohra S. F., Houcine B., Nacéra B., (2012) .,**” Ethnopharmacological survey of medicinal plants used in the traditional treatment of diabetes mellitus in the North Western and South Western Algeria”, *Journal of Medicinal Plants Research*, V.6, no10,. pp:2041-2050.
- 88. Rahman S. M. A., Abd-Ellatif S. A., Deraz S. F., Khalil A. A., (2011).”** Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterranean coast, Egypt: Natural alternatives for infectious disease treatment”, *African Journal of Biotechnology*, Vol 10, no52.pp:10733-10743.
- 89. Rai R. et B. Suresh., (2004).** *Indian Journal of Traditional Knowledge*, vol 3no (2).pp: 187-191.
- 90. Rasband, W.S, (2018).** “ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA”, <https://imagej.nih.gov/ij/>, of *Atriplex halimus* L., from biskra(algeria). *international journal of agricultural and natural sciences*, vol 13 no(1).pp: 26-33.
- 91. Rasooli I. and Abyaneh M. R, (2004).** Inhibitory effects of Thyme oils on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *Food. Control.* vol 15. pp : 479-483.
- 92. Richter G., (1993) ;** Métabolisme des végétaux physiologie et biochimie, Presses polytechniques et universitaires. Romandes, pp : 292 .
- 93. Roux D., (2008).** Conseil en aromathérapie. 2ème édition, Pro-Officina., pp:187.
- 94. Saihi R., (2011).** Etude phytochimique extraction des produits actifs de la plante *Artemisia campestris* de la région de Djelfa : Mise en évidence de l'activité biologique [Doctorat]: Université Ahmed Ben Bella d'Oran 1 Es Senia. Algérie. pp : 83.
- 95. Samate Abdoul D. (2001) :** composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso
- 96. Schrenzel J., Harbarth S., Schockmel G., Genné D., Bregenzer T., Flueckiger U., et Swiss Staphylococcal Study Group. (2004).** A randomized clinical trial to compare

- floxacin-rifampicin with flucloxacillin or vancomycin for the treatment of staphylococcal infection. *Clinical infectious diseases*, vol 39 no (9).pp: 1285-1292.
- 97. Sebai M., Boudali M., (2012).** La phytothérapie a la confiance et méfiance. Institut de formation paramédical CHETTI
- 98. Sekkoum K., Belboukhari N., Cheriti A., (2014).** Nouveaux flavonoïdes issus d'un extrait bioactif de la plante médicinale algériennes *Launeabarborexens*. Vol 4 no 4.pp : 267-271.
- 99. Slama K., Boumendjel M., Taibi F., Boumendjel A., et Messarah M., (2018).** *Atriplex halimus* aqueous extract abrogates carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity by modulating biochemical and histological changes in rats.
- 100. Smirnoff N, Foyer C, Dietz K, Mittler R, Feierabend J, Grace S, Desikan R Jones M, Vreeburg R, Logan B, Jaspers P, (2005).** Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants, Blackwell publishing.
- 101. Stringi L., Amato G., et Gristina L., (1991).** Le rôle de certains arbustes fourragers dans l'optimisation de la production fourragère en zone méditerranéenne semi-aride. *Agricoltura mediterranea (Pise)* , vol121 no (1).pp : 16-23.
- 102. Sylvain S., (2010).** Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthe de Corse et de Kumquats. Thèse de doctorat. Université de Corse (French). pp:222.
- 103. Talamali A. R., Gorenflot R., Dutuit P., (2007).** Hétérostylie intra-individuelle chez *Atriplex halimus L* (Amaranthaceae).pp : 871-879.
- 104. Talamali A., Dutui, 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*, vol 324 no (2),.pp107-113.
- 105. The Plant List, (2013),** Version 1.1. [site Web], <http://www.theplantlist.org/> (consulté le 1 janvier).
- 106. Titouche Y, Hakem A, Houali K, Meheut T, Vingadassalon N, Ruiz-Ripa L, Salmi D, Chergui A, Chenouf N, Hennekinne J., (2019).** Emergence of meticilline-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ST8 in raw milk and traditional produits laitiers dans la région de Tizi Ouzou en Algérie. *J. Dairy Sci*.
- 107. Traoré M.C., (2006).** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de quelques plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la dysménorrhée au Mali ; Thèse de doctorat : Université de Bamako, Mali. pp :175.

