

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de MasterII

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie appliquée

THEME

CARACTERISTIQUES ET POUVOIR ANTIBACTERIEN DES EXTRAITS PHENOLIQUES DU *PISTACHIER DE LATLAS* DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Présenté par :

Mr: DJELLALI Mohammed El Amine

M^{lle}: ZIANI Nour El Houda

Devant le jury :

Président : Pr :GOUZI Hicham

Université Amar Telidji -Laghouat

Rapporteur : Pr :CHAIBI Rachid

Université Amar Telidji –Laghouat

Examineur : Dr :ZERROUKI Med Hocine

Université Amar Telidji –Laghouat

Soutenu publiquement le : 04 Juillet 2022

Dédicaces

*Avec l'aide de dieu, j'ai pu réaliser ce travail que je
dédie à :*

*A la Mémoire de Mon Très Cher Père
Ma Très Chère Mère*

*En vous, je vois la maman parfaite, toujours prête à se
sacrifier pour le bonheur de ses enfants.*

*Je prie ALLAH pour qu'il vous prête longévité et
bonne santé.*

Mes sœurs et frères

Merci pour tout : Votre bravoure et votre motivation

*A mon Frère " **Chaouki**" qui m'a aidé et supporté dans Les
moments difficiles.*

*A ma sœur **FATIMA** Qui m'ont Encouragé et Aidé au
Long de Mes études.*

*A mon Fis " **Amjad Ismail**" ,*

*A ma chère binôme **Houda** et sa famille.*

*A la fin je dédie ce mémoire à toute personne qui m'ont
encouragée ou aidée toute au long de mes études.*

Amine



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mon père, qui ont fait tant de sacrifices et m'ont encouragé durant tous mon parcours d'étude.

A ma cher mère, en témoignage de son amour, sa confiance, sa compréhension et son soutiens toute au long de ma vie et sans elle je ne serais jamais arrivée à ce niveau. J'espère que ce travail soit l'expression de ma pleine gratitude et de mon profond respect.

A Mes Chers Frères, Abdallah L3omda, Amine et Brahim.

Mes plus Belle Sœurs, Sabah et Bayano.

Je dédie très chaleureusement ce mémoire à Toute ma famille élargie grands et petits.

Mon binôme Amine et sa famille.

Toutes mes copines et toutes personnes qui m'ont aidé à réaliser ce travail .

Houda 

Remerciements

Je remercie dieu, le miséricordieux de m'avoir donnée foi, volonté et courage pour atteindre mon objectif.

*Nous voudrions exprimés notre sincère gratitude à notre encadrant Mr **Chaïbi Rachid**, pour la qualité de son encadrement, ses conseils judicieux, ses aides, ses encouragements.*

Arrivé ou terme de la rédaction de ce mémoire. Il n'est particulièrement agréable d'exprimer ma gratitude et mes remerciements à tous ceux qui ma aidé à sa réalisation par leur soutiens et leurs conseils.

Et aussi nos remerciements s'adressent en particulière tous les enseignants de département de biologie.

En définitive, Un grand merci à toutes les personnes qui m'ont soutenu de près ou loin au cours de la réalisation de ce modeste travail.



المخلص:

شجرة البطم الأطلسي هي نبات طبي ينتمي إلى عائلة البطمية، وهذا النوع منتشر في دول البحر الأبيض المتوسط ، من خلال هذه الدراسة حاولنا تقييم نشاط متعدد الفينول المضاد للبكتيريا انطلاقا من المستخلصات الخامة لأربع محطات في منطقة الأغواط والمحصرة من بذور شجرة البطم (الخديري) التي تم استخلاصها بالنقع باستخدام كحول الميثانول بنسبة 80%. نسبة احتواء هذه المستخلصات لمتعدد الفينول حسب كل منطقة .

أظهر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا حساسيات بين المستخلصات الخامة للمحطات الأربع والسلالات البكتيرية محل الدراسة: (*S.aureus Gram+*) و (*E.coli ; pneumoniae Klebseilla Gram-*)
وجد ان CMI متغير حسب السلالة ومحطة أخذ العينات. في نهاية هذه الدراسة ، نستنتج بأن المستخلصات البيولوجية لنباتنا لها تأثير كبير مضاد للبكتيريا على السلالات المدروسة وبالتالي يمكن استخدامها في علاج الأمراض المعدية.

الكلمات المفتاحية: شجرة البطم الأطلسي، حساسيات ، النشاط المضاد للبكتيريا ،ادنى تركيز للتثبيط البكتيري

Résumé :

Pistacia atlantica Desf est une plante médicinale appartenant à la famille des Anacardiaceae, cette espèce connue sous le nom de « **Btom** », est très répandue dans les pays méditerranéens, Dans la présente étude nous avons tenté d'évaluer l'activité antibactérienne des poly-phénols d'extraits brutes de quatre stations de la région de Laghouat, préparés à partir des graines de *Pistacia atlantica* Desf, ces extraits ont été extrais par macération en utilisant le méthanol à **80%**. les teneurs en composés phénoliques dans les extraits des graines du *Pistacia atlantica* Desf sont appréciables.

L'évaluation de l'activité antibactérienne montré des sensibilités entre les différents extraits brutes des quatre stations et les souches bactériennes (*S.aureus*) à Gram⁺ et (*E.coli* et *Klebseilla pneumoniae*) à Gram⁻.

On a trouvé que la **CMI** est variable selon la souche et la station d'échantillonnage. Au bout de cette étude, nous retiendrons que les extraits biologiques de notre plante exercent un effet antibactérien important sur les souches étudiées et pourrait par conséquent être utilisé dans le traitement des maladies infectieuses

Mots clés : *Pistacia atlantica* Desf , sensibilités , activité antibactérienne ,CMI

ABSTRACT :

Pistacia atlantica Desf is a medicinal plant belonging to the Anacardiaceae family, this species known as "Btom", is widespread in Mediterranean countries, In the present study we attempted to evaluate the antibacterial activity of poly- phenols from crude extracts from four stations in the Laghouat region, prepared from the seeds of *Pistacia atlantica Desf*, these extracts were extracted by maceration using 80% methanol. the contents of phenolic compounds in the extracts of the seeds of *Pistacia atlantica Desf* are appreciable.

The evaluation of the antibacterial activity showed sensitivities between the different raw extracts of the four stations and the bacterial strains (S.aureus) at Gram+ and (E.coli and *Klebseilla pneumoniae*) at Gram-.

It was found that the MIC is variable depending on the strain and the sampling station. At the end of this study, we will retain that the biological extracts of our plant have a significant antibacterial effect on the strains studied and could therefore be used in the treatment of infectious diseases.

Key words: *Pistacia atlantica Desf*, sensitivities , antibacterial activity, MIC

TABLEAU DES MATIÈRES

Introduction	01
Patrie I : Revue bibliographique	
Chapitre I Aperçu bibliographique sur le genre <i>Pistacia</i>	
I.1.Généralités sur la famille des Anacardiaceae	03
I. 1.1. Description botanique	03
I. 1.2. Présentation du genre <i>Pistacia atlantica</i> Desf.	04
I. 1.3. Place dans la systématique.....	05
I. 1.4. Répartition géographique du genre <i>Pistacia atlantica</i> Desf.....	05
I. 1.5. Intérêts pharmacologiques, nutritionnels et industriels du <i>Pistacia atlantica</i> Desf.....	06
I.1.6. Usages traditionnelles de <i>Pistacia atlantica</i> Desf.....	07
I.1.7. Travaux antérieurs sur le genre <i>Pistacia</i>	07
Chapitre II Les poly phénols définition, classifications et activités biologiques	
I. Les composés phénoliques et leurs activités antibactériennes.....	08
I. 1. Définition	08
I. 2. Classification.....	08
I. 2.1 Les acides phénols	08
I. 2.2. Les flavonoïdes.....	08
I. 2.3. Les tanins	08
I. 2.4. Les saponines	09
I. 2.5. Les anthocyanes.	09
I.3. Activité antibactérienne.....	10
Chapitre III Généralités sur Les Souches Bactériennes Étudiées	
I. 1.Structure des bactéries.....	12

I. 1.1. Bactéries à Gram positif.....	12
I. 1.2. bactéries à Gram négatif.....	13
I. 2. Les différents types de bactéries.....	13
I. 2.1. Bactérie saprophyte.....	13
I. 2.2. Bactérie commensale.....	13
I. 2.3. Bactérie pathogène.....	13
I. 3. <i>Staphylococcus aureus</i> (<i>S.aureus</i>) : bactéries à Gram positifs	14
I. 4. <i>Escherichia coli</i> (<i>E.coli</i>) : bactéries à Gram Négatifs.....	15
I. 5. <i>Klebseilla pneumoniae</i> : bactéries à Gram Négatifs.....	16

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre I Matériels et Méthodes

I.1. La zone d étude	17
I.2. matériels et produits chimiques	18
I. 3. Préparation de l'extrait hydrométhanolique	18
I.4. Les tests phytochimiques	20
I.4.1 Stéroïdes	20
I.4.2. Terpénoïdes	20
I.4.3. Test pour les phénols et les tanins	20
I.4.4. Flavonoïde	20
I.4.5. Protéines	21
I.4.6 Saponosides	22
I.5. Dosage de quelques constituants phytochimiques	22
I.5.1 Dosage des phénols totaux.....	22
I.5.2. Dosage des flavonoïdes totaux.....	24
I.6. Préparation de milieu de culture	25
I.7. Méthode de détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)...	27

Chapitre II Résultats et Discussion

I.1. Teneur en phénols totaux	28
I.2. Activité antibactérienne.....	29
I.2.1. Antibiogramme.....	29
I.3. Méthode de micro-dilution en milieu solide.....	33
Conclusion et perspective.....	36
Références bibliographique	37

LISTE DES FIGURES

Figure 01	Présente <i>Pistacia atlantica</i> Desf (www.bacteriainphotos.com)	03
Figure 02	Distribution géographique du genre <i>Pistacia atlantica</i> Desf.....	05
Figure 03	structure de la paroi des bactéries Gram positif	12
Figure 04	structure de la paroi des bactéries Gram positif	13
Figure 05	<i>Staphylococcus aureus</i> au microscope électronique.....	14
Figure 06	<i>E.coli</i> au microscope électronique	15
Figure 07	<i>Klebseilla pneumoniae</i> au microscope électronique.....	16
Figure 08	photos réel protocole expérimental d'obtention des extraits à tester...	19
Figure 09	photo réel des tests phytochimiques (pour les phénols et les tanins)..	20
Figure 10	photo réel des tests phytochimiques (pour les flavonoïdes).....	21
Figure 11	photo réelle des tests phytochimiques (pour les Protéines).....	21
Figure 12	photo réelle des tests phytochimiques (pour les saponosides).....	22
Figure 13	les étapes de lecture avec spectrophotométrie.....	23
Figure 14	Photo réel (Dosage des flavonoïdes et lecture par spectrophotomètre	24
Figure 15	photo réel de preparation de milieu de culture.....	25
Figure 16	photo réel de remplissage de milieu de culture.....	25
Figure 17	photo réel de préparation de l'inoculum.....	26
Figure 18	photo réel de l'ensemencement des 03 types bactériens dans les boites pétries.....	27
Figure 19	photos réel de disposé les disques dans les milieux de cultures avec dépôt de 10µL La gradient décroissant des extraits des quatre stations	27
Figure 20	Droite d'étalonnage de l'acide gallique.....	28
Figure 21	Teneur en phénols totaux des extraits de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. Dans les quatre stations.....	28
Figure 22	le diamètre en mm des zones d'inhibition des bactéries par les extrais brutes des quatre stations	30
Figure 23	photos réel montre le diamètre en mm des zones d'inhibition	31
Figure 24	histogramme représente le diamètre en mm d'activité inhibitrice de <i>staphylococcus aureus</i> (bactérie à Gram⁺).....	33
Figure 25	histogrammes représentent le diamètre en mm d'activité inhibitrice d' <i>E.coli</i> et <i>Klebseilla pneumoneae</i> (bacteries Gram⁻)	34

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01	structure des squelettes des poly-phénols.....	10
Tableau 02	montre les caractéristiques climatiques annuelles des stations d'étude.....	18
Tableau 03	le diamètre en mm des zones d'inhibition des bactéries par les extraits brutes des quatre stations.....	29
Tableau 04	montre les sensibilités des bactéries (gram⁻ et gram⁺) contre le gradient décroissant de concentration en extraits.....	32
Tableau 05	Concentration minimale inhibitrice des différents extraits (CMI).....	33

LISTE DES ABRÉVIATIONS

<i>P</i>	<i>Pistacia</i>
ATCC	American typ eculture collection
HM	Mueller Hinton
CMI	concentrations minimales inhibitrices
<i>E . coli</i>	<i>Escherichia</i>
<i>S. aurues</i>	<i>Staphylococcus</i>
AT	acides teichoïques
LPS	lypo-poly-saccharides
DMSO	(Diméthylsulfoxyde)
DO	la densité optique
EAG	équivalent d'acide gallique
RS	résidu sec

INTRODUCTION

Depuis les temps les plus reculés, l'homme a utilisé les plantes pour se nourrir et se soigner. De l'aspirine à la quinine extraite de l'écorce de saule et de quinquinas, 60 à 70 % des produits pharmaceutiques proviennent plus ou moins directement de substances naturelles végétales (**Kodjoed-Bonneton et Sauvain, 1989**).

