

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département de Biologie



Laqay

« Antibiotiques, Antifongiques : Physico-chimie, Synthèse et Activité Biologique »

## MÉMOIRE

Présenté par

**BENMOSTEFA IKRAM**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

En Sciences biologiques

**Option : Biochimie**

### Thème

**Effet de quelques extraits de l'*Atriplex halimus* sur les bactéries lactiques**

Soutenu le 08 Juin 2023, devant le jury composé de :

Président	AZZI R.	Pr.	Université de Tlemcen
Encadrant	BOUALI W.	M.C.A	Université de Tlemcen
Examineur	MEDJDOUB H.	M.C.B	Université de Tlemcen

**Année Universitaire 2022/2023**

## ملخص

هذا العمل هو جزء من الترويج للنباتات الطبية، القطف هو شجيرة ينتمي إلى عائلة Amaranthacées ، عفويًا ينمو في المناطق المناخية الحبوبية شبه الجافة و الجافة ، إنه نبات طبي يستخدم في الطب التقليدي بالجزائر لعلاج أمراض مختلفة مثل المغص ومضادات الإسهال مضاد للتشنج ، مطهر ، مضاد للروماتيزم ..  
تركز دراستنا على التحليل الكيميائي النباتي ، وكذلك على تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلص الهيدروأسيون من نبات القطف المقطوف من منطقة النعامة في الجزائر.

تم إجراء الاستخلاص بالنقع من الجزء العلوي من القطف في ماء الأسيون (70/30) ، وتم تجفيف المستخلص الناتج واستخدامه لتقدير نشاطها المضاد للبكتيريا في المختبر ضد ثلاثة أنواع من البكتيريا اللبنية: اکتوبوسيلوس و المكورات اللبنية و العقديّة ، تم تنفيذ طريقة الأبار لتحديد هذا النشاط

ينتج عن مستخلص الأسيون المائي مردود 10٪.

يوضح التحليل الكيميائي النباتي لمستخلص القطف وجود التانينات ، الفلويات ، الفلافونويد ، الكينونات الحرة ، الصابونين والمركبات المرجعة

أظهرت النتائج أن مستخلص الأسيون المائي له نشاط مضاد للجراثيم فقط لسلسلة بكتيرية المكورات اللبنية مع منطقة تثبيط تبلغ 10 مم بتركيز 400 مجم / مل. ومع ذلك ، فإن مستخلص الأسيون المائي ليس له أي تأثير على اکتوبوسيلوس و العقديّة.

ختاماً. يمكن استخدام القطف كمادة مضافة غذائية طبيعية لتحسين جودة الطعام بجرعات محددة جيداً ، طالما أنها لا تؤثر على نمو بكتيريا حمض اللاكتيك. هذا النبات يمكن أن يكون لها آثار عملية في صناعة الأغذية.

**الكلمات الدالة:** القطف ، البكتيريا اللبنية ، ماء الأسيون ، نشاط مضاد للجراثيم .

## Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation d'une plante médicinale *Atriplex halimus*, un arbuste, appartient à la famille des Amaranthacées, spontanée dans les étages bioclimatiques semi-aride et arides, C'est une plante médicinale utilisée dans la médecine traditionnelle en Algérie pour traiter diverses maladies telle que les affections coliques, anti-diarrhéique, antispasmodique, antiseptique, antirhumatismale..

Notre étude est portée sur une analyse phytochimique, ainsi que sur l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait hydroacétonique de la plante *Atriplex halimus* récoltée de la région de Naama de l'Algérie.

Une extraction par macération a été effectuée de la partie aérienne de l'*Atriplex halimus* dans l'eau- acétone (30/70), l'extrait obtenu est séché et utilisé pour estimer leur activité antibactérienne *in vitro* vis-à-vis trois bactéries lactiques : *Lactobacillus*, *lactococcus* et *Streptococcus*, la méthode de diffusion des puits sur gélose a été effectuée pour déterminer cette activité.

L'extrait eau- acétone présente un rendement de 10%.

L'analyse phytochimique de l'extrait de l'*A. halimus*, montre la présence des tannins, alcaloïdes, flavonoïdes, quinones libres, saponines et des composés réducteurs.

Les résultats montrent que l'extrait eau-acétone a une activité antibactérienne seulement pour une souche bactérienne *Lactococcus* avec une zone d'inhibition de 10 mm à une concentration de 400mg/ml. Cependant l'extrait eau-acétone ne présente aucun effet sur *Lactobacillus* et *Streptococcus*.

En conclusion, l'*Atriplex halimus* pourrait être utilisée comme additif alimentaire naturel pour améliorer la qualité des aliments avec des doses bien définies, du moment qu'elle n'affecte pas la croissance des bactéries lactiques. Cette plante pourrait avoir des implications pratiques dans l'industrie alimentaire,

**Mots clés :** *Atriplex halimus*, bactéries lactiques , activité antibactérienne, eau-acétone.

## **Abstract**

This work is part of the valorization of medicinal plant. *Atriplex halimus* is a shrub belonging to the Amaranaceae family and is found in temperate climates. It is a medicinal plant used in traditional medicine in Algeria to treat various diseases such as urinary tract infections.

Our study focuses on phytochemical analysis as well as the evaluation of the antibacterial activity of the hydroacetonic extract of the plant *Atriplex halimus* collected from the Naama region of Algeria.

Extraction by maceration was performed on the aerial part of *Atriplex halimus* using a water-acetone (30/70) mixture. The obtained extract was dried and used to assess its *in vitro* antibacterial activity against three lactic acid bacteria: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, and *Streptococcus*. The agar well diffusion method was conducted to determine this activity.

The water-acetone extract showed a yield of 10%.

Phytochemical analysis of the *A. halimus* extract revealed the presence of tannins, alkaloids, flavonoids, free quinones, saponins, and reducing compounds.

The results showed that the water-acetone extract exhibited antibacterial activity only against the *Lactococcus* bacterial strain, with an inhibition zone of 10 mm at a concentration of 400 mg/ml. However, the water-acetone extract had no effect on *Lactobacillus* and *Streptococcus*.

In conclusion, *Atriplex halimus* could be used as a natural food additive to enhance food quality with defined doses, as long as it does not affect the growth of lactic acid bacteria. This plant could have practical implications in the food industry.

**Keywords:** *Atriplex halimus*, lactic bacteria, water-acetone, antibacterial activity.

## Remerciements

*Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné l'envie, le courage et la force pour mener à terme ce travail*

*J'exprime ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements à Mme BOUALI Waffa, Maître de conférences classe « A », à l'Université d'Aboubekr Belkaïd, Tlemcen qui m'a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour ces encouragements, ses conseils, sa disponibilité et sa patience dans la correction de ce mémoire. Merci de m'avoir guidé avec gentillesse et bienveillance. Votre modestie et votre simplicité font de vous en plus de vos qualités professionnelles, une référence de bon sens de compétence.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance aux membres du jury d'avoir accepté de consacrer de leur temps pour lire et évaluer ce travail.*

*Mes sincères remerciements et ma plus profonde gratitude à Mr AZZI Rachid Professeur à L'université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury, et de m'avoir accordé de leur temps.*

*J'adresse ma plus profonde gratitude à Mme MEDJDOUB Houria, Maître de Conférences «B» à l'université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail en examinant ce mémoire, pour son aide et ses précieux conseils. Vos qualités humaines et professionnelles sont reconnues par tous et inspireront toujours notre admiration.*

## **Dédicaces**

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir aidé pour  
achever ce modeste travail que je dédie :

À mes chers parents, ma mère Rachida et mon père Ibrahim, pour  
l'éducation qu'ils m'ont prodiguée avec tous les moyens  
et au prix de tous les sacrifices qu'ils ont consentis à  
mon égard, pour leur patience, leur amour et leurs  
encouragements.

Que ce travail leur apporte joie et fierté;

À mes chères frères Yacine, Younes, Mohcin et Zaid  
et à toute ma famille Lagha ;

À tous mes enseignants, particulièrement

Mme Bouali Wafaa,

vous serez toujours dans ma mémoire, un symbole  
de sagesse et de bravoure;

## Liste des Figures

Figure 1 : L' <i>Atriplex halimus</i> L. ....	8
Figure 2 : Fleur d' <i>Atriplex halimus</i> .L.....	10
Figure 3 : les feuilles d' <i>A. halimus</i> .....	10
Figure 4 : Micrographies électroniques de quelques genres de bactéries lactiques .....	17
Figure 5 : Observation au microscope électronique des cellules de <i>Bifidobacterium</i> .....	18
Figure 6 : <i>Atriplex halimus</i> .....	21
Figure 7 : Les étapes d'extraction (a: Macération; b: Filtration; c: Evaporation; d : l'extrait après séchage dans l'étuve). ....	22
Figure 8 : Protocole expérimental .....	23
Figure 9 : Aspect des trois bactéries lactiques sur les milieux de cultures sélectifs MRS et M17. ....	26
Figure 10 : Préparation de l'inoculum.....	26
Figure 11 : Méthode de diffusion sur gélose (méthode des puits).....	27
Figure 12 : Extrait hydroacétonique.....	29
Figure 13 : Quelques résultats des testes phytochimiques, .....	30
Figure 14 : Les zones d'inhibitions de l'extrait par la méthode de diffusion des puis.....	32

## Liste des Tableaux

Tableau 1 : Classification d'espèce <i>Atriplex halimus</i> . .....	8
Tableau 2 : Composition chimique de quelques arbustes d' <i>Atriplex</i> .....	9
Tableau 3 : caractéristiques de l'extrait de l' <i>Atriplex halimus</i> . .....	29
Tableau 4 : Résultats de l'analyse phytochimique réalisé sur l'extrait d' <i>Atriplex halimus</i> . ....	30
Tableau 5 : Diamètres des zones d'inhibitions de l'extrait d' <i>Atriplex halimus</i> par la méthode des puits.....	31
Tableau 6 : Diamètre des zones d'inhibitions de la Gentamicine pour les trois souches bactériennes .....	32

# Table des Matières

## Liste des Figures

## Liste des Tableaux

## Table des Matières

### Introduction générale..... 01

### Partie I : Synthèse bibliographique

#### Chapitre I : Les plantes médicinales, *Atriplex halimus*

I. Les plantes médicinales.....	4
I.1. Généralités .....	4
I.2. Phytothérapie .....	4
I.3. Les modes de préparation domestiques .....	5
I.3.1. Infusion.....	5
I.3.2. Décoction.....	5
I.3.3. Macération .....	5
I.4. Principe actif des plantes médicinales .....	5
I.4.1. Métabolites primaires .....	6
I.4.2. Métabolites secondaires.....	6
I.4.2.1. Les composés phénoliques.....	6
I.4.2.2. Les alcaloïdes.....	7
I.4.2.3. Les terpènes.....	7
II. La plante étudiée, <i>Atriplex halimus</i> .....	8
II.1. Généralités sur les <i>Atriplex</i> .....	8
II.2. Systématique .....	8
II.3. Nomenclature.....	9
II.4. Composition chimique.....	9
II.5. Répartition géographique .....	9
II.6. La morphologie d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	10
II.7. Intérêt thérapeutique et les propriétés biologiques d' <i>Atriplex halimus</i> .....	11
II.7.1. Pouvoir antioxydant.....	11
II.7.2. Pouvoir antibactérien .....	12

#### Chapitre II : Les bactéries lactiques

I. Généralités sur les bactéries lactiques .....	14
II. Taxonomie des bactéries lactiques .....	14
III. Les propriétés antibactériennes des bactéries lactiques .....	15
IV. Les bactéries lactiques dans le domaine alimentaire.....	15
V. Principaux genres des bactéries lactiques .....	16

### Partie II : Partie Expérimentale

#### Chapitre I : Matériel et méthodes

1. Objectif.....	21
2. Matériel végétal.....	21
3. Matériel biologique.....	21
4. Extraction.....	22
4.1. Préparation de l'extrait hydro acétonique .....	22

4.2. Calculs des rendements en extraits .....	23
<b>5. Analyses phytochimiques .....</b>	<b>24</b>
5.1. Les composés phénoliques .....	24
5.2. Les alcaloïdes .....	24
5.3. Les terpénoïdes : Test de Slakowski .....	25
5.4. Les saponines (test de mousse) .....	25
5.5. Les composés réducteurs .....	25
<b>6. Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait étudié.....</b>	<b>25</b>
6.1. Préparation des solutions des extraits .....	25
6.2. Préparation des suspensions bactériennes .....	25
6.3. Préparation d'inoculum.....	26
6.4. Ensemencement des boîtes par écouvillonnage .....	26
6.5. Technique de diffusion sur la gélose M17 et MRS (méthode des puits) .....	27
<b>Chapitre II : Résultats et discussion .....</b>	<b>28</b>
1. Aspect et rendement .....	29
2. Analyses phytochimiques .....	30
3. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	31
<b>Conclusion.....</b>	<b>37</b>
<b>Références Bibliographiques .....</b>	<b>39</b>

# **Introduction générale**

Le développement de la recherche sur les plantes médicinales a été orienté vers l'obtention de phytomédicaments. Ce développement constitue une étape indispensable pour l'essor de tout un secteur lié aux besoins non seulement de la thérapie, mais aussi de l'industrie agroalimentaire, de la cosmétique et de la parfumerie. Les extraits naturels issus des plantes contiennent une variété de composés phénoliques et des huiles essentielles auxquelles on attribue un pouvoir inhibiteur des microorganismes et des capacités antimicrobiennes (Mohamdi, 2013).