- 108. van Kan JAL (2006)** Licensed to kill: the lifestyle of a necrotrophic plant pathogen. Trends Plant Sci 11. pp :247-253.
- 109. Walker D.J., Lutts S., Sánchez-García M. et Correal E., (2014).** *Atriplex halimus* L.: Its biology and uses. Journ. of Arid Env. Pp:100-121.
- 110. Wang Q., Guan Y., Wu Y., Chen H., Chen F., Chu C. (2008).** La surexpression d'un gène *OsDREB1F* du riz augmente la tolérance au sel, à la sécheresse et aux basses températures chez *Arabidopsis* et le riz. Plante Mol Biol. pp : 589–602
- 111. Yabrir B., Touati M., Adli, B., Bezini E., Ghafoul M., Khalifa S., Guit B., (2018).** “Therapeutic use of spontaneous medicinal flora from an extreme environment (dune cordon) in Djelfa region, Algeria”, *J Pharm Pharmacogn Res*, V.5.pp: 358-373.
- 112. Zakkad F., (2016).** "Etude phytochimique et évaluation de quelques propriétés biologiques de trois espèces de l'Euphorbia". Thèse de doctorat., Université Badji Mokhtar Annaba. pp : 21-35.

Annexes

Annexe (1)

Analyses de la variance (ANOVA)

Rendement des extraits méthanoliques et éthanoliques

Facteurs	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Sommes des moyennes	Valeur F	Probabilité (P)
Extraits	1	8,3077	8,3077	50,02	0,003948 ***
Ecotypes	1	0,64103	0,64103	100,5	0,4233
Résiduels	3	0,440	0,06		

Codes significatifs: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '*' 0,1 '.' 1

Activité antibactérienne des extraits sur *Staphylococcus aureus*

Facteurs	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Sommes des moyennes	Valeur F	Probabilité (P)
Extraits	1	7,931	7,931	85,007	9,186e-05 ***
Ecotypes	1	45,916	45,916	492,147	5,485e-07 ***
Résiduels	6	0,560	0,093		

Codes significatifs: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '*' 0,1 '.' 1

Activité antibactérienne des extraits sur *Klasiella oxytoca*

Facteurs	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Sommes des moyennes	Valeur F	Probabilité (P)
Extraits	2	6,6885	3,3442	1,5906	0,26207
Ecotypes	1	21,2386	21,2386	10,1013	0,01303 *
Résiduels	8	16,8205	2,1026		

Codes significatifs: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '*' 0,1 '.' 1