Les propriétés thérapeutiques des plantes étaient connues empiriquement depuis l'antiquité et ce n'est que vers le début du 20^{ème} siècle que les scientifiques s'intéressent aux principes actifs de leur action. De part sa diversité édapho-bioclimatique, notre pays se caractérise par une végétation naturelle très diversifiée (plantes médicinales et aromatiques) et pratiquement inexploitée.

La conservation, la valorisation et le développement de cette flore et plus particulièrement les espèces en voie de disparition et localisées dans les étages semiarides et arides, devrait être une priorité des autorités administratives et scientifiques de notre pays. Parmi cette végétation autochtone, le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), espèce ligneuse arborescente présente dans la région de **Laghouat**

La multiplication de cette plante dans la région aura une grande incidence socioéconomique en raison de son intérêt agro-sylvo-pastoral. Il faut ajouter à cela, les possibilités d'extraction de certains composés naturels présentant un intérêt pharmacologique.

La mise au point d'un système de culture des plantes médicinales aura l'avantage de fournir des produits standardisés en matière de qualité, ce qui est très important pour l'industrie pharmaceutique et celle des produits de santé naturels, mais également pour les horticulteurs (**Mathe et Franz, 1999; Schilcher, 1989**).

L'objectif de notre étude est de mettre au point une méthode d'extraction des polyphénols contenus dans les graines de la plante *Pistacia atlantica* Desf, et de l'évaluation de l'activité antibactérienne de ces extraits.

Notre travail sera présenter sur un plan méthodologique comporte deux parties :

On a commencer par une introduction générale

I. Une partie théorique qui sera divisée en trois chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré à l'étude bibliographique sur le genre de *Pistacia atlantica* Desf

- Le deuxième chapitre dédié aux Les poly phénols (Définition, classifications et activités biologiques).
- Le troisième chapitre on discuter sur Les Structures et les types des bactéries, Souches bactériennes étudiées (*Staphylococcus aureus* (Gram⁺) , *Escherichia coli* et *Klebseilla pneumoniae* (Gram⁻)).

II. Une partie Etude expérimentale qui sera divisée en deux chapitres :

- Le premier chapitre matériels et méthodes se diviser en deux parties :
 - ✚ Méthode d'extraction des composées phénoliques (testes, dosages).
 - ✚ Activité biologique des extraits poly-phenolique (activité antibactérienne).
- Le deuxième chapitre contient les résultats et discussions

Enfinement on a clôturé notre travail par une conclusion et perspectives.

PARTIE I

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE SUR

LE GENRE *PISTACIA*

I.1. Généralités sur la famille des Anacardiaceae :

I. 1.1. Description botanique :

La famille des Anacardiaceae est constituée d'arbres, d'arbustes grimpants, à canaux résinifères, à feuilles composées pennées ou trifoliolées, généralement alternes, dépourvues de glandes ponctiformes. Inflorescence en panicules (**Gaussen et al.,1982**).

Les feuilles de cette famille sont actinomorphes, hétérochlamydées, parfois apétales, 5mères, hétérosexées ou unisexuées, généralement hypogynes, diplostémones ou haplostémones (à filets souvent concrescents, à la base), apocarpes ou syncarpes. Disque intrastaminal. Gynécée isomère ou réduit à 3-1 carpelle, mais généralement 1-loculaire par avortement, à placentation axile, chaque carpelle étant 1-ovules apotropes 2 (-1)-tegminés.

Le fruit est généralement une drupe souvent à mésocarpe résineux. Graine exalbuminée ou presque, à embryon courbe. Pollen divers, souvent 2-3-colporé, ou avec 3-8 ouvertures circulaires ou non. Cloisons des vaisseaux à perforation unique (sauf quelques cas). (**Gaussen et al.,1982**).

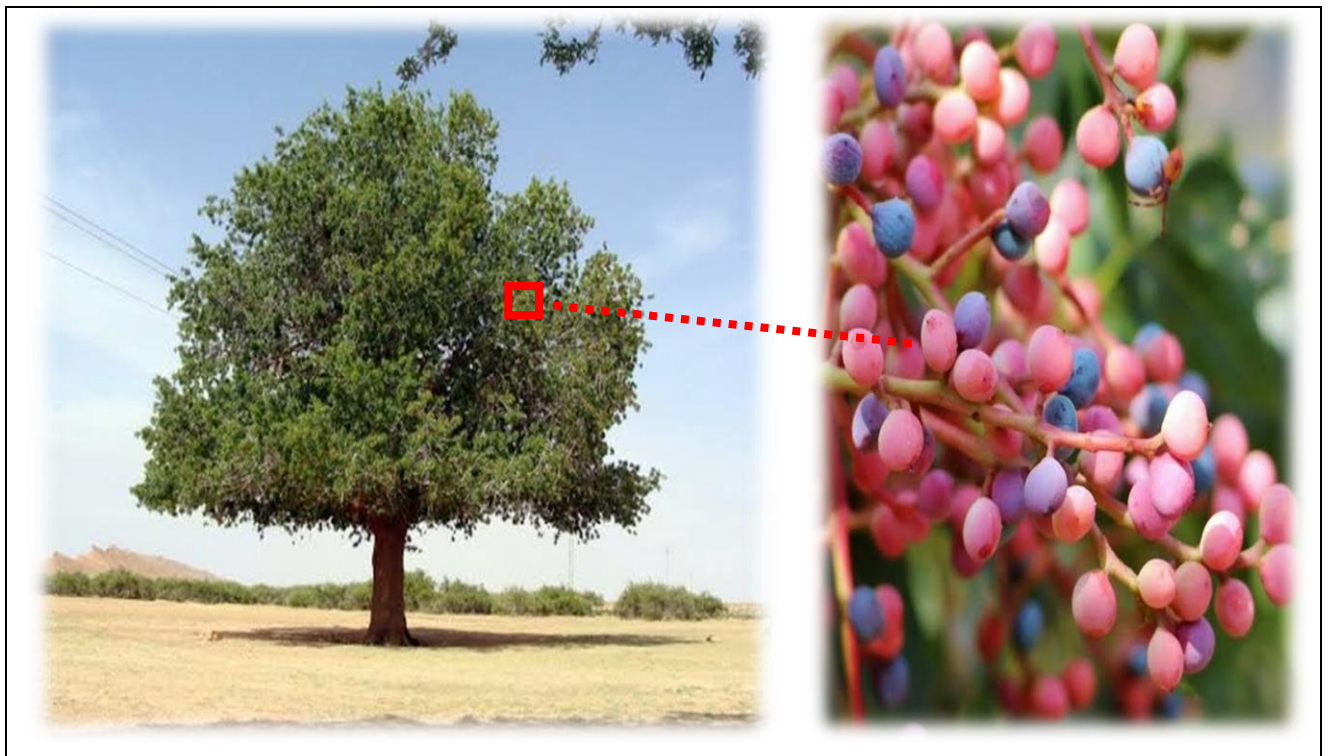


Figure 01 : Présente *Pistacia atlantica* Desf (www.bacteriainphotos.com)

I. 1.2. Présentation du genre *Pistacia atlantica* Desf.

Le genre *Pistacia* appartient à la famille des Anacardiaceae, ce genre comprend environ 11 espèces d'arbustes appartenant à l'ordre des Sapindales et à la famille des Anacardiaceae. D'origine asiatique ou méditerranéenne, les pistachiers sont des arbustes dioïques (fleurs mâles et femelles poussant sur des arbustes différents). Les fleurs d'une couleur plus ou moins marron, sont groupées en racèmes. Les fruits sont des drupes (**Bailey,1949 ; Mitcheh, 1986**).

Trois espèces sont très connues, *Pistacia lentiscus* (Lentisque pistachier) dont on extrait une résine et qui présente un feuillage persistant, *Pistacia terebinthus*, arbre au feuillage caduc dont on extrait l'huile de térébenthine et enfin *Pistacia vera* (Pistachier vrai) arbuste au feuillage caduc dont on consomme les graines grillées (les pistaches).

Les espèces du genre *Pistacia* sont (**Baudière,2002**).

- *Pistacia atlantica* Desf.
- *Pistacia chinensis*
- *Pistacia lentiscus* L.
- *Pistacia terebinthus* L.
- *Pistacia vera* L.
- *Pistacia integerrima*
- *Pistacia khinjuk*
- *Pistacia afghanistania*,
- *Pistacia mexicana*,
- *Pistacia palestina*,
- *Pistacia wienmannifolia*.

En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera* et *P. atlantica* Desf (**Quezel,1962**).

I. 1.3. Place dans la systématique

Le classement de *P. atlantica* Desf. dans la systématique est comme suite

Règne	Plantae
Division	Angiosperms
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Térébinthales
Famille	Anacardiaceae
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.

I. 1.4. Répartition géographique du genre *Pistacia atlantica* Desf.:

Ce genre est distribué dans les régions méditerranéennes et les zones du Moyen-Orient, le *Pistacia atlantica* Desf. est la seule espèce cultivée et commercialisée de ce genre (Bailey,1949 ; Benabid,2000).

Il est distribué largement en Algérie, la Turquie, le Maroc, la France, l'Espagne, l'Italie et la Grèce

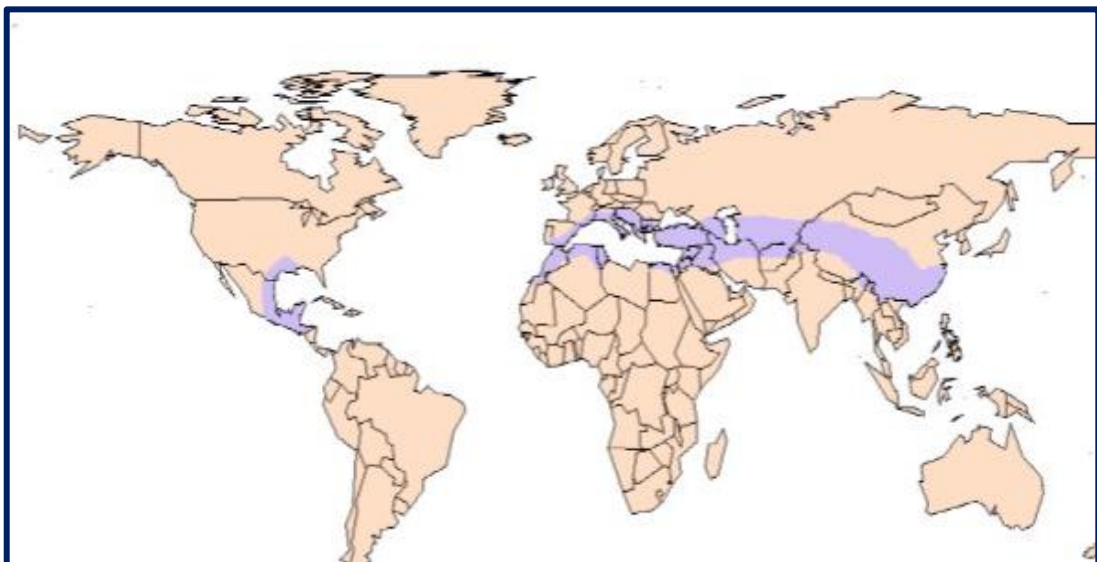


Figure 02 : Distribution géographique du genre *Pistacia atlantica* Desf.: (Tingshuang, 2008).