Les plantes sont très utilisées dans le secteur agro alimentaire pour leurs effets multiples. Ces dernières sont aussi utilisées comme conservateur car elles peuvent limiter l'oxydation des lipides et agissent comme agent antimicrobien contre les micro-organismes pathogènes. L'incorporation des plantes dans les aliments peut avoir un impact positif sur la santé du consommateur.

L'espèce *Atriplex halimus* est typiquement méditerranéenne, valorisée d'une manière écologiquement durable aussi bien dans le milieu littoral que celui des régions arides. C'est une plante largement utilisée pour traiter les troubles digestifs, les brûlures, les toux grippales, les bronchites et les tumeurs .....ect (Guettoche, 2021).

L'objectif de la présente étude est l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extraits hydroacétonique de l'*Atriplex halimus* de la région de Naama par la méthode de diffusion sur gélose vis-à-vis trois bactéries lactiques : *Lactobacillus*, *Lactococcus* et *Streptococcus*.

Ce travail est présenté comme suit:

- La première partie est d'ordre théorique divisée en deux chapitres ; dont le premier comporte des données générales sur les plantes médicinales, et les propriétés sur l'*Atriplex halimus*, et le deuxième chapitre est réservé pour les bactéries lactiques
- La deuxième partie comporte le travail expérimental, les résultats obtenus et la discussion.
- A la fin une conclusion générale qui portera sur une lecture des différents résultats obtenus et les perspectives.

# **Partie I : Synthèse bibliographique**

# **Chapitre I : Les plantes médicinales,**

*Atriplex halimus*

## I. Les plantes médicinales

### I.1. Généralités

L'utilisation des plantes en phytothérapie est très ancienne et connaît actuellement une région d'intérêt au près du public, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS, 2003) environ 65- 80% de la population mondiale a recours au médecine traditionnelle pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (Ma *et al.*, 1997).

L'ethnopharmacologie et l'ethnobotanique ont pour finalité la compréhension des pratiques et des représentations relatives à la santé, à la maladie, et la description, l'évaluation thérapeutique des plantes utilisées dans les pharmacopées traditionnelles. L'usage empirique des différentes préparations traditionnelles des plantes est donc extrêmement important pour une sélection efficace de plantes puisque la plupart des métabolites secondaires de plantes employées en médecine moderne (Farnsworth *et al.*, 1986).

Les plantes médicinales sont utilisées en médecine traditionnelle (MTR) dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (Sonago, 2006).

### I.2. Phytothérapie

Etymologiquement, le terme « phytothérapie » provient de grec et se décompose en deux termes « phuton » et « therapeia » qui signifient respectivement « plante » et «traitement».C'est une thérapeutique inspirée de la médecine traditionnelle destinée pour traiter certains états pathologiques et troubles à base de plantes (Anne-Sophie, 2018).

Aujourd'hui, on distingue deux concepts distincts :

La Phytothérapie traditionnelle c'est basé sur un ensemble d'idées, des croyances, de pensées philosophiques, de connaissances qu'ils n'ont aucune preuve scientifique expérimentale suite au manque d'outils scientifiques, à ce moment-là (Jorite, 2015). Cependant, la phytothérapie moderne est apparu après l'émergence de la chimie moderne qui joue un rôle majeur dans le développement de la phytothérapie, elle est justifiée, expliquée la phytothérapie traditionnelle après l'étude des plantes médicinales qui a aidé à découverte les modes d'actions des éléments thérapeutiques de ces plantes, elle est aussi encouragée l'utilisation de produits d'extraction ou de synthèse. Brièvement, on peut dire qu'elle met les choses au clair (Merad et Mahiout, 2019).

### **I.3. Les modes de préparation domestiques**

#### **I.3.1. Infusion**

L'infusion consiste à verser de l'eau potable bouillante sur une droguetoute en la couvrant, puis la filtrer après refroidissement. Utilisée pour les parties les plus fragiles de la plante (les feuilles) Le temps (de quelques minutes à 1 heure) est variable (**Nogaret Ehrhart, 2003**).

#### **I.3.2. Décoction**

La décoction est une méthode d'extraction consiste à placer la matière végétale ou plantes médicinales dans de l'eau que l'on fait bouillir pendant un temps donné. Les décoctions sont généralement réalisées à partir des racines, d'écorce et de baies, aux quelles, on ajoute parfois des feuilles et des fleurs pour extraire leurs principes actifs (**Iserin, 2001**).

Selon **Iserin (2001)**, nous pouvons conserver la décoction dans un bocal fermé au réfrigérateur ou dans un endroit frais pendant 48 h maximum.

#### **I.3.3. Macération**

Cette opération s'obtient en mettant une certaine quantité d'herbes sèches ou fraîches dans un liquide : eau, vin ou alcool à froid, et en laissant en contact pendant un temps plus ou moins long; avec de l'eau quelques heures seulement (10 à 12 heures pour éviter la fermentation). Cette méthode est particulièrement indiquée pour les plantes riches en huiles essentielles et permet de profiter pleinement des vitamines et minéraux qu'elles contiennent (**Dellile, 2007; Scbauenberg et Paris, 2006**).

### **I.4. Principe actif des plantes médicinales**

D'après **Malec et al. (2004)** chez les plantes, il existe deux grandes classes des métabolites, les métabolite primaires sont essentielles dans le développement et la croissance de la plante, les plantes contiennent des métabolites secondaires qui peuvent être considérés comme des substances indirectement essentielles à la vie des plantes; les métabolites secondaires participent à l'adaptation de la plante avec l'environnement ainsi qu'à la tolérance contre les chocs (lumière UV, les insectes nocifs, variation de la température ...etc). Ces composés sont des polyphénols, des terpènes et stéroïdes ainsi que des composés azotés dont les alcaloïdes (**Zerari, 2016**).

### I.4.1. Métabolites primaires

- **Les glucides**

Sont des molécules indispensables à la survie des organismes vivants car sont à la base des mécanismes énergétiques et de la biosynthèse des autres métabolites (**lei et al., 1996**).

- **Les lipides**

Les lipides sont des substances organiques caractérisés par une propriété physique «la solubilité», ils ont une solubilité nulle ou faible dans l'eau, mais par contre élevée dans les solvants organiques apolaires. Ce sont des molécules, soit complètement apolaires (lipide neutre), soit bi polaires, avec une tête polaire liée à une chaîne fortement apolaire. Les lipides sont principalement constitués de carbone, d'hydrogène et d'oxygène et ont une densité inférieure à la densité de l'eau (**Louisot, 1983**).

- **Les protéines**

Les protéines sont des polymères linéaires d'acides aminés unis par une liaison amide, dite liaison peptidique établie entre le groupement  $\alpha$ -carboxyle de l'un et le groupement  $\alpha$ -aminé du suivant. Certains de ces acides aminés ne peuvent pas être fabriqués par l'organisme et doivent obligatoirement être apportés par l'alimentation on les appelle les « AA indispensables » (**André Briend, 1985**).

### I.4.2. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes, ils sont divisés principalement en trois grandes familles : les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes (**Marouf et Reynaud, 2007; Lutge et al., 2002**).

#### I.4.2.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques forment une grande classe de produits chimiques qu'on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficielles, ils sont des composés photochimiques polyhydroxylés et comprenant au moins un noyau aromatique à 6 carbones. Ils sont subdivisés en sous classe principales (**Chakou et Medjoudja, 2014**).

- **Les flavonoïdes**

C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques. Ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres. Elles sont omniprésentes dans les fruits, les légumes, les graines, les boissons tels le thé et le vin rouge et d'autres parties de la plante (**Tsimogiannins et Oreopoulou, 2006**).

- **Les tannins**

Les tanins sont un groupe de composés phénoliques polymères. Ils constituent des molécules fortement hydroxylées et peuvent former des complexes insolubles avec des glucides et des protéines (**Othman et al., 2019; Bravo, 1998**).

Les tanins végétaux peuvent être subdivisés en deux grands groupes : tannins hydrolysables et tannins condensés, en plus le troisième groupe qui ne se trouve que dans les algues brunes marines, les phlorotannins qui ne sont pas couramment consommées par les êtres humains (**Bravo, 1998**).

- **Acide phénolique**

Les phénols ou les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'unnoyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, elles peuvent être estérifiées, éthérifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides, ces phénols sont solubles dans les solvants polaires, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (médicament d'aspirine dérivée de l'acide salicylique) (**Iserinet al., 2001**).

#### **I.4.2.2. Les alcaloïdes**

Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, de caractère alcalin et de structure complexe (noyau hétérocyclique), on les trouve dans plusieurs familles des plantes, la plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un gout amer et certains sont fortement toxiques (**Wichil et Anton, 2009**).

#### **I.4.2.3. Les terpènes**

Les terpénoïdes sont une vaste famille de composés naturels près de 15000 demolécules différentes et de caractère généralement lipophiles, leurs grandes diversités due au nombre de base qui constituent la chaîne principal de formule  $(C_5H_8)_n$  selon la variation de nombre n, dont les composés mono terpènes, ses qui terpènes, diterpènes, triterpènes,... (**Wichtl et Anton, 2009**).

## II. La plante étudiée, *Atriplex halimus*

### II.1. Généralités sur les *Atriplex*

Les *Atriplex* sont des plantes arbustes vivaces appartenant à la famille des Amarantacées (anciennement Chenopodiacees) qui comprend 1400 espèces (Le houérou, 1992). Ces arbustes sont considérés comme des plantes fourragère, les espèces d'*Atriplex* qui ont suscité un intérêt particulier sont : *Atriplex halimus*; *Atriplex glauca*; *Atriplex malvana*; *A.repanda*; *A.atacamensis*; *A.mollis*; *A.semibaccata*; *A.canescens*; *A.vesicaria*. Il renferme plusieurs espèces distinguables par leur morphologie, leur cycle de développement et par leur adaptation écologique. Elles sont réparties dans la plupart des régions du globe et leur nombre total est estimé à 400 espèces. dont 48 sont propres aux régions du bassin méditerranéen (Mâalem *et al.*, 2011).



Figure 1: L'*Atriplex halimus* L. (Le Houérou, 1996).

### II.2. Systématique

D'après Quezel et Santa (1962) la classification de l'espèce *Atriplex halimus* L. dans le règne végétal est la suivante (tableau 1).

Tableau 1 : Classification d'espèce *Atriplex halimus* (Quezel et Santa, 1962).