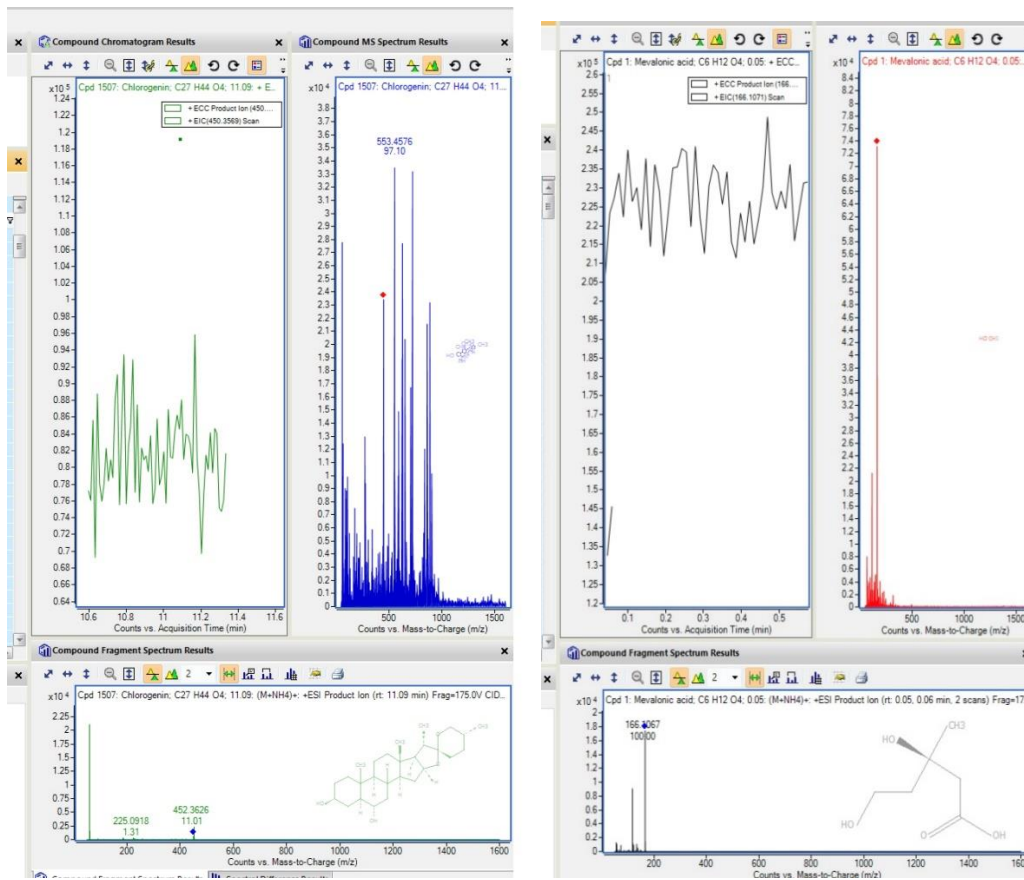
Activité antibactérienne des extraits sur *Escherichia coli*

Facteurs	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Sommes des moyennes	Valeur F	Probabilité (P)
Extraits	2	138,192	69,096	116,9638	1,196e-06 ***
Ecotypes	1	0,577	0,577	0,9761	0,3521
Résiduels	8	4,726	0,591		

Codes significatifs: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '*' 0,1 '.' 1

Annexes 02

Analyse chromatographique (LC-QTOF)

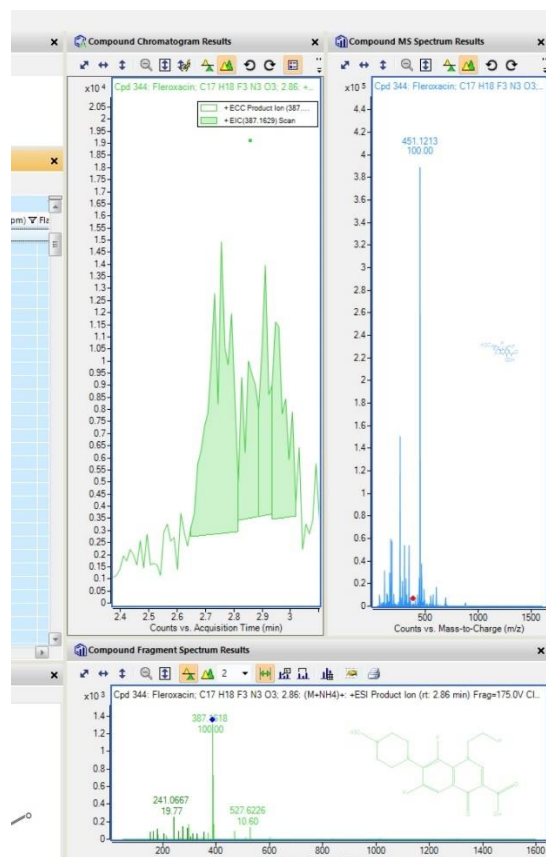


Chlorogenin

Mevalonic

Annexes 02

Analyse chromatographique (LC-QTOF)



Fleroxacin