I. 1.5. Intérêts pharmacologiques, nutritionnels et industriels du *Pistacia atlantica* Desf.:

Les espèces de *Pistacia atlantica* Desf. sont utilisées en traitement de l'eczéma, la paralysie, diarrhée, les infections de gorge, la jaunisse, l'asthme et les douleurs d'estomac et des calculs rénales (**Chief ,1982 ; Mouhajir,2001**).

Elles ont diverses activités biologiques, anti -athérogène, hypoglycémique, antioxydant, anti-inflammatoire et insecticide (**Demo,1998 ; Dedoussis et al.,2004**).

La résine de différentes espèces de *Pistacia atlantica* Desf. est traditionnellement utilisée comme une gomme à mâcher et protège les lèvres contre la sécheresse, contre certaines maladies d'estomac et comme antiseptique pour le système respiratoire (**Baytop,1984 ; Tuzlaci et Aymaz,2001**). Les espèces de *Pistacia atlantica* Desf. ont une large utilisation dans l'industrie alimentaire

La résine est utilisée comme un rafraîchissant dans les boissons alcoolisées et non alcoolisées, dans certains mélanges de cosmétique et de parfumerie, et dans la production de dentifrice (**Davidson,1948**).

Les feuilles de *P. terebinthus* sont utilisées dans le traitement des brûlures, la résine utilisée comme antiseptique en cas de bronchites et autres troubles respiratoires et dans le traitement des maladies du système urinaire (**Topçu,2007**).

Récemment, l'extrait méthanolique des galles de *Pistacia terebinthus* a été révélé actif contre les affections inflammatoires (**Giner-Larza et al.,2002**).

P. weinmannifolia est une plante largement répandue dans la province du Yunnan en Chine, elle est anti-inflammatoire, antimutagène, anti-cancérogène et anti-oxydante. Les feuilles de cette plante sont utilisées quotidiennement comme boisson aux herbes et contre la dysenterie, l'entérite, la grippe, les saignements post-traumatiques et pour soulager des maux de tête et en cas du cancer des poumons (**Zhao et al.,2005**).

I. 1.6. Usages traditionnelles de *Pistacia atlantica* Desf.

En Algérie, le fruit du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), riche en matière grasse, n'est utilisé que par la population locale d'une façon très artisanale en médecine comme anti-diarrhéique et aussi en alimentation des troupeaux. Le suintement du tronc d'arbre donnant l'encre rouge est utilisé dans la tannerie des peaux (**Daneshrad et Ayanehchi 1980**).

Cette plante est très utile comme antiseptique, antifongique, et dans les maladies abdominales (**Baba Aissa,2000**).

I. 1. 7. Travaux antérieurs sur le genre *Pistacia*

Plusieurs études phytochimiques indiquent que les espèces du genre *Pistacia* sont riches en:

- Monoterpènes (**Monaco et al., 1982**).
- Triterpenoides tétracycliques (**Ansari et al.,1993**).
- Des triterpenoides (**Caputo et al.,1975 ; Caputo et al.,1978**).
- Des flavonoïdes (**Kawashty et al.,2000**).
- Des composés phénoliques(**Shi et Zuo 1992**).
- Des huiles essentielles (**Fennane et al.,2007 ; Kusmenoglu et al.,1995**).

CHAPITRE II

LES POLY PHÉNOLS

DÉFINITION, CLASSIFICATIONS ET

ACTIVITÉS BIOLOGIQUES

I. Les composés phénoliques et leurs activités antibactériennes :

I. 1. Définition :

Les composés phénoliques constituent un ensemble de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Ce sont des métabolites secondaires des plantes. Ils possèdent dans leur squelette, un ou plusieurs cycles aromatiques portant un ou plusieurs groupes hydroxyles ainsi que des groupes fonctionnels (ester, méthyle ester...) (**Bruneton ; 1999**). Ils participent à la défense des plantes contre les agressions environnementales (**Gee et Johnson ; 2001**) et les attaques microbiennes (**Bennick ; 2002**). Ces dernières années, les recherches sur les composés phénoliques se sont accentuées en raison de leurs activités anti-inflammatoires, antibactériennes, antifongiques, ainsi oxydantes et même anticancéreuses (**Montoro et al; 2005**).

I. 2. Classification:

Les poly-phénols possèdent plusieurs groupements phénoliques avec ou sans autres fonctions (alcooliques, carboxyles...). Dans cette famille de molécules, se trouvent de nombreuses substances, qui peuvent se classer selon leur structure:

I. 2.1. Les acides phénols :

Les acides phénols, ou acides phénoliques, ont une fonction acide et plusieurs fonctions phénols. Ils sont incolores et plutôt rares dans la nature. (**Haslam ,1994**).

I. 2.2. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des produits largement distribués dans le règne végétal et sont couramment consommés quotidiennement dans l'alimentation. Ils sont retrouvés également dans les plantes médicinales. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. (**Touafek, 2010**).

I. 2.3. Les tanins :

Les tanins sont des poly-phénols que l'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbre et les fruits (raisin, datte, café, cacao...). Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leurs centres asymétriques, leur degré d'oxydation (**Hemingway, 1992**)

Ils ont la capacité de former des complexes avec des macromolécules (les protéines ...) et des liaisons entre les fibres de collagènes. Leur structure chimique est particulièrement variable, mais comporte toujours une partie poly-phénolique ; il existe deux catégories de tanins, d'origine biosynthétiques différentes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés. (Paolini et al., 2003).


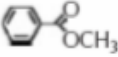

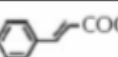
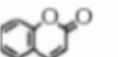
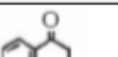
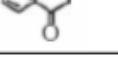
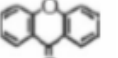
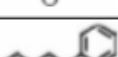
I. 2.4. Les saponines :

Les saponines sont des molécules naturellement produites par des plantes ou des animaux, dont le rôle n'est pas encore clairement cerné. Ce sont des hétérosides complexes dits saponosides, appartenant aux terpènes cycliques ou aux stéroïdes. On les trouve chez de nombreux végétaux (salsepareille, quinoa...) mais sont dégradées à la cuisson. Douées de propriétés tensioactives, les saponines font mousser leurs solutions et servent de détergent. Elles présentent une toxicité plus ou moins importante (selon les saponines, les espèces qui les ingèrent, et le contexte). Injectées dans le sang ou dans les tissus, elles provoquent la dissolution (lyse) de cellules ou de tissus sous l'influence d'agents chimiques, physiques ou biologiques des globules rouges. (Paolini et al., 2003).

I. 2.5. Les anthocyanes :

Ces molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, ce sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange. Leur présence dans les plantes est donc détectable à l'œil nu. A l'origine de la couleur des fleurs, des fruits et des baies rouges ou bleues, elles sont généralement localisées dans les vacuoles des cellules épidermiques, qui sont de véritables poches remplies d'eau. On trouve également les anthocyanes dans les racines, tiges, feuilles et graines. (Bassas et al., 2007).

Tableau 01: structure des squelettes des polyphénols (Crozier *et al.*, 2006).

Nombre de carbones	Squelette	Classification	Exemple	Structure de base
7	C ₆ -C ₁	Acides phénols	Acide gallique	
8	C ₆ -C ₂	Acétophénonnes	Gallacetophénone	
8	C ₆ -C ₂	Acide phénylacétique	Acide p-hydroxyphénylacétique	
9	C ₆ -C ₃	Acides hydroxycinamiques	Acide p-coumarique	
9	C ₆ -C ₃	Coumarines	Esculitine	
10	C ₆ -C ₄	Naphthoquinones	Juglone	
13	C ₆ -C ₁ -C ₆	Xanthones	Mangiférine	
14	C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbènes	Resveratrol	
15	C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoïdes	Naringénine	

I.3. Activité antibactérienne

Les qualités antibactériennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser (Haddouche, 2008).

Ces dernières années, il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens, due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les microorganismes résistant aux antibiotiques.

Une des approches courantes pour la recherche des substances biologiquement actives est le criblage systématique des micro-organismes ou les plantes, qui sont des sources de beaucoup d'agents thérapeutiques utiles.

En particulier, l'activité antimicrobienne d'huiles et des extraits de plantes ont formé la base de beaucoup d'applications, y compris, pharmaceutiques, médecine, thérapie naturelle et la conservation des aliments (Sagdic *et al.*, 2002).

Les extraits sont largement utilisés pour leurs propriétés antibactériennes, antifongiques, et activités insecticides. Des études sur les différents composants extraits ont montré d'importants modes d'action biologique pour éventuelle application en santé. **(Silva et al., 2003)**

Certains d'entre eux constituent des alternatives efficaces à des composés synthétiques de l'industrie chimique, sans qu'il y ait apparition d'effets secondaires **(Bakkalia et al.,2007)**

CHAPITRE III
GÉNÉRALITÉS SUR LES SOUCHES
BACTÉRIENNES ETUDIÉES

I. 1. Structure des bactéries

Les bactéries sont des cellules procaryotes, leur ADN n'étant pas localisé dans un noyau. Beaucoup contiennent des structures circulaires d'ADN extra-chromosomique appelées plasmides. Il n'y a pas d'autre organelle dans le cytoplasme que les ribosomes, qui sont de plus petite taille que ceux des cellules eucaryotes. À l'exception des mycoplasmes, les bactéries sont entourées par une paroi complexe, différente selon que la bactérie soit à Gram positif ou négatif. De nombreuses bactéries possèdent des flagelles, des pili, ou une capsule à l'extérieur de la paroi (**Hart et Shears, 1999**).

La paroi bactérienne a un rôle protecteur. C'est la première barrière vis-à-vis de toutes les agressions qui l'entourent. Les bactéries sont réparties en deux groupes :

I. 1.1. Bactéries à Gram positif

La paroi des bactéries à Gram positif est épaisse (environ 25nm), elle est formée de plusieurs couches de peptidoglycane : elle enveloppe la membrane plasmique de la bactérie (**Reginald et al., 2000**).

Le peptidoglycane (**Figure 03**) est le constituant majeur de la paroi (90% des constituants). Sa caractéristique essentielle est sa solidité. En effet, les liaisons croisées entre les chaînes glucidiques sont très nombreuses, ou s'enchevêtrent les acides teichoïques (A.T) qui correspondent à l'antigène de surface (antigène O).

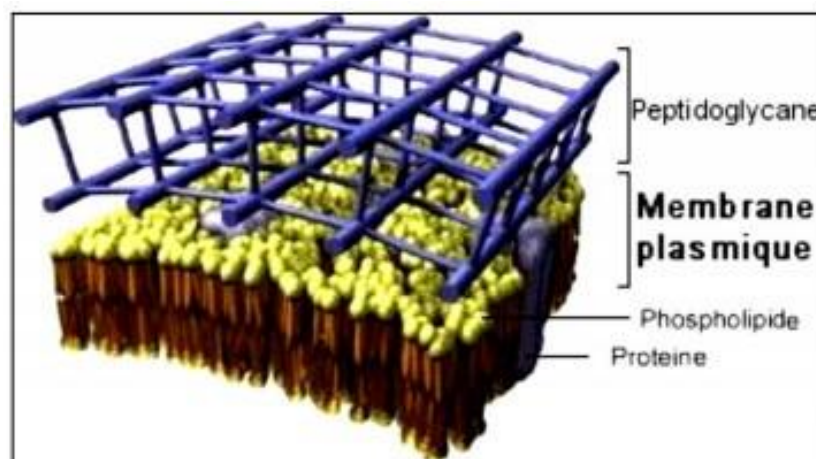


Figure 03: structure de la paroi des bactéries Gram positif (**Source internet, 2022**)

I. 1.2. bactéries à Gram négatif

Les parois des bactéries à Gram négatif (**Figure 14**) sont au contraire bien plus minces (2 à 3 nm), et ne contiennent qu'une unique couche de peptidoglycane entre la bicouche de la membrane plasmique et celle de la membrane externe (**Reginald et al., 2000**).