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes (phanérogames)
Sous-embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Apétales
Ordre	Centrospermales
Sous ordre	Chénopondiales
Famille	Amarantacées (chénopondiacées)
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex halimus</i> L

### II.3. Nomenclature

Elle est connue en :

- Français : *Arroche halime* ou *Pourpier de mer*
- G'ttaf (L'egttef) en Algérie (**Kadi et al., 2016**).
- Chenane au Maroc (**Medjekal et Bousseboua, 2016**).
- Saltbuch en anglais (**Medjekal et Bousseboua, 2016**).

### II.4. Composition chimique

L'étude de la composition chimique d'*A. halimus* montre la présence de métabolites secondaires : tels que tanins, saponines et alcaloïdes. Aussi elle se caractérise par sa haute teneur en fibres alimentaires (cellulose), protéines, vitamines (B et C) et sels minéraux et faible teneur en matières grasses brutes (**Nedjimi et al., 2013; Benhammou et al., 2009**).

**Tableau 2 :** Composition chimique de quelques arbustes d'*Atriplex* (% de matière sèche et frais) (**A.C.S.A.D, 1999**).

Compositions chimiques	MS(%)	Cendres (%)	Fibres (%)	ENA (%)	PB (%)
<i>Atriplex halimus</i> frais	24	47	4.5	9.4	4.6
<i>Atriplex halimus</i> sèche	100	19.8	18.8	39.5	1.92

### II.5. Répartition géographique

Dans le monde, les *Atriplex* se rencontrent de l'Alaska à la Patagonie, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du sud (**Francllet et Le Houerou, 1971**).

En Algérie, L'*Atriplex* est spontanée dans les étages bioclimatiques semi-aride et arides, les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Tébessa, Batna, Msila, Boussaâda, Biskra, Djelfa, Tiaret, Saida). Le genre *Atriplex* se rencontre aussi sur le littoral et même au Sahara, particulièrement dans la région de Béchar où les nappes longent les dépressions d'Oued (**Benrebiha, 1987**).

## II.6. La morphologie d'*Atriplex halimus*

- **Touffes**

Ces plantes en forme des touffes de 0.5 à 3 m de diamètre et de 0.5 à 3 m de hauteur et dont les fruits sont des akènes regroupés en glomérules (**Benrebiha, 1987**) qui peuvent fournir entre 310g et 1720g/100 pieds selon l'espèce. Leur composition chimique varie selon l'espèce, la saison et les conditions pédoclimatiques (**Berri, 2009**).

- **Fleurs**

Fleurs monoïques; inflorescences en panicules d'épis terminales, nues (**Pottieralapetit, 1979**). Ces inflorescences portent souvent des fleurs mâles à cinq étamines au sommet et des fleurs femelles à la base dépourvue de périanthe.



**Figure 2 :** Fleurs d'*Atriplex halimus*

(<https://www.quelleestcetteplante.fr/especes/arbustes/Atriplex/halimus/fleur.jpg>)

- **La Feuille**

Les feuilles sont alternes, pétiolées, plus au moins charnues, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres, ovales, assez grandes et font 2 à 5 cm de longueur et 0,5 à 1 cm de largeur. L'inflorescence est monoïque, en panicule d'épis, terminale et nue. La valvifruite est cornée à la base. La graine est d'une teinte roussâtre (**In Maalem, 2002; Mesbah, 1998; Franclet et Le Houérou, 1971; Quezel et Santa, 1962**).



**Figure 3 :** les feuilles d'*A. halimus* (**Lucas Heitz, 2016**).

- **La graine**

La graine est verticale lenticulaire de couleur brune foncée, de 2mm de diamètre environ. Elle est terne et entourée de péricarpe membraneux. L'*Atriplex halimus* est une espèce halophyte ou monophanérophite fleurissant et fructifiant à partir du mois d'avril jusqu'en novembre. Elle est extrêmement hétérogène et polymorphe (Berri, 2008).

- **Les fruits**

Les fruits composés par les deux bractéoles, arrondis en rêne, dentés ou entiers, lisse ou tuberculeuses, droites ou récurées. La graine est verticale lenticulaire de couleur brune foncée, de 2 mm de diamètre environ. Elle est terne et entourée de péricarpe membraneux (Negre, 1961).

## II.7. Intérêt thérapeutique et propriétés biologiques d'*Atriplex halimus*

L'utilisation des plantes médicinales comme source de remèdes pour le traitement de plusieurs maladies date à la période préhistorique, Les extraits naturels de ces plantes contiennent une variété molécules bioactives aux activités biologiques et pharmacologiques très diverses. L'*Atriplex halimus* est une plante médicinale présente un intérêt thérapeutique intéressant, utilisée contre les affections coliques, anti- diarrhéique, antispasmodique, antiseptique, antirhumatisme, dilatation des vaisseaux. *Atriplex halimus* est utilisée dans le traitement de l'acidité gastrique : les graines crues et broyées sont ingérées comme vomitif, les racines, découpées en lanières à la manière du siwak servent pour les soins de la bouche et des dents. Les feuilles sont utilisées pour traiter des maladies cardiaques et pour le diabète, les sahariens attribuent aussi au pourpier de la mer *Atriplex halimus*, la propriété de soigner une maladie du dromadaire causé par trypanosome que lui incluent les taons : on utilise les feuilles d'*Atriplex halimus* sur les plaies pour les assécher (Bellakhdar,1997). Cette plante possède nombreuses activités biologiques (propriétés antioxydantes, antibactériennes.....) (Gattouche *et al.*, 2018).

### II.7.1. Pouvoir antioxydant

Plusieurs travaux ont été effectués sur l'analyse chimique des extraits et des huiles essentielles d'*Atriplex halimus* et sur leurs propriétés antioxydantes. Ils montrent la présence des métabolites secondaires: les phénols totaux, les saponines glycosides, les alcaloïdes, les tannins, les résines, les betaines et les flavonoïdes, aussi montrent la forte capacité

antioxydante de donner l'hydrogène pour réduire le fer et une activité plus élevée à piéger le radical DPPH. Donc réduisent le stress oxydatif (**Emam, 2011; Benhammouet *al.*, 2009**).

### **II.7.2. Pouvoir antibactérien**

Plusieurs travaux basés sur l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de la plante *Atriplex halimus*, ils montrent que cette plante est très efficace contre plusieurs souches bactériennes pathogènes des deux types de Gram (**Ounaissia *et al.*, 2020; Ziane *et al.*, 2020; Abdel Rahman *et al.*, 2011**).

## **Chapitre II: Les bactéries lactiques**

## I. Généralités sur les bactéries lactiques

Le groupe des bactéries lactiques défini pour la première fois par **Orla Jensen (1919)** ayant le statut GRAS (Generally Recognized As Safe), il présente un groupe hétérogène de microorganismes produisant de l'acide lactique comme produit principal du métabolisme (**Adams, 1988**). Les bactéries lactiques sont généralement mésophiles, certaines sont psychrotolérantes ou thermotolérantes, elles se développent majoritairement à pH 4,0-4,5 et certaines peuvent pousser à pH 9,6 ou pH 3,2. Elles ont des tolérances très variables vis à vis du sel (**Caplice et Fitzgerald, 1999**).

Les bactéries lactiques ont la capacité de fermenter les sucres en acides lactique, certaines sont homo-fermentaires sont capable de produire de l'acide lactique alors les autres hétéro-fermentaires produisent l'acide lactique en même temps que d'autres composés (acétate et éthanol). Elles ont des exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les peptides, les vitamines, les sels, les acides gras et les glucides fermentescibles (**Dellaglio et al., 1994**).

## II. Taxonomie des bactéries lactiques

Dans les premiers temps la taxonomie des bactéries lactiques reposait sur des caractéristiques morphologiques et physiologiques. La première définition technique, par **Orla-Jensen (1919)**, a reconnu les bactéries lactiques comme des cocci ou des bâtonnets à Gram positif, non sporulant, non mobiles et capables de cataboliser les sucres en acide lactique. Ces critères de classification ont conduit à une large définition des bactéries lactiques comprenant diverses bactéries. La taxonomie des bactéries lactiques a été révolutionnée en introduisant la phylogénie moléculaire basée sur la séquence des ARN ribosomiques qui a conduit à une reclassification importante de certaines espèces et sous-espèces. Plusieurs méthodes génotypiques, basées sur les acides nucléiques, sont utilisées en classification, tel que le pourcentage en GC qui est retenu comme un élément principal dans la répartition des bactéries lactiques (**König et Fröhlich, 2017**), les bactéries lactiques ayant une faible teneur en GC (-50 %), tandis que certaines lactobacilles atteindraient jusqu'à 57 % (**Sun et al., 2015**).

### III. Les propriétés antibactériennes des bactéries lactiques

On reconnaît depuis longtemps aux bactéries lactiques, la propriété de produire des substances antibactériennes leur permettant de se développer préférentiellement dans divers écosystèmes. L'activité antagoniste des bactéries lactiques est due aux métabolites excrétés : l'acide lactique et autres acides organiques, peroxyde d'hydrogène, diacétyl, reutériène et les bactériocines (**Beneddine et Djebrit, 2015**).

#### III.1. Activité probiotique

Les effets bénéfiques des bactéries lactiques sur la santé ont été discutés dès **1907** par **Metchnikoff** et ses études sur le yoghourt. De nos jours les recherches visent à exploiter les propriétés probiotiques des bactéries lactiques par rapport à leur potentiel dans le traitement des diarrhées ou encore la réduction de la formation de tumeurs (**Drouault et Corthier, 2001**).

Sans oublier la réduction du cholestérol sérique (**Shah, 2007**), la stimulation du système immunitaire et la réduction d'allergies chez des sujets à risques (**Gourbeyre et al., 2011**; **Savilahti et al., 2008**), ainsi que l'amélioration de la digestion du lactose au niveau de la paroi intestinale par les lactases de souches de *Lactococcus lactis* et *Streptococcus thermophilus*.

#### III.2. Activité autolytique

Du point de vue technologique cette caractéristique est intéressante chez les bactéries lactiques, car elle conduit à la libération des enzymes intracellulaires dans la matrice. Cela accélère l'affinage des fromages et contribue au développement des saveurs (**Collins et al., 2003**). Il a été rapporté que l'activité protéolytique est fortement augmentée chez *Lactococcus lactis* grâce à son activité autolytique (**Corrieu et Luquet, 2008**).

### IV. Les bactéries lactiques dans le domaine alimentaire

Le développement de l'industrie de transformation, en particulier de l'industrie laitière, a conduit à la production de ferments industriels capables d'assurer à la fois la qualité et la constance du produit (**Pfeiler et Klaenhammer, 2007**).

Dans la fabrication fromagère, elles jouent un rôle primordial dans les premières étapes de la transformation du lait, mais elles interviennent aussi directement et indirectement dans la phase d'affinage et dans la qualité sanitaire des produits finis. Leur action est liée

principalement à deux aspects de leur métabolisme : la production d'acides lactiques et l'activité protéolytique (**Desmazeaud, 1998**). Elles peuvent aussi développer et déterminer les qualités organoleptiques des produits fermentés (**Yaoa et al., 2009**) et sont également utilisées dans la fabrication des salaisons, du vin et des ensilages (**Drouault et Corthier, 2001**).

Du point de vue technologique, l'acidification participe aux propriétés rhéologiques (texture et saveur) du produit final, et elle joue un rôle important dans la conservation des aliments. L'activité acidifiante est très variable chez les bactéries lactiques, elle varie au sein d'une même espèce (**Raynaud, 2006**).

## V. Principaux genres des bactéries lactiques

- *Lactobacillus*

*Lactobacillus* appartient au phylum des Firmicutes, la classe des Bacilli, et l'ordre Lactobacillales, Il présente le genre plus grand et le plus hétérogène des bactéries lactiques incluant des espèces ayant des propriétés phénotypiques, biochimiques et physiologiques largement variées (**Axelson, 2004**).

Les lactobacilles sont des bactéries à Gram positif, non sporulés, leur forme peut aller de bâtonnet long et fin, court au coccobacille, groupés en paires ou en chaînes, immobiles, catalase négatif (certaines possèdent une pseudocatalase), ils ont une teneur en guanine cytosine (G+C) habituellement inférieure à 50%. Ils sont aérotolérants ou anaérobie, acidophiles, ils ont des besoins nutritionnels complexes (pour les glucides, les acides aminés, les peptides, les esters d'acides gras, des sels, des dérivés d'acides nucléiques et vitamines) (**Hammes et Vogel, 2012**). Leur température de croissance optimale est souvent comprise entre 30 et 40°C bien que la température générale de croissance peut varier de 2 à 53°C; ils peuvent se développer sur un intervalle de pH allant de 3 à 8 (**Pot et al., 2014**).

- *Streptococcus*

Les espèces de ce genre ont une forme ronde et sont assemblées par deux ou enchaîne, très exigeantes du point de vue nutritionnel. La plupart des espèces sont thermophiles, leur fermentation est homolactique (**Guiraud, 1998**). L'espèce *Streptococcus thermophilus* se différencie des autres par son habitat (lait et produits laitiers) et son caractère non pathogène (**Sutra et al., 1998; Leveau et Bouix, 1993**).

- *Lactococcus*

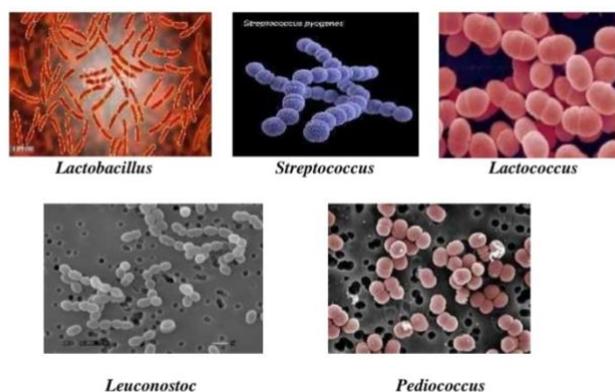
Ce sont des cellules sphériques, mésophiles, peuvent quelques fois s'allonger, elles produisent l'acide lactique Lac (+) (Leveau et Bouix, 1993). Les espèces de ce genre sont associées à de nombreuses fermentations alimentaires et ne possèdent aucun caractère pathogène, largement présent dans le lait et les produits laitiers. Certains espèces isolées de poissons et d'eau douce possèdent la particularité d'être mobile (Sutra *et al.*, 1998).

- *Pediococcus*

Ce sont des coques homofermentaires dont la particularité est le regroupement en tétrades. Ces bactéries sont mésophiles, le plus souvent incapables d'utiliser le lactose, et leur développement nécessite la présence de divers facteurs de croissance. Certaines espèces se distinguent par leur capacité à se développer à des teneurs en sels très élevées (Pilet *et al.*, 2005).

- *Leuconostoc*

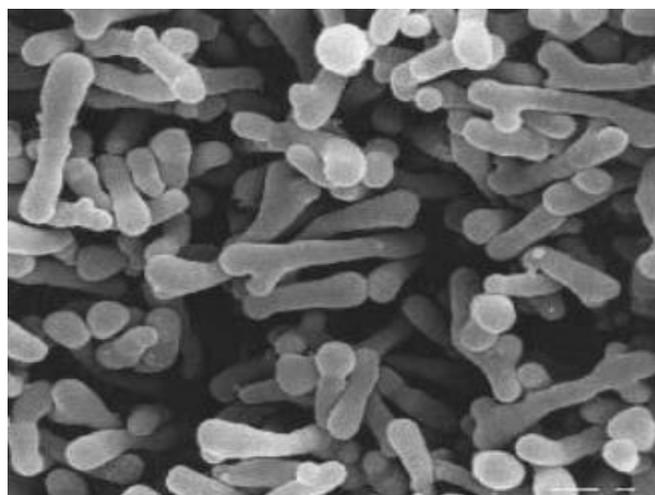
Les espèces de ce genre sont isolées des viandes stockées, des végétaux, des produits laitiers fermentés et des vins (Thunell, 1995). Elles forment des cellules sphériques, souvent allongées, et disposées en paires ou en chaînes (Tanigawa et Watanabe, 2011). Leur métabolisme est de type hétérofermentaires avec production d'acide lactique, de CO<sub>2</sub> et d'éthanol. La croissance est optimale entre 25°C et 30°C. Le développement des *Leuconostoc* entraîne, souvent, l'apparition d'une viscosité dans le milieu (Guiraud, 2003).



**Figure 4 :** Micrographies électroniques de quelques genres de bactéries lactiques (Hutkins, 2006).

- *Bifidobacterium*

Le genre *Bifidobacterium* est considéré comme faisant partie du groupe des bactéries lactiques grâce à la similarité de ses propriétés physiologiques et biochimiques et à sa présence dans le même habitat écologique, tel que le tube gastro intestinal. Les bifidobactéries se caractérisent par leur forme très irrégulière souvent en forme V mais pouvant être coccoïdes, la présence d'une enzyme, le fructose - 6- phosphate phosphocétolase, celle- ci leur permet de fermenter les hexoses en produisant de l'acide acétique et de l'acide lactique. Leur température de croissance varie de 36°C à 43°C. Le genre *Bifidobacterium* est considéré comme faisant partie du groupe des bactéries lactiques grâce à la similarité de ses propriétés physiologiques et biochimiques et à sa présence dans le même habitat écologique, tel que le tube gastro intestinal. Les bifidobactéries se caractérisent par leur forme très irrégulière souvent en forme V mais pouvant être coccoïdes, la présence d'une enzyme, le fructose - 6- phosphate phosphocétolase, celle- ci leur permet de fermenter les hexoses en produisant de l'acide acétique et de l'acide lactique. Leur température de croissance varie de 36°C à 43°C (Hot *et al.*, 2007; Pilet *et al.*, 2005; Axelsson *et al.*, 2004).



**Figure 5 :** Observation au microscope électronique des cellules de *Bifidobacterium* (Biavati *et al.*, 2000).

## **Partie II : Partie Expérimentale**

# **Chapitre I : Matériel et méthodes**

### 1. Objectif

L'objectif de cette étude est de tester l'activité antibactérienne *in vitro* de l'extrait hydroacétonique de la plante *Atriplex halimus* récoltée dans la région de Nàama vis-à-vis trois bactéries lactiques *Streptococcus*, *Lactobacillus* et *Lactococcus*.

Le travail expérimental a été effectué au sein du laboratoire « Antibiotiques, Antifongique : Physico-chimie, Synthèse et Activité Biologique » de la faculté des Sciences de la nature et de vie de l'université de Abou-Bekr Belkaid Tlemcen durant la période de Février et Mars de l'année 2023. L'identification de la plante a été effectuée par Mr BABALI Maitre de conférences classe « A » à l'université de Tlemcen.

### 2. Matériel végétal

Après la récolte, nos échantillons sont nettoyés et séchés sous des conditions bien précises (Endroit sombre et sec).

La partie aérienne de l'*Atriplex halimus* (feuilles, fleurs, tiges) a été utilisée pour l'obtention de l'extrait étudié.



**Figure 6:** *Atriplex halimus*

### 3. Matériel biologique

Trois bactéries lactiques ont été utilisées pour déterminer l'activité antibactérienne de l'extrait hydroacétonique de la plante. Les souches proviennent toutes d'un fromage traditionnel.

## 4. Extraction

### 4.1. Préparation de l'extrait hydro acétonique

10 g de la matière végétale sèche est mélangée avec 200 ml de solvant eau-acétone 30 :70 (v/v). Le mélange repose pendant 24 heures à l'obscurité avec une répétition (extraction par macération), le mélange est filtré sur papier filtre.

Après filtration le filtrat est évaporé à l'aide de rotavapor à 40°C, ensuite un séchage à l'étuve à 40°C pendant 24h pour la récupération de l'extrait.



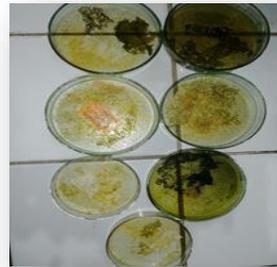
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figure 7** : Les étapes d'extraction (a : Macération; b : Filtration; c : Evaporation; d : l'extrait après séchage dans l'étuve).

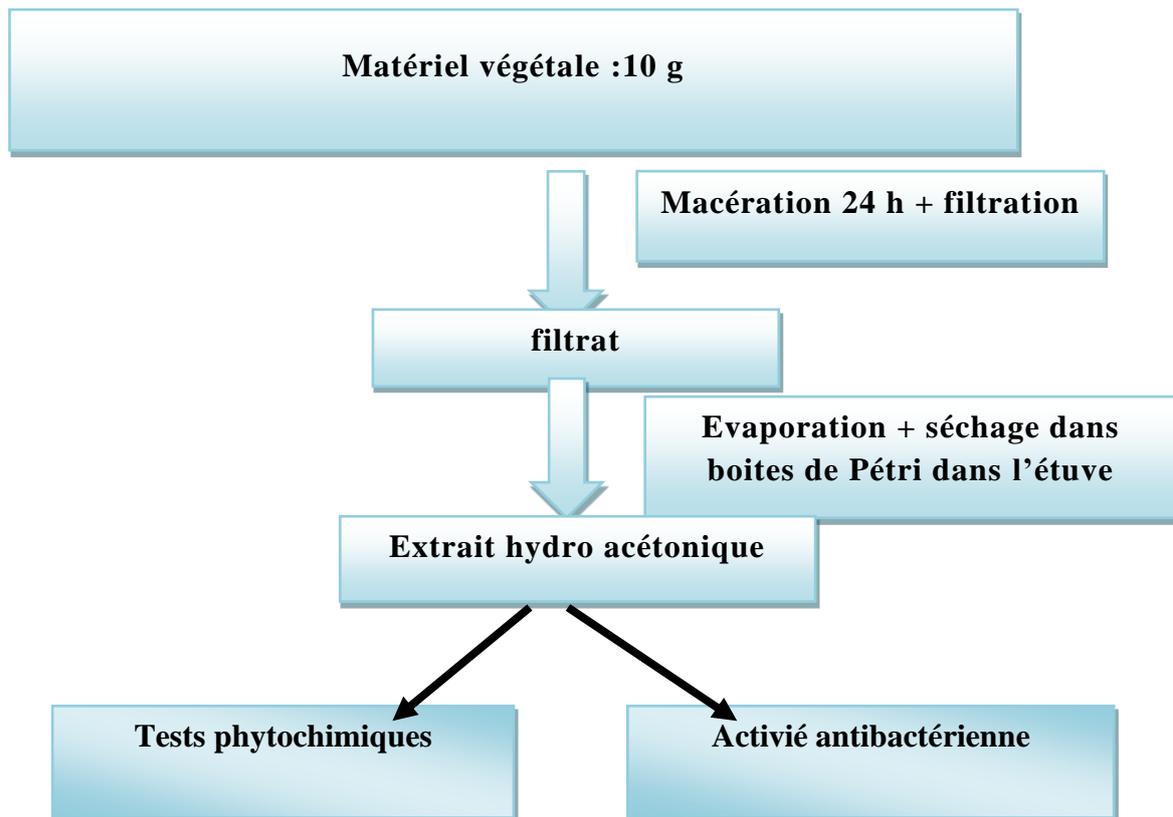


Figure 8: Protocole expérimental

#### 4.2. Calculs des rendements en extraits

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

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

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

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

**M2** : masse en grammes du matériel végétal broyé.

## 5. Analyses phytochimiques

Afin de connaître la composition globale des extraits étudiés, une série des tests phytochimiques a été réalisé en présence de certains réactifs spécifiques pour chaque classe de constituant.