Cette membrane externe est constituée de lipopolysaccharides (LPS) il est constitué du lipides A et d'un polysaccharide immunogène. Elle possède des porines protéines solidaires du peptidoglycane permettant le passage de nutriments et d'antibiotique vers

l'intérieur de la bactérie (**Pebret, 2003**).

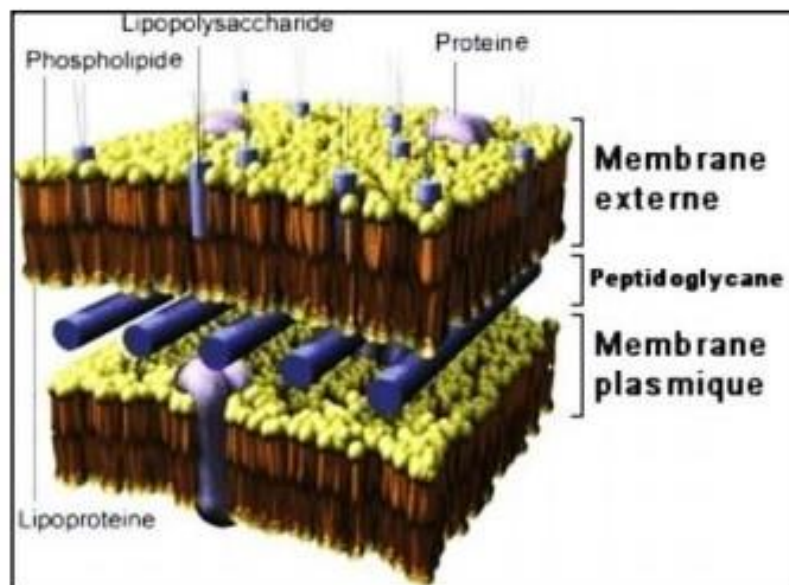


Figure 04: structure de la paroi des bactéries Gram négatif (**Source internet, 2022**)

I. 2. Les différents types de bactéries

I. 2.1. Bactérie saprophyte : bactérie qui se développe dans la nature aux dépens des végétaux et des matières en voie de décomposition. Ses relations sont indépendantes de l'organisme, au contraire des bactéries commensales.

I. 2.2. Bactérie commensale : bactérie se développant aux dépens de l'organisme sans avantage pour l'un au l'autre.

I. 2.3. Bactérie pathogène : bactérie qui provoque une infection par sa virulence et/ou toxino-génicité. Il y a des bactéries pathogènes spécifiques (en toute circonstance, elles sont responsables de maladies typiques) et des bactéries pathogènes opportunistes

I. 3. *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) : bactéries à Gram positifs

Staphylococcus aureus appartient à la famille des Micrococcaceae. C'est un coccus à Gram positif de 0,5 à 1 µm de diamètre, non sporulé, ubiquitaire présente dans tous les milieux naturels (air, poussière, sol, eau, égouts, vêtements) mais également chez les animaux et chez les hommes (Clave, 2013).

Ce sont des coques immobiles, isolés ou groupés en diplocoques ou, le plus souvent, en amas, diamètre moyen 0,8 à 1 µm. ce sont des cocci à Gram positif

(Le Loir et Gantier, 2009).

La présence de *S. aureus* dans les aliments constitue un risque pour la santé humaine parce que certaines souches sont capables de produire des entérotoxines, dont l'ingestion provoque une intoxication. Les entérotoxines agissent au niveau des nerfs du tube digestif qui stimulent le centre des vomissements; douleurs abdominales; diarrhées; crampes (Green,2012)

phylum	Firmicutes
Classe	Bacilli
Ordre	Bacillales
Famille	Staphylococceae
Genre	<i>Staphylococcus</i>
Espèce	<i>Staphylococcus aureus</i>

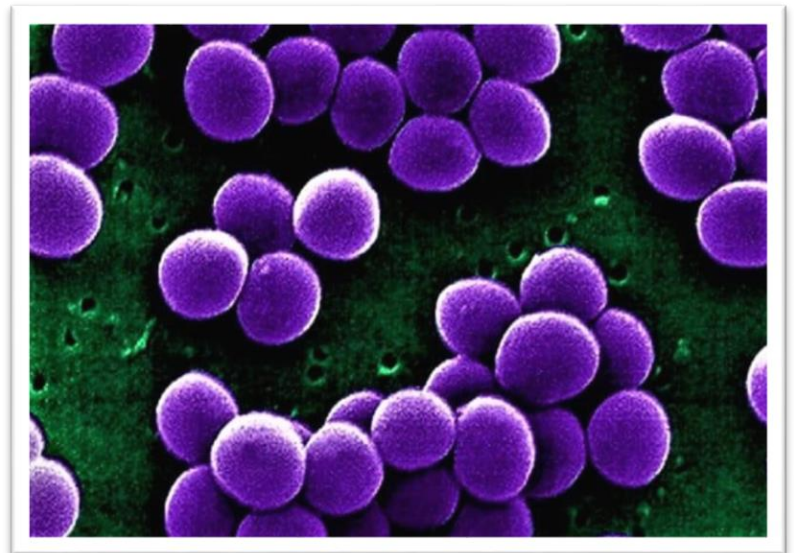


Figure 05: *Staphylococcus aureus* au microscope électronique(www.bacteriainphotos.com)

I. 4. *Escherichia coli* (*E.coli*) : bactéries à Gram Négatifs

Est un organisme pathogène alimentaire important (Lansing et al., 2010), c'est un bacille à coloration de Gram négatif qui appartient à la famille des entérobactéries. Cette bactérie présente la caractéristique unique d'être à la fois un germe commensale de la flore intestinale présent chez tous les individus et le premier germe pathogène responsable d'infections communautaires. *E.coli* est impliqué dans deux grands types d'infection : les infections intestinales et les infections extra-intestinales qui comprennent les infections urinaires et les infections néonatales (Denis, 2002)

phylum	Proteobacteria
Classe	Gamma proteobacteria
Ordre	Enterobacteriales
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	<i>Escherichia</i>
Espèce	<i>Escherichia coli</i>

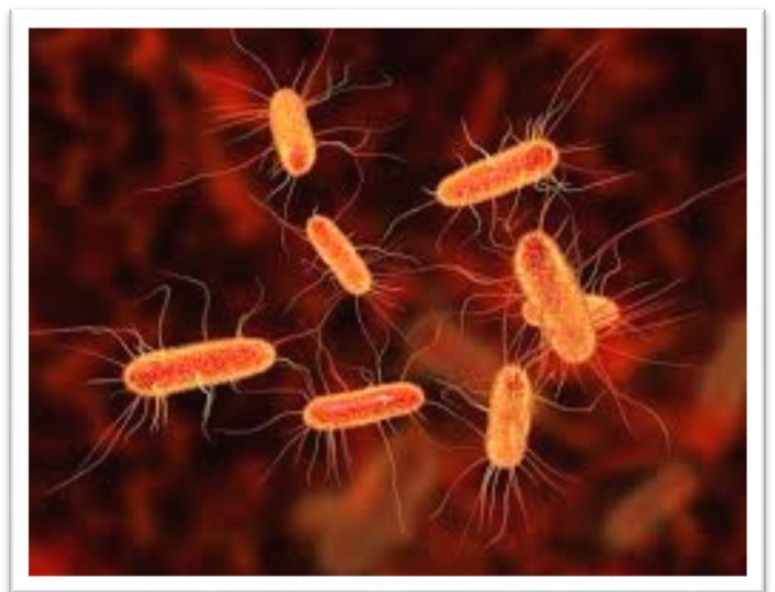


Figure 06 : *E.coli* au microscope électronique

(www.bacteriainphotos.com)

I. 5. *Klebseilla pneumoniae* : bactéries à Gram Négatifs

Bacille à Gram négatif, immobile, généralement entouré de capsule polysaccharidique donnant un aspect muqueux typique du genre. c'est une bactérie aéro-anaérobie facultative

(Blanc et al.,2006).

Klebseilla pneumoniae Elle est responsable d'infections respiratoires (pneumonies, abcès pulmonaires, pleurésies), intestinales et urinaires (Philippon, 1995).

phylum	Proteobacteria
Classe	Gamma proteobacteria
Ordre	Enterobacteriales
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	<i>Klebseilla</i>
Espèce	<i>Klebseilla pneumoniae</i>



Figure 07 : *Klebseilla pneumoniae* au microscope électronique(www.bacteriainphotos.com)

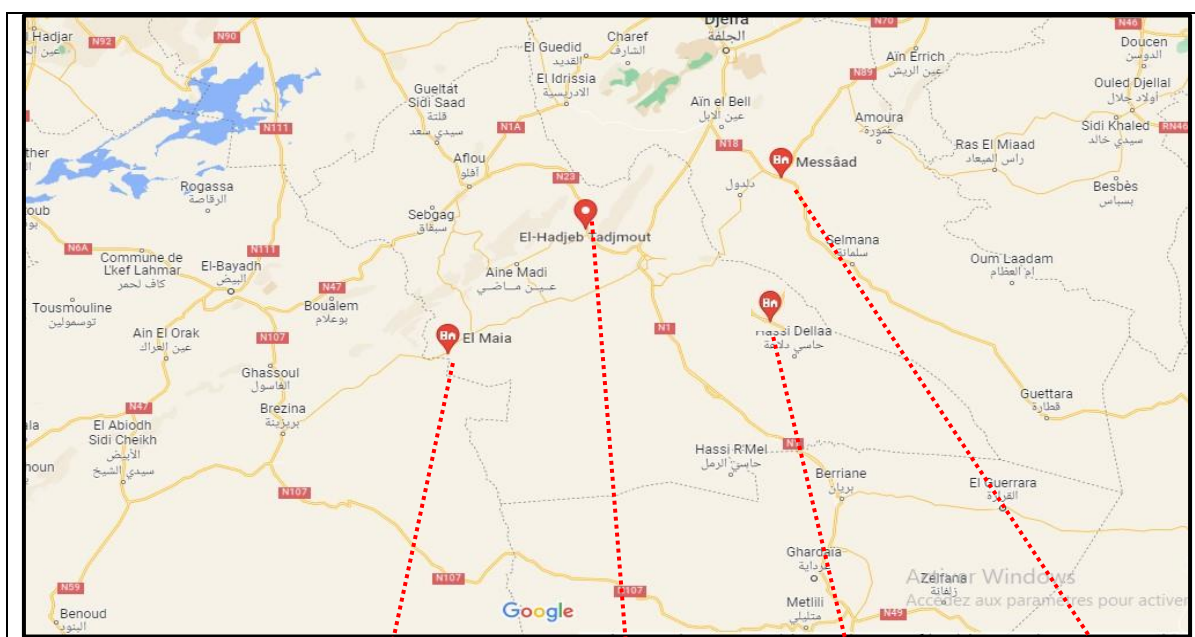
PARTIE II

ETUDE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE I

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I.1. La zone d'étude et échantillonnage



	Lalmaya	El-Hdjeb	Hassi-Dellaa	Messad
Caracteristiques climatique				
Altitude	(915m)	(760m)	(758m)	(750m-1010m)
Temperature	(3°C-38°C)	(13°C-38°C)	(19°C-42,6°C)	(3°C-36°C)
Humidité	(8%-32%)	(1%-35%)	(42,1%)	(3%-38%)
Précipitation	(2mm-14mm)	(2mm-17mm)	(2mm-12mm)	(3mm-18mm)

Tableau02 : montre les caractéristiques climatiques annuelles des stations d'étude

I.1.1. Matériel Végétale :

Les graine de *Pistacia atlantica* Desf, sont récoltées au moins d'Avril 2022 dans la région de laghouat (El-Hadjeb , lalmaya et Hassi Delaa) et Messad ,lavés puis séchées à l'ombre dans un endroit sec et aéré pendant 10 jours. Une fois séchés, elles ont été récupérées dans des sacs en papier

I.2. matériels et produits chimiques :

Appareillage et réactifs	Utilisation
Broyeur	Broyer les graines sèches du <i>pistacia Atlantica</i> Desf.
Balance	Peser la poudre obtenue des graines
Agitateur	Macérer le mélange (poudre + DMSO)
Spectrophotomètre	Mesurer la densité optique des extraits
Méthanol	Extraction des poly-phénols par solvant
Ether de pétrole Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃)	Éliminer les lipides et les pigments
Acide gallique	Doser les poly-phénols des extraits obtenus
Folin-Ciocalteu	
DMSO (Diméthylsulfoxyde)	Solvant pour solubiliser les extraits
Disques de papiers Wattman	Diamètre 6 mm

I. 3. Préparation de l'extrait hydrométhanolique :

20 g de la poudre végétale (les quatre stations) sont ajoutés dans des flacons contenant 200ml de (160 ml de méthanol + 40 ml de l'eau distille) . Après agitation et incubation pendant 24 heures à température ambiante, les quatre macéras sont filtrés 4 fois chaque 20min à l'aide du papier filtre. Après évaporation de méthanol à 45°C à l'aide d'un rota vapeur, les solutions aqueuses seront ensuite dégraissées avec de l'éther de pétrole afin d'éliminer les lipides et les pigments.