### 5.1. Les composés phénoliques

- **Les flavonoïdes**

Dans un tube à essai, introduire 1 ml d'extrait à analyser et ajouter 1 ml de HCl concentré et quelques copeaux de magnésium. L'apparition d'une coloration rose ou rouge ou jaune prouve la présence des flavonoïdes (**Karumi et al., 2004**).

- **Les tanins**

Dans un tube à essai, introduire 1 ml d'extrait à analyser et ajouter 0,25 ml d'une solution aqueuse de FeCl<sub>3</sub> (1%), le mélange est incubé pendant 15 min à température ambiante. La présence des tanins est indiquée par une coloration verdâtre ou bleu-noirâtre (**Karumi et al., 2004**).

- **Les quinones**

Dans un tube à essai, introduire 1 ml d'extrait à analyser et ajouter 0,1 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH à 1%). L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres (**Oloyede, 2005**).

- **Anthraquinones**

Dans un tube à essai, introduire 1 ml d'extrait à analyser et ajouter 1 ml de NH<sub>4</sub>OH (10%) puis agiter. L'apparition d'une coloration violette indique la présence des anthraquinones (**Oloyede, 2005**).

### 5.2. Les alcaloïdes

Dans deux tubes à essai, introduire 0,5 ml de l'extrait à analyser. Acidifier le milieu par quelques gouttes d'HCl (1%) et ajouter 0,5 ml de réactif de Mayer dans le premier tube et 0,5 ml de réactif de Wagner dans le second tube. L'apparition d'un précipité blanc ou brun, respectivement, révèle la présence d'alcaloïdes (**Majob, 2003**).

### 5.3. Les terpénoïdes : Test de Slakowski

Dans un tube à essai, introduire 1 ml de l'extrait à analyser, ajouter 0,4 ml de chloroforme et 0,6 ml d'acide sulfurique concentré. La formation de deux phases et une couleur marron à l'interphase indique la présence des terpénoïdes (Edeoga *et al.*, 2005).

### 5.4. Les saponines (test de mousse)

Dans un tube à essai, introduire 10 ml de l'extrait à analyser, agiter fortement et laisser le mélange au repos pendant 15 min. Une hauteur supérieure à 1 cm de mousse indique la présence de saponines (N'Guessan *et al.*, 2009).

### 5.5. Les composés réducteurs

Ajouter 1 ml de liqueur de Fehling (0,5 ml réactif A et 0,5 ml réactif B) à 1 ml d'extrait à analyser et incuber l'ensemble 8 min dans un bain marie bouillant. L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence des composés réducteurs (Edeoga *et al.*, 2005).

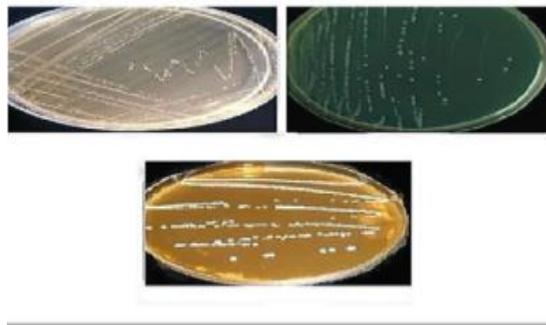
## 6. Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait étudié

### 6.1. Préparation des solutions des extraits

400mg de l'extrait a été dissout dans 1 ml de diméthyle sulfoxyde (DMSO). A partir de l'extrait eau-acétone de la plante l'*Atriplex halimus* obtenu comme préalablement des solutions diluées dans le DMSO par une dilution  $\frac{1}{2}$  (200 mg /ml, 100 mg/ ml, 50 mg /ml et 25 mg/ ml).

### 6.2. Préparation des suspensions bactériennes

Les trois bactéries lactiques utilisées : *Lactobacillus*(Lb), *Streptococcus* (Str) et *Lactococcus* (Lc), ont étéensemencées sur les milieux sélectifs : M17 pour les *Lactococcus* et les *Streptococcus* et le milieu MRS est utilisé pour la souche *Lactobacillus*. Les tests antibactériens sont effectués à partir des colonies jeunes de 18 à 24 h en phase de croissance exponentielle.



**Figure 9:** Aspect des trois bactéries lactiques sur les milieux de cultures sélectifs MRS et M17.

### 6.3. Préparation d'inoculum

- Prélever à l'aide d'une anse de platine une colonie bactérienne bien isolée.
- Transvaser le contenu de l'ose dans un tube contenant 5 ml de eau physiologique stérile, vortexer la suspension pendant 15 secondes et sa turbidité est ajustée avec un colorimètre à 590 nm pour obtenir une turbidité équivalente à une norme de 0.5 Mc Farland correspond à une absorbance entre 0.08 et 0.1.

### 6.4. Ensemencement des boîtes par écouvillonnage

- Trempez un écouvillon stérile dans la suspension ajustée.
- Inoculer la surface séchée d'une boîte par un écouvillon sur toute la surface de la gélose MRS et M17 stérile par des stries bien serrées.
- Répétez cette préculture en stries 3 fois, en tournant la boîte à chaque fois pour assurer une distribution uniforme de l'inoculum.

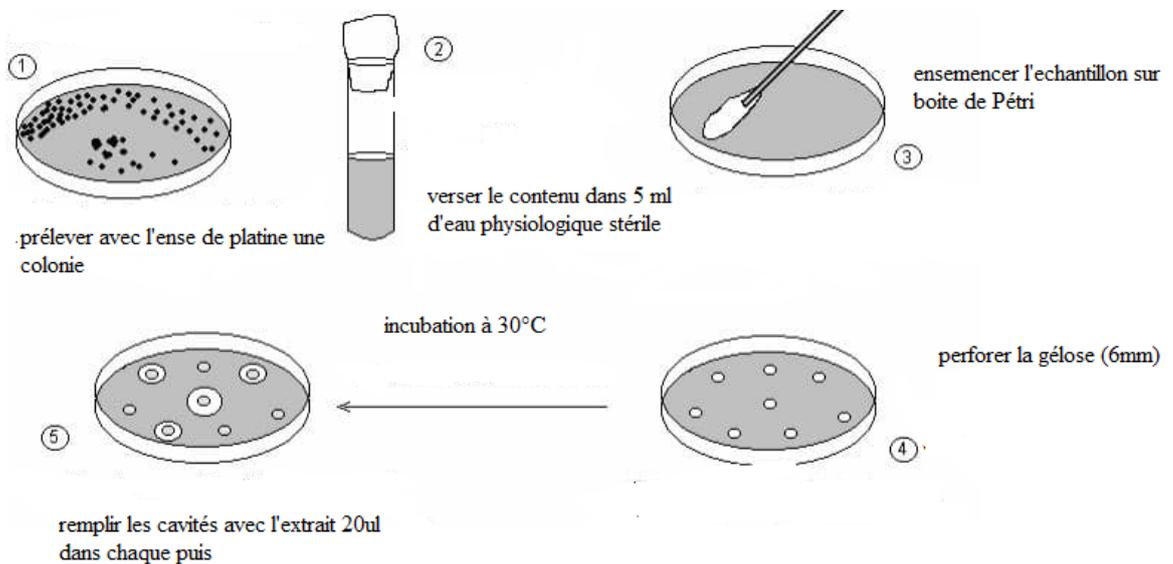


**Figure 10 :** Préparation de l'inoculum

### 6.5. Technique de diffusion sur la gélose M17 et MRS (méthode des puits)

La méthode de diffusion sur gélose (méthode des puits) a été utilisée pour la détermination de l'activité antibactérienne, *in vitro*. Tous les tests ont été répétés trois fois.

Cette méthode est très utilisée en microbiologie (antibiogramme et antifongigramme), repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu solide. Après séchage des boîtes ensemencées, et suivant le protocole décrit par **Hazzit et al. (2009)**, la gélose est perforée à l'aide de la partie supérieure d'une pipette Pasteur (de 6mm de diamètre). Les cavités ainsi formées sont remplies de la solution aqueuse d'extrait (20 µl de l'extrait dans chaque puits) et une cavité de DMSO sert de contrôle négatif et la Gentamicine(GN) est un contrôle positif. Les boîtes sont incubées dans une étuve à 30 °C pendant 24 heures.



**Figure 11:** Méthode de diffusion sur gélose (méthode des puits).

## **Chapitre II : Résultats et discussion**

### 1. Aspect et rendement

Après extraction et élimination de toute trace de solvant, le rendement de l'extrait est calculé par la formule précédente.

L'extrait obtenu était d'un aspect pâteux et d'une couleur verte.



**Figure 12** : Extrait hydroacétonique.

Le rendement obtenu ainsi les caractéristiques de l'extrait sont représentés dans le tableau 3.

**Tableau 3** : caractéristiques de l'extrait d'*Atriplex halimus*.

Extrait	Aspect	Couleur	Rendement(%)	Solubilité(v/v)
eau /acétone	Pâteux	Verte	10	DMSO

L'extrait eau-acétone a donné un rendement intéressant de 10%. Un résultat assez proche de celle de **Guettoche (2021)**, qui a montré un rendement en extrait l'éther de pétrole et par l'hexane de l'ordre de 8% et 6% respectivement à partir de l'*Atriplex halimus*.

Le rendement d'un extrait donné peut varier en fonction de différents facteurs tels que la variété de la plante utilisée, la durée de séchage, la nature et la concentration du solvant, ainsi que la technique et la durée d'extraction employées.

## 2. Analyses phytochimiques

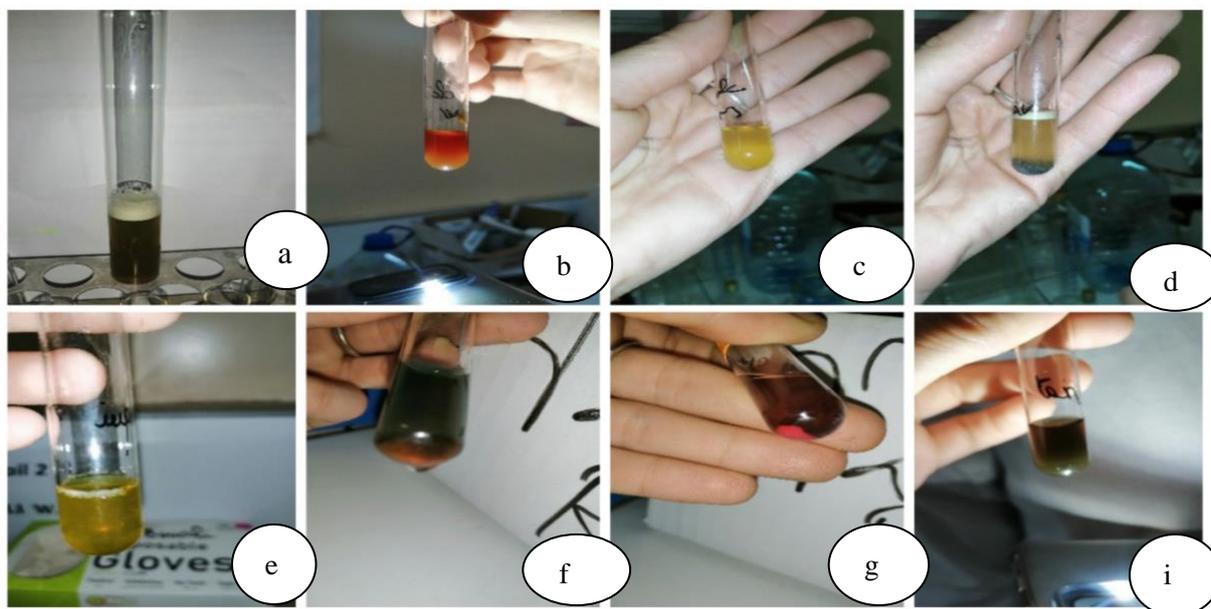
En présence des réactifs spécifiques, la détection des différentes familles de composés, se traduit par l'apparition d'une turbidité, floculation, précipitation ou changement de couleur qui nous renseigne sur la nature chimique des constituants existants dans la plante.