La phase aqueuse est récupérée dans des cristallisoirs qui seront incubé à 40°C

$$\text{Rd (\%)} = \left(\frac{\text{Masse de l'extrait sec}}{\text{Masse du matériel végétal utilisé}} \right) \times 100$$

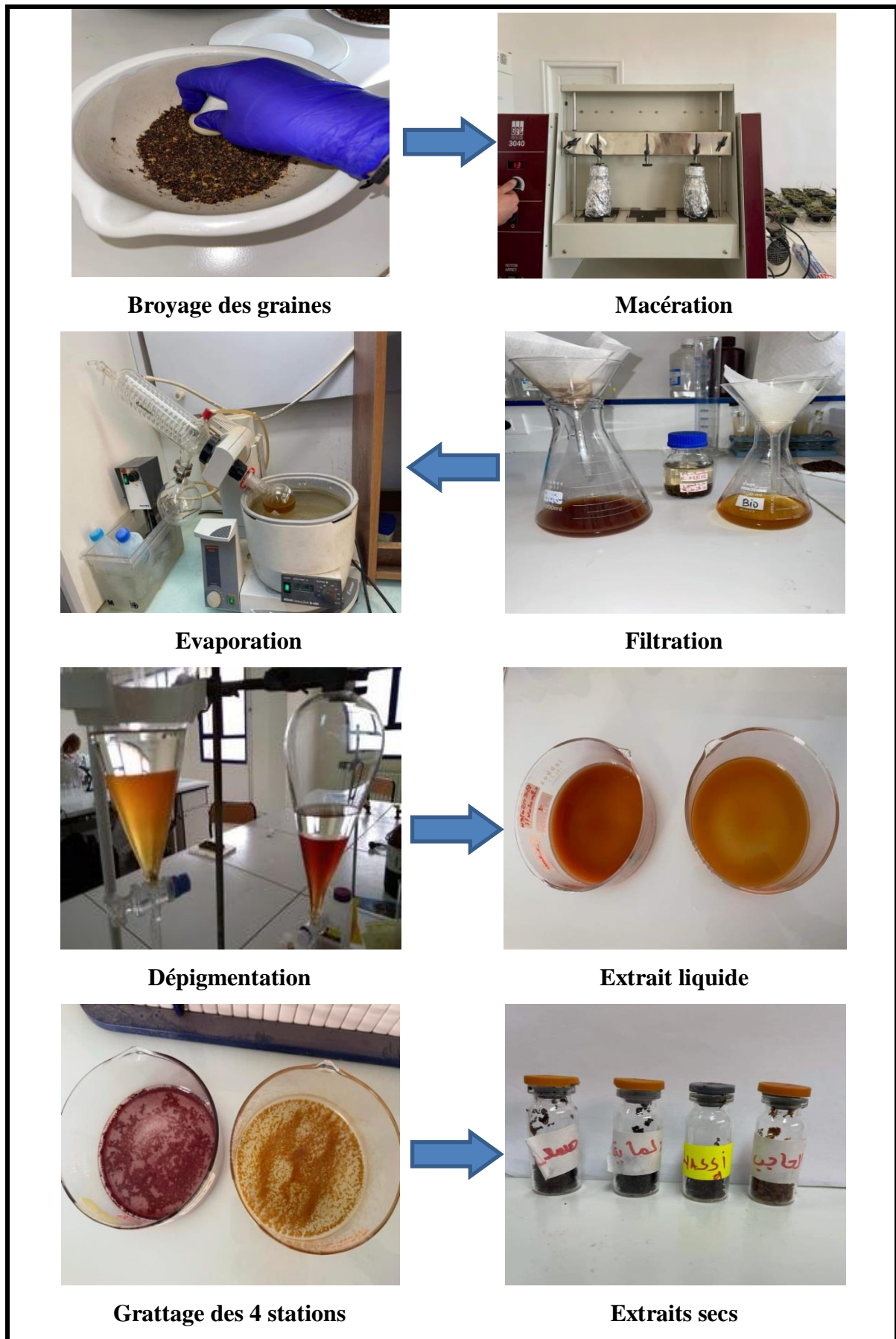


Figure08 : photos réel protocole expérimental d'obtention des extraits à tester

I.4. Les tests phytochimiques

I.4.1 Stéroïdes :

Dans chaque tube à essai, on introduit **5 mL** de chloroforme et **5 mL** de H_2SO_4 puis **500 μ L** de chaque extrait hydrométhanolique. La présence de stéroïdes a été indiquée par l'une des remarques suivantes :

- Changement d'une couleur du violet au bleu ;
- Changement d'une couleur du violet au vert ;
- Anneau de bleu/vert ;

La couche supérieure devient rouge et la couche sulfurique est jaune avec une fluorescence verte (Lerato et al.,2017).

I.4.2. Terpénoïdes :

Environ **2 mL** de chloroforme et 3 ml de H_2O_4 ont été ajoutés à **5 mL** des extraits. Une coloration brun-rougeâtre a été prise comme test positif pour les terpénoïdes (Lerato et al.,2017).

I.4.3. Test pour les phénols et les tanins : (Test du chlorure ferrique)

Deux millilitres d'une solution à **5 %** de $FeCl_3$ ont été ajoutés à **1 mL** des extraits. Une couleur noire ou bleu-vert indiquait la présence de tannins et de phénols (Lerato et al.,2017).



Figure 09 : photo réel des tests phytochimiques (pour les phénols et les tanins).

I.4.4. Flavonoïde : (Test de réactifs alcalins)

03 mL des extraits ont été traités avec 01 mL de solution de NaOH à 10%. La formation d'une couleur jaune intense était une indication de la présence de flavonoïde (Madike et *al.*,2017).



Figure10 :photo réel des tests phytochimiques (pour les flavonoïdes).

I.4.5. Protéines : (Test xanthoprotéique)

Quelques gouttes d'acide nitrique ont été ajoutées à 2 mL des extraits ,un changement de couleur vers le jaune a été observé (Lerato et *al.*,2017).

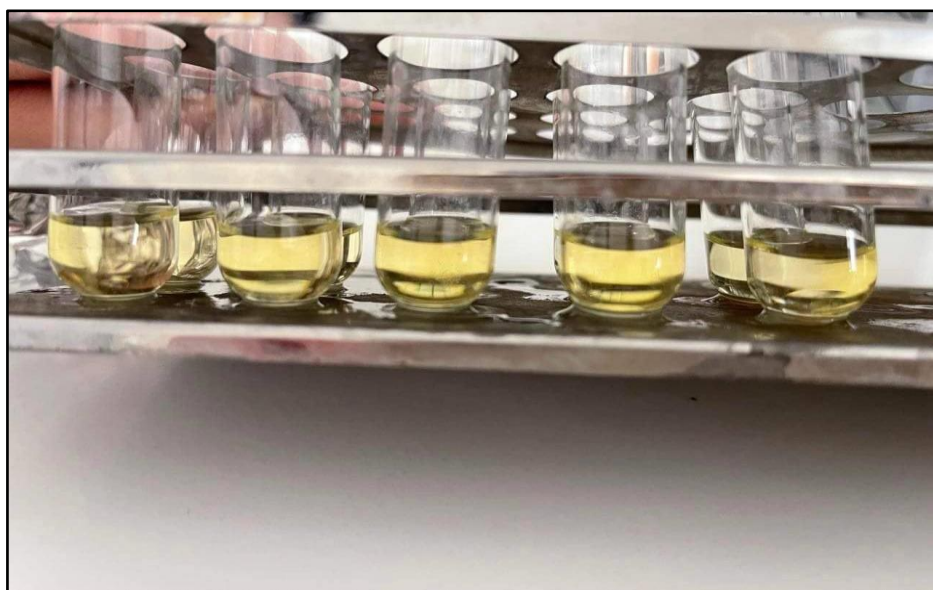


Figure11 :photo réelle des tests phytochimiques (pour les Protéines).

I.4.6. Saponosides :

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant un peu d'eau distillé aux extraits (50 μL extrait + 950 μL méthanol), puis la solution est fortement agitée. Ensuite le mélange est laissé pendant 20 min. La teneur en saponosides est évaluée :

- Pas de mousse : test négatif
- Mousse moins de **1cm** : test faiblement positif
- Mousse de **1-2 cm** : test positif
- Mousse de **2 cm** : test très positif (Trease et Evans,1987).

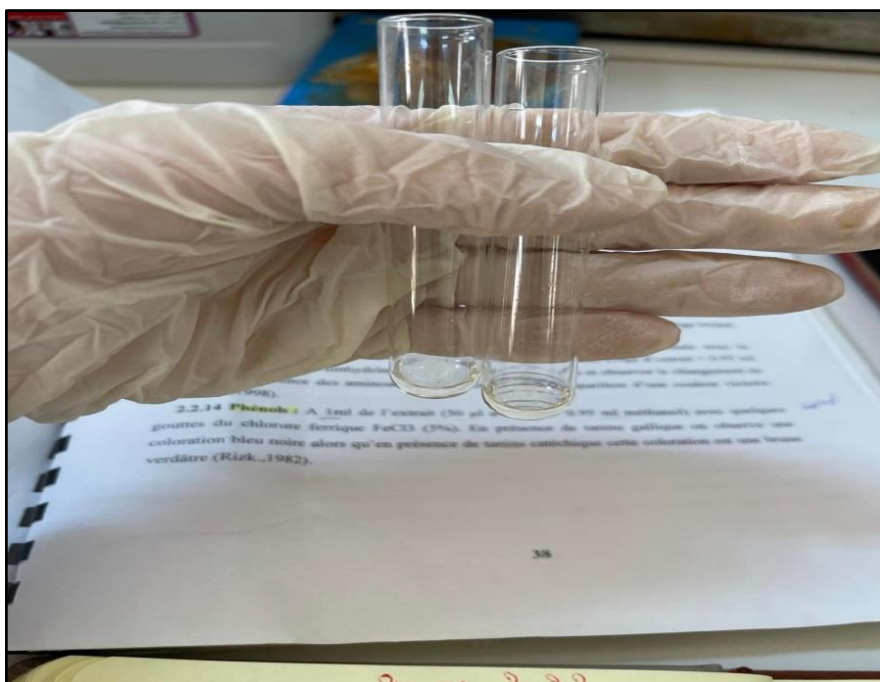


Figure12 :photo réelle des tests phytochimiques (pour les saponosides).

I.5. Dosage de quelques constituants phytochimiques

I.5.1 Dosage des phénols totaux

Les polyphénols ont été quantifiés par spectrophotométrie en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu qui est une solution de couleur jaune .

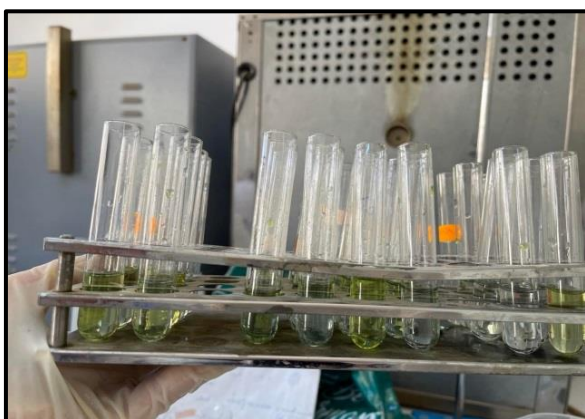
Le protocole utilisé est basé sur la préparation en premier lieu d'une solution de carbonate de sodium à (20 %) : On prend **10g** de la poudre de **NaOH** ajoutée à **50 mL** d'eau distillée , agité jusqu'à solubilisation totale ; puis verser au fiole et compléter jusqu'au trait de jauge (**V=100 ml**)

En deuxième lieu on fait des dilutions, dans chaque tube , on verse 3,16 ml d'eau distillée, ajoutée à différents volumes des extraits (5 μL ; 10 μL ;15 μL),complétés respectivement par l'eau distillée à 40 μL =(0,04mL) . (35 μL ;30 μL et 25 μL)

$$V_f = 3,16 + 0,04 = 3,20 \text{ mL}$$

En troisième lieu ,on ajouté 200 μL (0,2ml) de Folin –Ciocalteu dans chaque tube ,à incuber pendant 3minutes

Puis ajouter 0,6ml de la solution de carbonate à incuber pendant pendant 30 min (dans un bain marie) $V_f = 3,20 \text{ mL} + 0,2 \text{ mL} + 0,6 \text{ mL} = 4 \text{ mL}$. L'absorbance est lue à 765nm.



Avant l'incubation



Après l'incubation dans un bain marie



Figure13 : les étapes de lecture avec spectrophotométrie

I.5.2. Dosage des flavonoïdes totaux

On prépare les trois solutions suivantes :

- + Nitrite ;0,5 g dans 10mL d'eau distillée.
- + AlCl_3^+ ; 2,5 g dans 25mL d'éthanol.
- + NaOH ;4g dans 100mL d'eau distillée

La teneur totale en flavonoïdes des extraits est mesurée selon la méthode spectrophotométrique décrite par (Kim.D et al,2003). 20 μL des extraits retiré de (100 μL des extraits + 400 μL méthanol) sont ajoutés à 480 μL d'eau distillée +150 μL de nitrite et 300 μL de chlorure d'aluminium (AlCl_3^+).

Les tubes à essai sont incubés à température ambiante pendant 5 min, puis 1 mL d'hydroxyde de sodium (NaOH) est ajouté.

La DO du mélange est lue à 510 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Vis. un tube témoin (le blanc =480 μL d'eau distillée + 20 μL méthanol)



Figure14 : Photo réel (Dosage des flavonoïdes et lecture par spectrophotomètre)

I.6. Préparation de milieu de culture :

Gélose Mueller Hinton(MH) : milieu de l'activité antibactérienne

Etape 1 : suspendre les composants ,poudre Mueller Hinton dans Léau (38 g dans 1000 mL d'eau distillée ,le milieu est bouilli pendant quelques secondes jusqu'à dissolution complète des ingrédients puis stériliser par l'autoclavage a une pression 15 lb (121°C) pendant 15 minutes.



Figure15 : photo réel de preparation de milieu de culture

Etape 2 : remplissage du milieu de culture dans les boites de pétri entre deux bec Bunsen pour le chauffage et crée une zone de travaille stérile (figure)



Figure 16 : photo réel de remplissage de milieu de culture

Etape 3 :préparation des souches bactériennes

Les germes qui ont été testés pour déceler l'activité antibactérienne des extraits de *Pistacia atlantica Desf* sont les suivants :

Staphylococcus aureus ATCC 43300

Escherichia coli ATCC

Klebseilla pneumoniae

Ces souches nous ont été fournies par le laboratoire de microbiologie de la faculté des Sciences Biologiques et Agronomique de l'université Amar Thelidji Laghouat

❖ Préparation de l'inoculum :

Quelques colonies isolées à partir de culture jeune ont été mises en suspension dans **9 ml** d'eau physiologique stérile ont été bien homogénéisée, à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur longueur d'onde de **625 nm** la DO comprise entre **0,08-0,1**

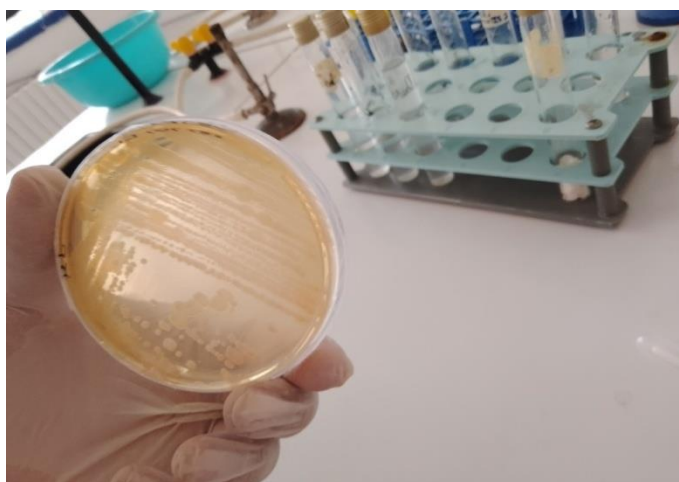


Figure17 : photo réel de préparation de l'inoculum

Etape 04 : Evaluation de l'activité antibactérienne

Dans les boites pétries contenant de Mueller Hinton refroidies, nous avons ensemencé **04** boites par la souche bactérienne *Escherichia coli* ATCC (**Gram⁻**) puis **04** autres boites par *Klebseilla pneumoniae* ATCC (**Gram⁻**), et **04** autres boites par *Staphylococcus aureus* ATCC(**Gram⁺**) de façon à recouvrir toute la surface gélosée. Après un temps de **20min** nous avons disposé **04** disques stériles (considéré comme de

gradient de concentration décroissant des extraits { brute, 25 %, 50%,75%}), dans chaque boîte sur lesquels nous avons appliqué 10 μ l de l'extrait méthanolique des quatre stations sur chaque disque , Nous avons ensuite porté les boîtes à incubation à une température 37°C pendant 24h.

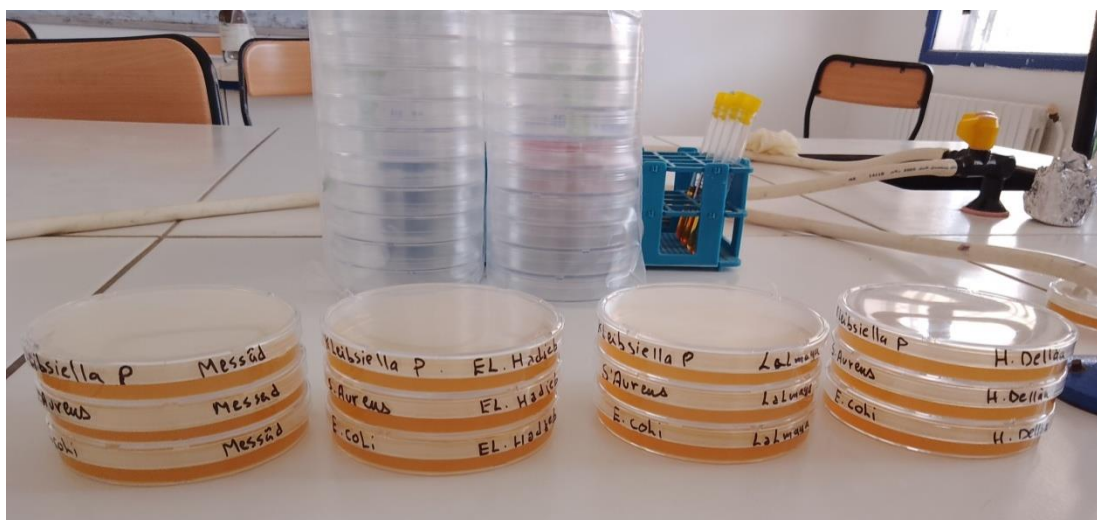


Figure18 : photo réel de l'ensemencement des 03 types bactériens dans les boîtes pétries



Figure19 : photos réel de disposé les disques dans les milieux de cultures avec le dépôt de 10 μ l a gradient décroissant des extrais des quatre stations

I.7. Méthode de détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) :

La concentration minimale inhibitrice (CMI) est définie comme étant la concentration la plus faible (exprimée en microgrammes / ml) capable d'inhiber la croissance des bactéries testées (Hacini et Djelloul, 2017).

CHAPITRE II

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I.1. Teneur en phénols totaux

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir de la droite d'étalonnage d'acide gallique (**Figure 20**) exprimée en microgramme d'équivalent d'acide gallique par gramme de résidu sec. Les résultats obtenus sont présentés dans la (**Figure 20**)

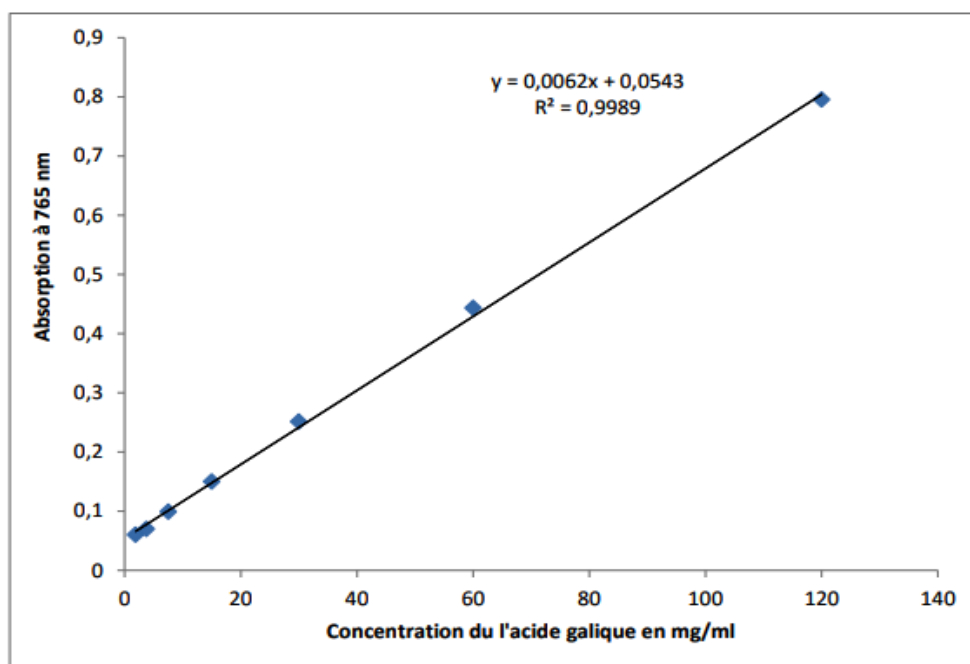


Figure 20 : Droite d'étalonnage de l'acide gallique

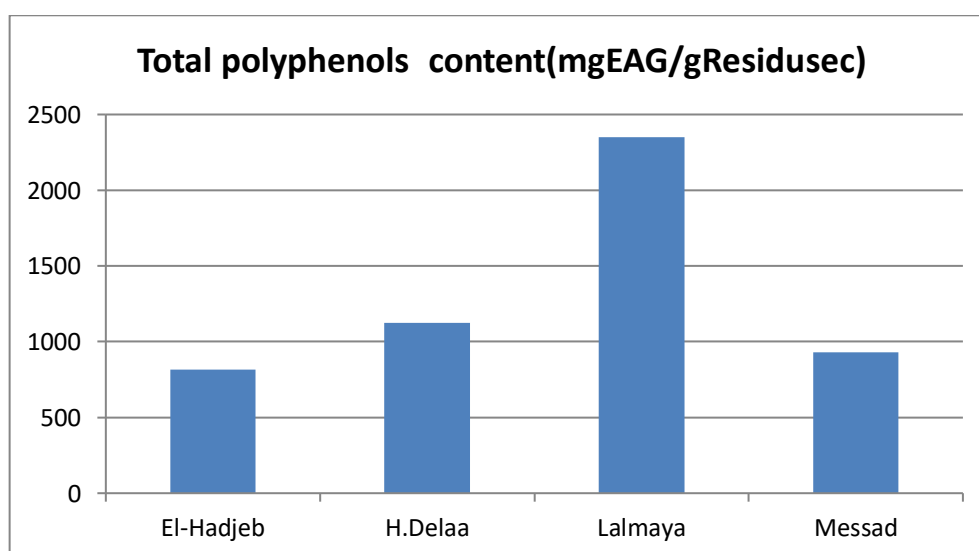


Figure21 : Teneur en phénols totaux des extraits de *Pistacia atlantica* Desf. Dans les quatre stations