Le tableau 04 résume les résultats des tests phytochimiques.

**Tableau 4 :** Résultats de l'analyse phytochimique réalisé sur l'extrait d'*Atriplex halimus*.

Les composés chimiques	Extrait eau/acétone de la plante
Flavonoïdes	++
Tanins	++
Quinones libres	++++
Antraquinones	++
Alcaloïdes (test de Wagner)	++++
Alcaloïdes (test de Mayer)	-
Terpénoïdes	-
Saponines	++++
Composés réducteurs	++++

(++++): Test fortement positif; (++) : Test moyennement positif; (-) Test négatif.



**Figure 13:** Quelques résultats des tests phytochimiques,

(a : Saponines, b : Alcaloïdes Wanger, c : Alcaloïdes Mayer, d : Flavonoïdes, e : Quinones libres, f : composés réducteurs, i : anthraquinones, g : Tanins).

D'après les résultats présentés dans le tableau et la figure ci-dessus, nous pouvons constater la présence des tanins, alcaloïdes (test de Wagner), des flavonoïdes, des quinones libres, des saponines, anthraquinones et des composés réducteurs dans l'extrait eau-acétone. Par contre, nous avons noté l'absence des alcaloïdes (test de Mayer) et des terpénoïdes.

Une étude effectuée par **Guettoche (2021)** sur la plante *Atriplex halimus* dans la région de Ouargla a permis de mettre en évidence la richesse de cette plante en flavonoïdes, flavonoïdes libres, flavonoïdes glycosidiques, alcaloïdes, cardinolides, saponosides, stéroïdes non saturés et stéroïdes dérivés, cependant *Atriplex halimus* est pauvre en tanins et en stéroles non saturés et les terpènes.

### 3. Evaluation de l'activité antibactérienne

Dans notre travail nous avons étudié le pouvoir antibactérien de l'extrait de la partie aérienne de l'*Atriplex halimus* par la méthode de diffusion des puits sur un milieu gélosé MRS et M17.

L'activité antibactérienne est estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des puits contenant l'extrait à tester vis-à-vis trois souches bactériennes lactiques (*Streptococcus*, *Lactobacillus* et *Lactococcus*).

Après incubation pendant 24 heures à une température de 30°C. Les résultats sont présentés dans la figure et le tableau suivants :

**Tableau 5:** Diamètres des zones d'inhibition de l'extrait d'*Atriplex halimus* par la méthode des puits.

Extraits Souches	Concentration de 400 mg/ml	Concentration de 200 mg/ml	Concentration de 100 mg/ml	Concentration de 50 mg/ml	Concentration de 25 mg/ml
<i>Streptococcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lactococcus</i>	10	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lactobacillus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

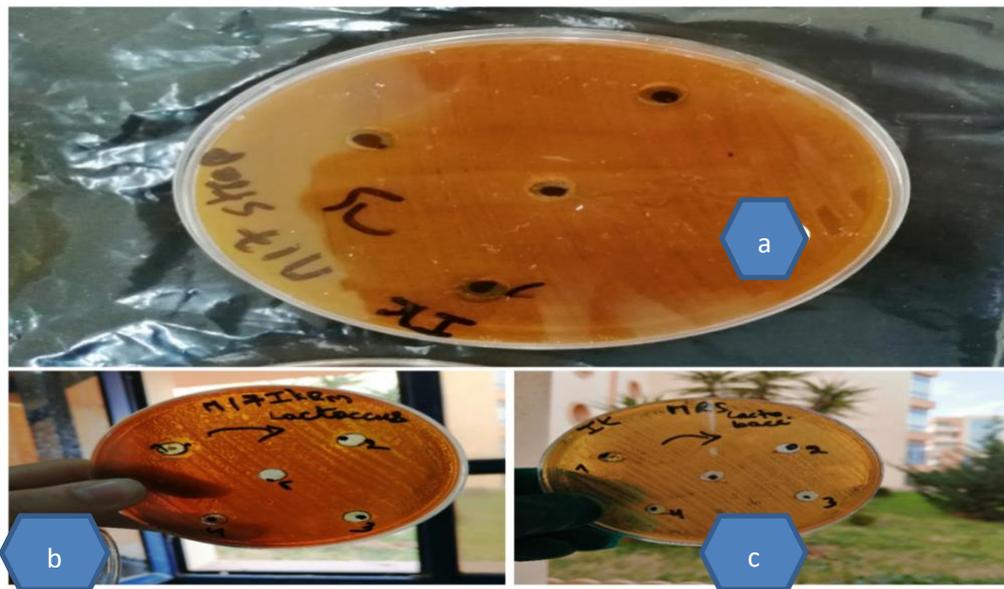
Les résultats montrent que l'extrait eau-acétone a une activité antibactérienne seulement pour une souche bactérienne *Lactococcus* avec une zone d'inhibition de 10 mm.

Aucune zone d'inhibition des trois bactéries lactiques n'a été enregistrée pour l'extrait hydro acétonique de l'*Atriplex halimus* avec les concentrations 200 mg/ml, 100 mg/ml, 50 mg/ml et 25 mg/ml.

Les résultats obtenus montrent que la souche bactérienne *Lactococcus* est sensible à l'extrait hydro acétonique avec une zone d'inhibition de 10 mm à une concentration de

400mg/ml, cependant l'extrait eau-acétone ne possède aucun effet sur les souches bactériennes *Lactobacillus* et *Streptococcus*.

D'après les tests antibactériens préliminaires effectués, le taux de croissance des bactéries lactiques testées varient d'une façon inversement proportionnelle en fonction de la concentration d'extrait hydroacétonique de l'*Atriplex halimus*; plus la concentration de l'extrait de la plante augmente plus le taux de croissance de *Lactococcus* diminue et plus le taux d'inhibition de ce germe augmente, cependant le taux de croissance de *Lactobacillus* et *Streptococcus* ne varie pas en fonction de la concentration de l'extrait.



**Figure 14 :** Les zones d'inhibition de l'extrait par la méthode de diffusion des puis  
(a : *Streptococcus*, b : *Lactococcus*, c : *Lactobacillus*).

Les trois souches bactériennes sont sensibles à l'antibiotique Gentamicine, les zones d'inhibition sont de l'ordre de 13 mm pour les *Streptococcus* et 25 mm pour les *Lactococcus* et *Lactobacillus*. Les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous

**Tableau 6 :** Diamètre des zones d'inhibitions de la Gentamicine pour les trois souches bactériennes

Souches	Diamètres des zones (mm)
<i>Streptococcus</i>	13
<i>Lactococcus</i>	25
<i>Lactobacillus</i>	25

L'extrait d'*Atriplex halimus* peut avoir une activité antibactérienne contre certaines souches des bactéries lactiques. Cependant, cela dépend de la concentration d'extrait utilisée et de la souche lactique testée. Il est donc important de procéder à des études approfondies pour déterminer les effets de l'extrait sur la qualité des produits fermentés avant de l'utiliser dans l'industrie alimentaire.

Les bactéries lactiques sont souvent utilisées dans la production alimentaire, les fromages, yaourts, légumes lacto-fermentés et d'autres produits fermentés et leur croissance contrôlée peut entraîner la conservation de ces produits alimentaires (**Giraffa, 2014**).

Du moment que les extraits de l'*Atriplex halimus* n'affectent pas la croissance des bactéries lactiques, cela pourrait avoir des implications pratiques de cette plante dans l'industrie alimentaire avec des doses bien définies. Cette plante pourrait être utilisée comme additif alimentaire naturel pour améliorer la qualité des aliments.

*Atriplex halimus* est une plante médicinale très répandue dans le bassin méditerranéen notamment en Algérie. Elle est utilisée depuis des centaines d'années en médecine traditionnelle vu sa richesse en composés bioactifs (**Benkhaled et al., 2020**).

Les extraits d'*Atriplex halimus* pourraient être utilisés comme agents antibactériens naturels contre certaines bactéries. Cependant, il est important de noter que les résultats peuvent varier en fonction de la méthode d'extraction utilisée, de la concentration de l'extrait et des bactéries testées.

De nombreuses études portent sur l'activité antimicrobienne des composés phénoliques. La première cible cellulaire des composés phénoliques est la double couche de phospholipides de la membrane bactérienne, dans laquelle certains ont la capacité de pénétrer. Lors de leur intercalation dans la membrane, les composés phénoliques peuvent aussi perturber le rôle des protéines membranaires en interagissant avec elles, notamment les enzymes telles que l'ATPase, ce qui perturberait le métabolisme énergétique. La présence de ces composés dans la membrane pourrait également modifier les interactions lipides-protéines. Certains composés phénoliques, en fonction de leurs propriétés physico-chimiques, peuvent traverser la membrane bactérienne et atteindre le cytoplasme (**Burt, 2004**).

D'après nos recherches bibliographiques et nos connaissances, il semblerait qu'aucune étude antérieure n'ait été menée sur l'activité antibactérienne de l'extrait de la plante *Atriplex halimus* sur les bactéries lactiques. En conséquence, afin de situer nos résultats dans un contexte plus large, nous avons comparé nos résultats à ceux obtenus par d'autres plantes.

Une étude réalisée par **Kaoudj et Kandi (2020)** en Algérie indique que l'augmentation de la concentration des poudres de *Pistacia lentiscus* et *Petroselinium crispum* dans les fromages a entraîné une légère diminution du nombre de la flore lactique de *Lactococcus* et *Lactobacillus*. La diminution de la flore lactique serait due à l'effet antibactérien de la poudre de *Pistacia lentiscus* et *petroselinium crispum*. Ces résultats sont similaires avec nos résultats.

**Ahmed et al. (2018)** ont montré que les huiles essentielles de cinq plantes: *Cinnamomum zeylanicum*, *Syzygium aromaticum* L., *Mentha piperita*, *Nigella sativa* et *Thymus vulgaris* n'exercent aucune activité inhibitrice sur deux types de souches des bactéries lactiques : *Lactococcus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Cependant ces mêmes extraits avaient une bonne activité antibactérienne sur des souches testés à Gram négatif telles que *Pseudomonas aerogénosa* et *Escherichia coli*. Ces résultats ont montré une activité antibactérienne vis-à-vis les bactéries lactiques proches de nos résultats.

Les résultats obtenus dans le travail de **Guettoche (2021)** ont révélé l'existence de composés antimicrobiens dans les extraits de dichlorométhane et butanol de l'*Atriplex halimus*, la nature des molécules contenues dans chaque extraits peut expliquer la différence d'activité antimicrobienne entre ces deux différents extraits sur les bactéries pathogènes (**Djahra et al., 2012**).

Une étude de **Hadj et al. (2014)** montre que l'ajout de jus de jeunes cladodes d'*Opuntia ficus indica* dans le yaourt a stimulé la croissance des bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Bifidobacterium infantis*, mais a ralenti la croissance de *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* et *Bifidobacterium longum*. Cette information suggère que le jus de *cladodes* peut être utilisé comme additif dans la production de yaourt pour favoriser la croissance de certaines bactéries lactiques spécifiques.

Une étude réalisée par **Mouafak et Hani (2019)** en Algérie indique que l'augmentation de la concentration de l'extrait hydrométhanolique de la Menthe de 60, 80 et à 100% a entraîné une diminution du taux d'inhibition des bactéries lactiques testées : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*.

Il est évident que l'inhibition de la croissance bactérienne dépend de deux facteurs : la bactérie utilisée et la nature du produit testé. **Mori et al. (1987)** ont souligné que l'activité antibactérienne des extraits dépend non seulement des composés phénoliques, mais également

de la présence de différents métabolites secondaires. En d'autres termes, la composition chimique des extraits peut jouer un rôle important dans leur activité antibactérienne.

# **Conclusion**

Le principe actif extrait des végétaux est souvent utilisé dans la médecine alternative, production cosmétique et le domaine agroalimentaire, ce qui lui confère une activité antimicrobienne très importante.

Dans le but de connaître les activités des plantes médicinales utilisées traditionnellement par la population, notre travail a porté sur l'évaluation de l'activité antibactérienne de la partie aérienne de l'*Atriplex halimus* par la méthode de diffusion sur gélose.

Trois souches lactiques ont été utilisées dans cette étude: *Lactobacillus*, *lactococcus*, et *Streptococcus*.

L'extrait eau- acétone présente un bon rendement de 10%.

Les tanins, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les quinones libres, les saponines, les anthraquinones et les composés réducteurs sont présents dans l'extrait hydroacétonique de l'*Atriplex halimus*. Cependant, une absence des terpénoïdes dans cet extrait.

D'après l'étude de l'effet antibactérien, le taux d'inhibition des bactéries lactiques testées varie d'une façon proportionnelle en fonction de la concentration d'extrait hydroacétonique de l'*Atriplex halimus*

*Lactococcus* est la seule souche sensible à l'extrait eau –acétone avec zone d'inhibition de 10 mm à une concentration de 400mg/ml, cependant le taux de croissance de *Lactobacillus* et *Streptococcus* ne varie pas en fonction de la concentration de cet extrait.

Aucune zone d'inhibition des trois bactéries lactiques n'a été enregistrée pour l'extrait hydroacétonique de l'*Atriplex halimus* avec les concentrations 200 mg/ml, 100 mg/ml 50 mg/ml et 25 mg/ml.

Ces résultats constituent une première étape dans la recherche de substances naturelles biologiquement actives. Il serait toutefois intéressant d'approfondir les investigations phytochimiques et biologiques de cette plante afin d'isoler les principes actifs qui affectent la croissance des bactéries lactiques et pour déterminer les effets de l'*Atriplex halimus* sur la qualité des produits fermentés avant de l'utiliser dans l'industrie alimentaire. Un essai de toxicité dans le cas de cette étude s'impose avant de proposer l'utilisation de l'*Atriplex halimus* à l'échelle industrielle.

# **Références Bibliographiques**

- Abdel-Rahman, M. A., Tashiro, Y., & Sonomoto, K. (2011). Lactic acid production from lignocellulose-derived sugars using lactic acid bacteria: overview and limits. *Journal of biotechnology*, 156(4), 286-301.
- Adams, M. R., & Hall, C. J. (1988). Growth inhibition of food-borne pathogens by lactic and acetic acids and their mixtures. *International Journal of Food Science & Technology*, 23(3), 287-292.
- Agence de Coopération et de Solidarité Agence Française de Développement (A.C.S.A.D). (1999).
- Ahmed, W., Zhang, Q., Lobos, A., Senkbeil, J., Sadowsky, M. J., Harwood, V. J., ... & Ishii, S. (2018). Precipitation influences pathogenic bacteria and antibiotic resistance gene abundance in storm drain outfalls in coastal sub-tropical waters. *Environment international*, 116, 308-318.
- Anne-Sophie, L. (2018). La Phytothérapie de demain: les plantes médicinales au cœur de la pharmacie (Doctoral dissertation, Thèse d'état de pharmacie. Faculté de pharmacie. Aix-Marseille Université.(France) 92 p. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01840619/document>).
- Bellakhdar, J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle médecine arabe ancienne et savoir populaire.
- Beneddine, H., Djebrit, C. (2015). Etude de l'activité antimicrobienne des quelques souches *Lactobacilles* isolées à partir du lait de chamelle vis-à-vis des quelques souches pathogènes ciblées. Mémoire de Master Académique en Microbiologie fondamentale et Appliquée. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Kasdi Merbah Ouargla. 15p
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., & Panovska, T. K. (2009). Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. *Comptes Rendus Chimie*, 12(12), 1259-1266.
- Benrebiha, F. Z., (1987). Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces D'*Atriplex* locales et introduites. Mémoire de magister en sciences agronomiques, Institut National Agronomique, El-Harrach, Alger, Pp : 5- 20
- Berri, R. (2008). Contribution a la détermination de la biomasse consommable d'une halophyte: *Atriplex* (Doctoral dissertation, Université KASDI MERBAH-Ouargla).
- Berri, R. (2009). Contribution a la détermination de la biomasses consommable d'une halophyte: *Atriplex* (Doctoral dissertation, Université KASDI MERBAH-Ouargla).

- Biavati, B., Vescovo, M., Torriani, S., & Bottazzi, V. (2000). Bifidobacteria: history, ecology, physiology and applications. *Annals of microbiology*, 50(2), 117-132.
- Bouaziz, S., Amri, M., Taibi, N., Zeghir-Bouteldja, R., Benkhaled, A., Mezioug, D., & Touil-Boukoffa, C. (2021). Protoscolicidal activity of *Atriplex halimus* leaves extract against *Echinococcus granulosus* protoscoleces. *Experimental parasitology*, 229, 108155.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
- Briend, A. (1985). Prévention et traitement de la malnutrition: guide pratique (No. 62). IRD Editions.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods.
- Caplice, E., & Fitzgerald, G. F. (1999). Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International journal of food microbiology*, 50(1-2), 131-149.
- Chakou, F. Z., & Medjoudja, K. (2014). Etude bibliographique sur la phytochimie de quelques espèces du genre *Nitraria*. Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme de Licence. Université Kasdi Merbah-Ouargla. 24p.
- Collins, Y. F., McSweeney, P. L., & Wilkinson, M. G. (2003). Evidence of a relationship between autolysis of starter bacteria and lipolysis in Cheddar cheese during ripening. *Journal of Dairy Research*, 70(1), 105-113.
- Delille, L., (2006). Les plantes médicinales d'Algérie. Berti, Alger. PP: 09-211.
- Dellaglio, F., De Roissart, H., Torriani, S., Curk, M. C., & Janssens, D. (1994). Caractéristiques générales des bactéries lactiques. *Bactéries lactiques*, 1, 25-116.
- Desmazeaud, M. (1998). Bactéries lactiques et qualité des fromages. Lab. de recherches laitières INRA, 1-3.
- Djahra, O., Bordjiba, S., Benkherara. (2012). Activité antibactérienne de Flavonoïdes d'une plante médicinale Spontanée *Marrubium Valgare L* de la région d'ELTAREF ( Nord-Est Algérien), *Rev Sci Technol, Synthèse*. Vol 24, pp 29-37..
- Drouault, S., & Corthier, G. (2001). Health effects of lactic acid bacteria ingested in fermented milk. *Veterinary research*, 32(2), 101-117.
- Edeoga, H. O., Okwu, D. E., & Mbaebie, B. O. (2005). Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *African journal of biotechnology*, 4(7), 685-688.

- Emam, S.S. 2011. Bioactive constituents of *Atriplex halimus* plant. Journal of Natural Products, Vol. 4, pp. 25-41
- Franclet, A., & Le Houérou, H. N. (1971). Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. FAO, Rome.
- Gattouche, S., Sekhri L., Tabchouche A. (2018). A Comparative study of the antibacterial and the antioxidant Activity of *Atriplex halimus L.* research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences, 9(3), 195-204.
- Georges, C., & François-Marie, L. (2008). Bactéries lactiques. De la génétique aux ferments. Lavoisier.
- Giraffa, G., (2014). Overview of the ecology and biodiversity of the LAB. In: Holzappel, W.H., Wood, B.J.B. (eds.). Lactic acid bacteria: biodiversity and taxonomy. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, United Kingdom. pp. 45–54.
- Gourbeyre, P., Denery, S., & Bodinier, M. (2011). Probiotics, prebiotics, and synbiotics: impact on the gut immune system and allergic reactions. Journal of leukocyte biology, 89(5), 685-695.
- Guettoche, S. Etude phytochimique d'*Atriplex halimus* et la détermination de son activité biologique (Région Ouargla Algérie) (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah Ouargla).
- Guirand, J.P., (2003). Microbiologie alimentaire. Technique et ingénierie, Paris : Dunod, série Agro-alimentaire, p. 387-433.
- Guiraud, J, Joseph, P., (1998). Microbiologie alimentaire. collection science et techniques agro-alimentaires, paris, p : 90-92 .
- Hammes, W. P., & Vogel, R. F. (1995). The genus *lactobacillus*. The genera of lactic acid bacteria, 19-54.
- Hazzit, M., Baaliouamer, A., Veríssimo, A. R., Faleiro, M. L., & Miguel, M. G. (2009). Chemical composition and biological activities of Algerian Thymus oils. Food chemistry, 116(3), 714-721.
- Ho, T. N. T., Tuan, N., Deschamps, A., & Caubet, R. (2007). Isolation and identification of lactic acid bacteria (LAB) of the New chua fermented meat product of Vietnam. In Int. Workshop on Food Safety and Processing Thechnology. Pp: 134 (Vol. 142).
- Iserin, P. (2001). Encyclopédie des plantes médicinales. Ed.Larousse-bordas, paris :275 p.

- Jorite, S. (2015). La phytothérapie, une discipline entre passé et futur: de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel. Sciences pharmaceutiques.
- Kadi, S. A., & Zirmi-Zembri, N. (2016). Nutritive value of the main forage resources used in Algeria. 2-Fodder trees and shrubs. Livestock Research for Rural Development, 28(8).
- Kadi, S. A., & Zirmi-Zembri, N. (2016). Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 2-Les arbres et arbustes fourragers. Livestock Research for Rural Development.
- Kaoudj, H. & Kandi, T. (2020). Evaluation de la qualité d'un produit laitier (fromage frais). enrichi par des antioxydants naturels.
- Karumi, Y. (2004). Identification of Active Principles of *M. balsamina* (Balsam Apple) Leaf Extract Y. Karumi," PA. Onyeyili and "VO Ogugbuaja. Journal of Medical Sciences, 4(3), 179-182.
- Khenaka, K. (2011). Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovine, Diplôme de Magister En Microbiologie Appliquée, Université Mentouri Constantine. 19-24 p.
- König, H., & Fröhlich, J. (2017). Lactic acid bacteria. Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine, 3-41.
- Le Houérou, H.N. (1996). Grazing lands of Mediterranean basin. Journal of arid environments ; 5 (1):321-334
- Le Houérou, H. N. (1992). The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. Agroforestry systems, 18, 107-148.
- Lei, Z. H., Yahara, S., Nohara, T., Shan, T. B., & Xiong, J. Z. (1996). Cardenolides from *Erysimum cheiranthoides*. Phytochemistry, 41(4), 1187-1189.
- Leveau, J., Bouix, M. (1993). Microbiologie industrielle. TEC et DOC, Lavoisier, p : 172 - 175.
- Louisot, P. (1983). Lipides et dérivés isoprénique. Biochimie générale et médicale. Paris, Simep. pp. 259–321.
- Lutge, U., Kluge, M., & Bauer, G. (2002). Botanique 3ème Ed: Technique et documentation. Lavoisier. Paris, 211.
- MA, B., Hieter, P., & Boeke, J. D. (1997). Petits cadres de lecture ouverts: de belles aiguilles dans la palette de foin. Genome Res, 7(8), 768-71.