Les résultats de l'estimation de la teneur en poly-phénols déterminées pour chaque extrait de la plante des quatre stations regroupés dans la figure montre que la quantité des composés phénoliques dans les extraits méthanoliques, cette quantité varie respectivement de **800-1100mg EAG/g RS** et de **2400- 900 mg EAG/g RS**

On remarque que la quantité des composés phénoliques dans les quatre extraits des graines est importante dans les quatre stations de notre étude en quantité élevé dans la station de Lalmaya. **2400mg EAG/g RS**

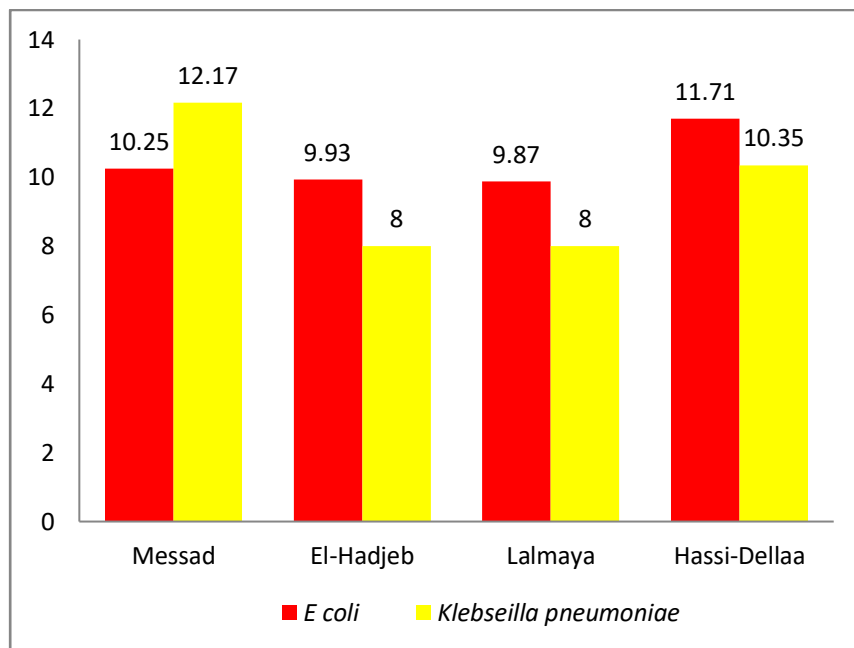
I.2. Activité antibactérienne

I.2.1. Antibiogramme

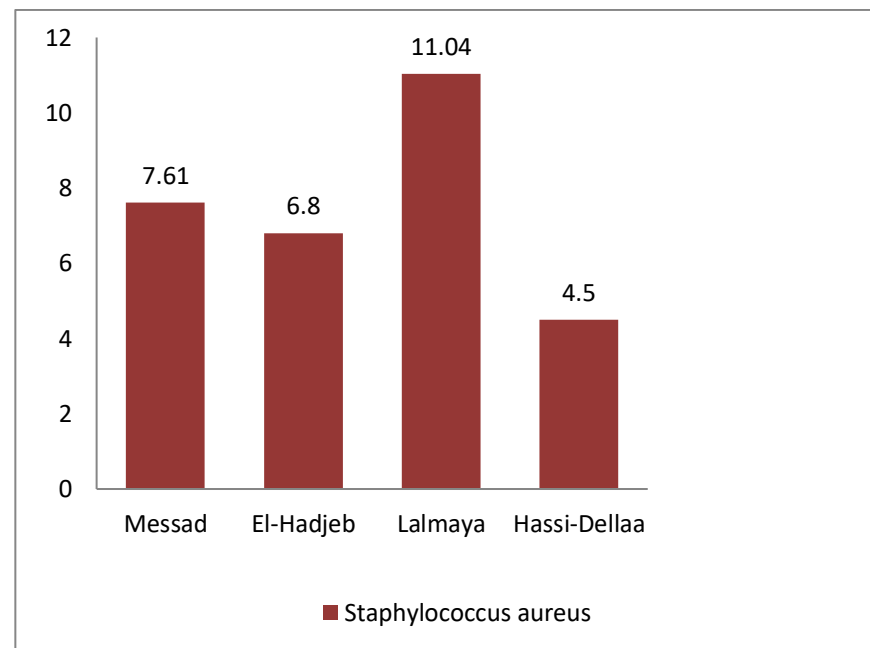
Les moyennes des diamètres des zones d'inhibition des extraits des quatre stations utilisés sur les trois souches étudiées sont représentées dans le (**Tableau 02**).

Tableau 03 : le diamètre en **mm** des zones d'inhibition des bactéries par les extraits brutes des quatre stations

Stations		Diamètre de la zone d'inhibition en mm			
		Messad	El-Hadjeb	Lalmaya	Hassi-Dellaa
Bactéries					
Bactérie Gram ⁺	<i>Staphylococcus aureus</i>	7,61	6,80	11,04	6,61
Bactérie Gram ⁻	<i>Escherichia coli</i>	10,25	9,93	9,87	11,71
	<i>Klebseilla pneumoniae</i>	12,17	8,00	8,00	10,35



bactéries à Gram Négatifs



Bactérie à Gram Positif

Figure 22 : le diamètre en mm des zones d’inhibition des bactéries par les extraits brutes des quatre stations

Les résultats présentés au (**Tableau 02**) montrent que la souche bactérienne à gram positif (*S.aureus*) et que les souches de bactéries à gram négatifs (*E.coli* et *Klebseilla pneumoniae*) ont montré des sensibilités avec les différents extraits brutes des quatre stations.

La figure représente le diamètre en mm des zones d'inhibition des bactéries (**Gram⁺** et **Gram⁻**) par les extraits brutes des quatre stations.

Ces mêmes résultats sont également présentés dans la photo dont nous remarquons que les différents extraits possèdent des effets distincts sur les bactéries testées.



Figure 23 : photos réelles montrent le diamètre en **mm** des zones d'inhibition

Tableau 04: montre les sensibilités des bactéries (gram⁻ et gram⁺) contre le gradient décroissant de concentration en extrais

Stations		Sensibilités des bacteries aux extrais															
		Messad				El-Hadjeb				Lalmaya				Hassi-Dellaa			
	Degré de concentration	brute	25 %	50 %	75 %	brute	25 %	50 %	75 %	brute	25 %	50 %	75 %	brute	25 %	50 %	75 %
Bactérie Gram ⁺	<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
Bactérie Gram ⁻	<i>Escherichia coli</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Klebseilla pneumoniae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-

Généralement, nous supposons que la sensibilité d'un germe est nulle pour un diamètre inférieur ou égal a **6 mm**, la sensibilité est limite pour un diamètre compris entre (**6mm** et **6,80 mm**),elle est moyenne pour un diamètre compris entre (**6,80 mm** et **08mm**),pour un diamètre supérieur a **10 mm**) le germe est très sensible.

I.3. Méthode de micro-dilution en milieu solide :

Les concentrations minimales inhibitrices de nos extraits les plus actifs sont rapportées dans le Tableau.

Tableau 05: Concentration minimale inhibitrice des différents extraits (CMI)

Stations		Messad	El-Hadjeb	Lalmaya	Hassi-Dellaa
Bactéries					
Bactérie Gram⁺	<i>Staphylococcus aureus</i>	75% [0,005]	50% [0,01]	/	50% [0,01]
Bactérie Gram⁻	<i>Escherichia coli</i>	/	/	/	/
	<i>Klebseilla pneumoniae</i>	/	/	75% [0,005]	75% [0,005]

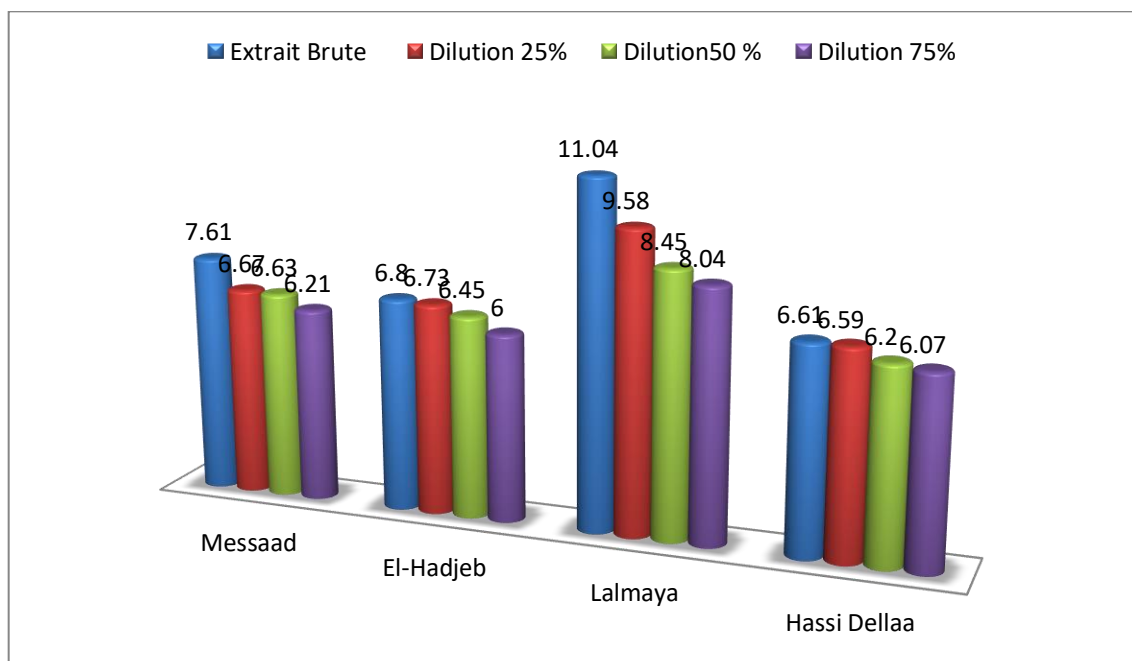


Figure 24 : histogramme représente le diamètre en **mm** d'activité inhibitrice de *staphylococcus aureus* (**bactéries Gram⁺**)