- Maalem, S. (2002). Etude eco physiologique de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A.canescens*, *A.halimus* et *A. nummularia*) soumises a l'engraisement phosphaté. Thèse demagistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, 76p.
- Mâalem, S., Khoufi, S., Rahmoune, C., et Bennacer, M. (2011). Analyse moléculaire de la diversité génétique de plantes Xéro/Halophytes du genre *Atriplex* moyennant RAPDPCR. Université Cheikh Lâarbi-Tbéssi. vol. 1, n° 1, P:50-59.
- Makarova, K., Slesarev, A., Wolf, Y., Sorokin, A., Mirkin, B., Koonin, E., ... & Mills, D. (2006). Comparative genomics of the lactic acid bacteria. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(42), 15611-15616.
- Marouf, A. et Reynaud, J. (2007). La botanique de A à Z: 1 662 définitions. Dunod,.
- Mattarelli, P., Holzapfel, W., Franz, C. M., Endo, A., Felis, G. E., Hammes, W., ... & Dellaglio, F. (2014). Recommended minimal standards for description of new taxa of the genera *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* and related genera. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64(Pt\_4), 1434-1451.
- Medjekal, S., & Bousseboua, H. (2016). Seasonal variation of the nutritive value of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*). Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens, 115, 569-573.
- Merad, F., & MAHIOUT Tassadit, T. (2019). Contribution à l'étude de conformité des drogues pour tisanes vendues en officines.
- Mesbah, A. (1998). Étude de l'hétérogénéité de la croissance de l'*Atriplex halimus* L. et de sa résistance aux métaux lourds (Sb, Pb et Cu). Mémoire d'ingénieur d'état en pathologie des écosystèmes, Université de Constantine. Algérie. 75p.
- Metchnikoff, H. (1908). Optimistic studies New York: Putnam's Sons, , 161-183.
- Mohamdi, Z. (2013). Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse de doctorat en biologie, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.
- Mojab, F., KAMALNEZHAD, M., Ghaderi, N., & VAHIDI, P. H. (2003). Phytochemical screening of some species of Iranian plants.
- Mouafak, H., Hani, M. A. (2018). Effets inhibiteurs de l'extrait hydro-méthanolique de *Mentha pipérta* L Chez *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* et impact sur la qualité d'un lait fermenté (type yaourt étuvé).

- N'Guessan, K., Kadja, B., Zirihi, G., Traoré, D., & Aké-Assi, L. (2009). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6(1).
- Nedjimi, B., Guit, B., Toumi, M., Beladel, B., Akam, A., & Daoud, Y. (2013). *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* (Chenopodiaceae): Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques. *Fourrages*, 216, 333-338.
- Nègre, R. (1961). Petite flore des régions arides du Maroc occidental (Vol. 2). Centre national de la recherche scientifique.
- Nogaret-Ehrhart, A. S. (2003). La phytothérapie: se soigner par les plantes. Eyrolles. France, 191.
- Oloyede, O. I. (2005). Chemical profile of unripe pulp of *Carica papaya*. *Pakistan journal of nutrition*, 4(6), 379-381.
- Orla-jansen, S H. (1919). The lactic acid bacteria in biology of microorganisms on grapes, in must and in wine. (26): 3-29.
- Othman, L., Sleiman, A., & Abdel-Massih, R. M. (2019). Antimicrobial activity of polyphenols and alkaloids in middle eastern plants. *Frontiers in microbiology*, 10, 911.
- Ounaissia, K., bennadjaS., alianeL., djahoudi, A. 2020. phytochemical screening and antibacterial activity of methanolic extracts of the aerial parts of *Atriplex halimus L.*, from biskra (Algeria). *international journal of agricultural and natural sciences*, 13(1), 26-33.
- Pfeiler, E. A., & Klaenhammer, T. R. (2007). The genomics of lactic acid bacteria. *Trends in microbiology*, 15(12), 546-553.
- Pilet, M.F., Magras C., Fererich M. ( 2005). Bactéries lactiques. In : bactériologie alimentaire (Federighi M.). 2e Ed., Economica. Paris. pp219-240.
- Pottier-Alapetite, G. (1979). Flore de la Tunisie. Angiospermes-dicotyledones [...] Apétales-Dialypétales.
- Quezel et Santa. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome 1 et 2,, CNRS, 1962-1963, p 1170 -3989
- Raynaud, S. (2006). Régulation métabolique et transcriptionnelle de l'autoacidification chez *Lactococcus lactis* (Doctoral dissertation, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse). Review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.

- Sadok, H. T., Aid, F., Doumandji, A., & Bellal, M. (2014). Effet du jus de *cladodes d'Opuntia ficus indica* sur la fermentation du lait et la croissance des bactéries lactiques et probiotiques. *Nature & Technology*, (11), 17.
- Salminen, S., & Von Wright, A. (2004). *Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects*. CRC Press.
- Sanogo, R., Diallo, D., Diarra, S., Ekoumou, C., & Bougoudogo, F. (2006). Activité antibactérienne et antalgique de deux recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et la cystite au Mali. *Med. Afr. noire (En ligne)*, 18-24.
- Savilahti, E., Kuitunen, M., & Vaarala, O. (2008). Pre and probiotics in the prevention and treatment of food allergy. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 8(3), 243-248.
- Shah, N. P. (2007). Functional cultures and health benefits. *International dairy journal*, 17(11), 1262-1277.
- Skandamis, P., Koutsoumanis, K., Nychas, G. J. E., & Fasseas, K. (2001). Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *Escherichia coli* O157: H7 [food hygiene]. *Italian Journal of Food Science (Italy)*.
- Sun, Z., Harris, H. M., McCann, A., Guo, C., Argimón, S., Zhang, W., ... & O'Toole, P. W. (2015). Expanding the biotechnology potential of *lactobacilli* through comparative genomics of 213 strains and associated genera. *Nature communications*, 6(1), 8322.
- Sutra, L., Federighi, M., & Jouve, J. L. (1998). *Manuel de bactériologie alimentaire*. Polytechnica.
- Tanigawa, K., & Watanabe, K. (2011). Multilocus sequence typing reveals a novel subspeciation of *Lactobacillus delbrueckii*. *Microbiology*, 157(3), 727-738.
- Te, A. E., Malloy, T. R., Stein, B. S., Ulchaker, J. C., Nseyo, U. O., Hai, M. A., & Malek, R. S. (2004). Photoselective vaporization of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia: 12-month results from the first United States multicenter prospective trial. *The Journal of urology*, 172(4 Part 1), 1404-1408.
- Thunell, R. K. (1995). Taxonomy of the Leuconostocs. *Journal of dairy science*, 78(11), 2514-2522.
- Tsimogiannis, D. I., & Oreopoulou, V. (2006). The contribution of flavonoid C-ring on the DPPH free radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'-

hydroxy substituted members. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7(1-2), 140-146.

- Wichtl, M., & ANTON, R. (2009). *Plantes thérapeutiques tradition, pratique Officinale, science et thérapeutique*. Edition LAVOISIR, Paris: 38, 41.
- World Health Organization. (2003). *Directives OMS sur les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales*.

## ملخص

### العنوان: تأثير بعض مستخلصات القطف على بكتيريا حمض اللاكتيك

هذا العمل هو جزء من الترويج للنباتات الطبية القطف هو شجيرة ينتمي إلى عائلة Amaranthacées، عفوياً ينمو في المناطق المناخية الحبيبية شبه الجافة و الجافة ، إنه نبات طبي يستخدم في الطب التقليدي بالجزائر لعلاج أمراض مختلفة مثل المغص ومضادات الإسهال مضاد للتشنج ، مطهر ، مضاد للروماتيزم.. ،  
تركز دراستنا على التحليل الكيميائي النباتي، وكذلك على تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلص الهيدروأسيون من نبات القطف المقطوف من منطقة النعامة في الجزائر.  
تم إجراء الاستخلاص بالنقع من الجزء العلوي من القطف في ماء الأسيون (70/30)، وتم تحجيف المستخلص الناتج واستخدامه لتقدير نشاطها المضاد للبكتيريا في المختبر ضد ثلاثة أنواع من البكتيريا اللبنية: اکتوباسيلوس و المكورات اللبنية و العقديّة، تم تنفيذ طريقة الأبار لتحديد هذا النشاط

ينتج عن مستخلص الأسيون المائي مرود 10%.  
يوضح التحليل الكيميائي النباتي لمستخلص القطف وجود التانينات ، الفلويبات ، الفلافونويد ، الكينونات الحرة ، الصابونين والمركبات المرجعة أظهرت النتائج أن مستخلص الأسيون المائي له نشاط مضاد للجراثيم فقط لسلسلة بكتيرية و هي المكورات اللبنية مع منطقة تثبيط تبلغ 10 مم. بتركيز 400 مجم / مل. و مع ذلك، فإن مستخلص الأسيون المائي ليس له أي تأثير على اکتوباسيلوس والعقدية.  
ختاماً. يمكن استخدام القطف كمادة مضافة غذائية طبيعية لتحسين جودة الطعام بجرعات محددة جيداً، طالما أنها لا تؤثر على نمو بكتيريا حمض اللاكتيك. هذا النبات يمكن أن يكون لها آثار عملية في صناعة الأغذية.

**الكلمات الدالة:** القطف، البكتيريا اللبنية، ماء الأسيون، نشاط مضاد للجراثيم.

## Résumé

### Titre : Effet de quelques extraits de l'*Atriplex halimus* sur les bactéries lactiques

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation d'une plante médicinale l'*Atriplex halimus*, un arbuste, appartient à la famille des Amaranthacées, spontanée dans les étages bioclimatiques semi-aride et arides, C'est une plante médicinale utilisée dans la médecine traditionnelle en Algérie pour traiter diverses maladies telle que les affections coliques, anti-diarrhéique, antispasmodique, antiseptique, antirhumatismale..

Notre étude est portée sur une analyse phytochimique, ainsi que sur l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait hydroacétonique de la plante *Atriplex halimus* récoltée de la région de Naama de l'Algérie.

Une extraction par macération a été effectuée de la partie aérienne de l'*Atriplex halimus* dans l'eau- acétone (30/70), l'extrait obtenu est séché et utilisé pour estimer leur activité antibactérienne in vitro vis-à-vis trois bactéries lactiques : *Lactobacillus*, *Lactococcus* et *Streptococcus*, la méthode de diffusion des puits sur gélose a été effectuée pour déterminer cette activité.

L'extrait eau- acétone présente un rendement de 10%.

L'analyse phytochimique de l'extrait de l'*A. halimus*, montre la présence des tannins, alcaloïdes, flavonoïdes, quinones libres, saponines et des composés réducteurs

Les résultats montrent que l'extrait eau-acétone a une activité antibactérienne seulement pour une souche bactérienne *Lactococcus* avec une zone d'inhibition de 10 mm à une concentration de 400mg/ml. Cependant l'extrait eau-acétone ne présente aucun effet sur *Lactobacillus* et *Streptococcus*.

En conclusion, l'*Atriplex halimus* pourrait être utilisée comme additif alimentaire naturel pour améliorer la qualité des aliments avec des doses bien définies, du moment qu'elle n'affecte pas la croissance des bactéries lactiques. Cette plante pourrait avoir des implications pratiques dans l'industrie alimentaire,

**Mots clés :** *Atriplex halimus*, bactéries lactiques , activité antibactérienne, eau-acétone.

## Abstract

### Title: Effect of some extracts of *Atriplex halimus* on lactic acid bacteria

This work is part of the valorization of medicinal plant. *Atriplex halimus* is a shrub belonging to the Amaranthaceae family and is found in temperate climates. It is a medicinal plant used in traditional medicine in Algeria to treat various diseases such as urinary tract infections.

Our study focuses on phytochemical analysis as well as the evaluation of the antibacterial activity of the hydroacetic extract of the plant *Atriplex halimus* collected from the Naama region of Algeria.

Extraction by maceration was performed on the aerial part of *Atriplex halimus* using a water-acetone (30/70) mixture. The obtained extract was dried and used to assess its in vitro antibacterial activity against three lactic acid bacteria: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, and *Streptococcus*. The agar well diffusion method was conducted to determine this activity.

The water-acetone extract showed a yield of 10%.

Phytochemical analysis of the *A. halimus* extract revealed the presence of tannins, alkaloids, flavonoids, free quinones, saponins, and reducing compounds.

The results showed that the water-acetone extract exhibited antibacterial activity only against the *Lactococcus* bacterial strain, with an inhibition zone of 10 mm at a concentration of 400 mg/ml. However, the water-acetone extract had no effect on *Lactobacillus* and *Streptococcus*.

In conclusion, *Atriplex halimus* could be used as a natural food additive to enhance food quality with defined doses, as long as it does not affect the growth of lactic acid bacteria. This plant could have practical implications in the food industry.

**Keywords:** *Atriplex halimus*, lactic bacteria, water-acetone, antibacterial activity.