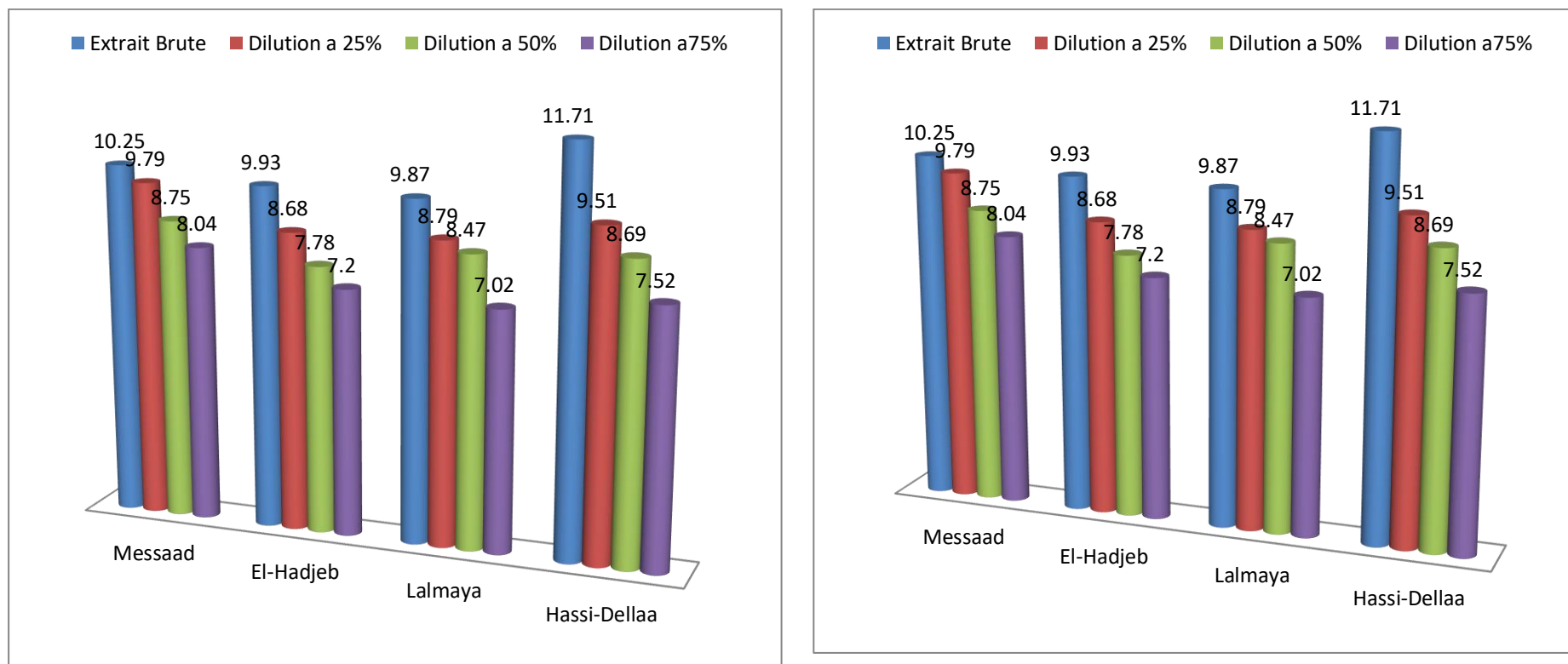


Figure 25 : histogrammes représentent le diamètre en mm d'activité inhibitrice d'*E.coli* et *Klebseilla pneumoneae* (bacteriesGram⁻)

D'après ces résultats, nous pouvons supposer que notre extrait méthanolique aurait une meilleure activité antibactérienne sur les souches si nous augmentons la concentration de nos extraits.

L'activité antibactérienne des extraits de plantes est due aux différents agents chimiques présents dans ces extraits, y compris les composés phénoliques, les flavonoïdes, les tannins et les triterpénoïdes (**Egwaikhide et al., 2010**)

ainsi que d'autres composés de nature phénolique ou groupes hydroxyle libres, qui sont classifiés comme composés antibiotiques très actifs (**Rojas et al., 1992 ; Marjori, 1999**).

La variation des régions (stations) provoque une variation de la composition chimique explique donc les variations observées dans l'activité antibactérienne des extraits d'une même espèce.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce travail avait pour l'étude d'une plante relique en voie de disparition : le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) au niveau d'une région du sud Algérien (région de Laghouat)

L'objectif de notre travail a porté sur l'extraction et le dosage des poly-phénols totaux, par le réactif du **Folin-ciocalteu** à partir des graines de *Pistacia atlantica* Desf. puis à l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits méthanoliques de cette plante.

Les teneurs obtenues en composés phénoliques dans les extraits des graines du *Pistacia atlantica* Desf sont appréciables (**800 EAG/g RS** a Messad) et (**1100mg EAG/g RS** El-Hadjeb) et de(**2400 EAG/g RS**a Lalmaya) et de (**900 mg EAG/g RS** a Hassi Dellaa)

L'évaluation de l'activité antibactérienne de nos différents extraits a montré une forte activité antibactérienne vis-à-vis des souches bactériennes testées et la station d'échantillonnage, avec une concentration minimale inhibitrice variable selon les souches

Les résultats obtenus de l'activité antibactérienne peuvent être considérés comme préliminaires pour des nouvelles études visant à isoler et à identifier les principes actifs responsables de cet effet inhibiteur.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A -

Ansari, S.H., Ali, M., Quadry, J.S. (1993). Tree new tetracyclic triterpenoids from *Pistacia integerrima* galls. *Pharmazie*. 49, 356-357.

- B -

Baba Aissa, F. (2000). Encyclopédie des plantes utiles: Flore d'Algérie et du Maghreb. Ed : EDAS. 217.

Bailey, L.H. (1949). Manual of cultivated plants most commonly grown in the continental United States and Canada. New York, NY (EUA). MacMillan. Rev. ed. completely restudied, 1116.

Baudière, A., Monange, Y., Gauquelin, Th. (2002). Le monde des plantes; intermédiaire

Baytop, T. (1984). Therapy with medicinal plants in turkey (past and present). Vol. 3255, 1st ed. Istanbul: Publications of the Istanbul university, 305.

Benabid, A. (2000). Flore et écosystème du Maroc. Ibis Press, Paris, pp. 130-221.

Bennick A. Interaction des polyphénols d'usine avec les protéines salivaires. Thèse de doctorat. Université de Toronto. Canada : Andres. 2002 ,184-196.

Bessas, A; Benmoussa, L; Kerarma, M. (2007). Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en biologie.

Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. Tec et Doc. Paris, 658p.

- C -

Caputo, R., Mangoni, L., Monaco, P., Palumbo, G. (1975). Triterpenes of galls of *Pistacia terebinthus*: Galls produced by *Pemphigus utricularius*. *Phytochemistry*. 14, 809- 811.

Caputo, R., Mangoni, L., Monaco, P., Palumbo, G., Aynehchim, Y., Bagheri, M. (1978). Triterpenes from bled resin of *Pistacia vera*. *Phytochemistry*. 17, 815-817.

Chief, R. (1982). Les plantes médicinales. Ed. Solor, pp. 2276-2277.

Clave D., 2013. Fiche technique: *Staphylococcus aureus*. Laboratoire de Bactériologie Hygiène, CHU de Toulouse - Institut Fédératif de Biologie, Centre Toulousain pour le Contrôle de qualité en Biologie clinique. Fiche technique bactériologique 131 : 1 – 4.

Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reiew*s. 12, 564-582.

Crozier A., Clifford M.N., Ashihara H., 2006. Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd. Daneshrad, A., Ayanehchi, Y. (1980). Chemical studies of the oil Pistacia nuts growing wild in Iran. Journal of the American Oil Chemists' Society. 57, 248-249.

- **D** -

Davidson, D.F.D. (1948). Report on the gum mastic industry in Chios. Bulletin of the Imperial Institute. 46, 184-91

Dedoussis, G.V.Z., Kaliora, A.C., Psarras, S., Chiou, A., Mylona, A., Papadopoulos, N.G., Andrikopoulos, N.K. (2004). Antiatherogenic effect of Pistacia lentiscus via GSH restoration and downregulation of CD36 mRNA expression. Atherosclerosis. 174, 293-303

Demo, A., Petrakis, C., Kefalas, P., Boskous, D. (1998). Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. Food Research International Journal. 31, 351-354.

- **E** -

Egwaikhide P.A., Bulus T. and Emua S. A., (2010). Antimicrobial activities and phytochemical screening of extracts of the fever tree, eucalyptus globules. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 9 (5): 940-945.

- **F** -

Fennane, M., Ibn Tattou, M., Ouyahya, A., El Oualidi, J. (2007). Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires. Vol : 2 Eds : Institut Scientifique. Rabat, 636.

- **G** -

Gausсен, H., Leroy, J.F., Ozenda, P. (1982). Précis de Botanique. 2- Les végétaux supérieurs, Ed. Masson, 2ème édition, 579.

Gee J.M., Johnson I.T. Polyphenolic compounds: interactions with the gut and implications for human health. Current Medicinal Chemistry. 2001, 8: 1-182.

Giner-Larza, E.M., Manez, S., Giner-Pons, R.M., Recio, M.C., Prieto, J.M., CerdaNicolas, M., Rios, J.L. (2002). Anti-inflammatory triterpenes from Pistacia terebinthus galls. Planta Medica. 68, 311-315

Green K., 2012. Mise à jour sur le Staphylococcus aureus résistant à la méthicilline. Toronto Invasive Bacterial Diseases Network. Volume 4 (3): 1 – 4.

- H -

Hacini, N., Djelloul, R. (2017) Study of the Antibacterial and Antifungal Activities of Oils of *Pistacia lentiscus* L. International Journal of Applied Environmental Sciences, 12, (1), pp. 133-143.

Haddouche F et Benmansour A (2008). Article de synthèse: Huiles essentielles et activités biologiques, Application à deux plantes aromatiques. Journal des technologies de laboratoire N°8.

Hart T. et Shears P., 1999. Atlas de poche de microbiologie, Médecine-Sciences Flammarion, Paris, 310 p.

Haslam E. Natural polyphenols (vegetable tannins): Gallic Acid metabolism. Nat. Prod. 1994, 11: 41-66.

Hemingway, R.W. (1992). Structural variation in proanthocyanidins and their derivatives. In: Plant polyphenols: synthesis, properties, significance. Laks P.E, Hemingway R.W New York

Kawashty, S. A., Mosharrata, S.A.M., El-Gibali, M., Saleh, N.A.M. (2000). The flavonoids of four *Pistacia* species in Egypt. Biochemical Systematics and Ecology. 28, 915-917.

- K -

Kusmenoglu. S., Baser, K.H.C., Özek, T. (1995). Constituents of the essential oil from the hulls of *Pistacia vera* L. Journal of Essential Oil Research. 7, 44-442.

- L -

Le Loir Y et Gautier M., 2010. *Staphylococcus aureus*. Édition Tec & Doc. Edition Médical internationales. 300 p.

- M -

Mitchell, A. (1986). Tous les arbres de nos forêts, édition Bordas, 319.

Monaco, P., Previtera, L., Mangoni, L. (1982). Terpenes in *Pistacia* plants: A possible defence role for monoterpenes against gall-forming aphids. Phytochemistry. 21, 2408-2410.

Montoro P, Barara A, Pizza C, De Tommasi N. structure antioxydante activité relationships of flavonoids isolated from different plant species food chemistry. 2005;349-355.

Mouhajir, F., Hudson, J. B., Rejdali, M., Towers, G.H.N. (2001). Multiple antiviral activities of endemic medicinal plants used by Berber peoples of Morocco. *Pharmaceutical Biology*. 39, 364-374 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 80.

- P -

Paolini V., Dorchie Ph., Hoste H. ; 2003. Effet des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre. *Alter. Agri.*, 17-19.

Pebret F., 2003. Maladies infectieuses: toutes les pathologies des programmes officiels des études médicales ou paramédicales. Editions HEURES DE France, 592 p.

Philippon A., (1995). Quelques bacilles à Gram négatif stricts non fermentaires et sensibilité aux antibiotiques. *Lett. Infectiol*, 10 : 619-630

- Q -

Quezel, P., Santa, S. (1962). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome I, centre nationale de la recherche scientifique, Paris , 611.

- R -

Reginald H., Garrett Carles M et Grisham., 2000. *Biochimie*. Ed De Boeck Supérieur, 1292 p

- S -

Sagdic, O., Kuscu, A., Özcan, M., Özcelik, S. (2002) Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth of *Escherichia coli* O157:H7. *Food Microbiology*. 19: 473-480

- T -

Tingshuang, Y. I., Jun, W., Avi, G. G., Dan, E. P. (2008). Phylogenetics and reticulate evolution in *Pistacia* (Anacardiaceae). *American Journal of Botany*. 95, 241-251.

Topçu., G., Ay, M., Bilici, A., Sarıkürkcü, C., Öztürk, M., Ulubelen, A. (2007). A new flavone from antioxidant extracts of *Pistacia terebinthus*. *Food Chemistry*. 103, 816-822

Touafek O (2010). Etude phytochimique de plantes médicinales du nord et du sud algériens. Doctorat en chimie organique. Université Mentouri-Constantine.

Tuzlaci, E., Aymaz, P.E. (2001). Turkish folk medicinal plants, Part IV: Gonen (Bahkesir). *Fitoterapia*. 72, 323-343.

- Z -

Zhao, X., Sun, H., Hou, A., Zhao, Q., Wei, T., Xin, W. (2005). Antioxidant properties of two gallotannins isolated from the leaves of Pistacia. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1725, 103-110.

Sites internet

1. Source internet 2022 : (www.StuDocu.com)
2. (www.bacteriainphotos.com)

المخلص:

شجرة البطم الأطلسي هي نبات طبي ينتمي إلى عائلة البطمية، وهذا النوع منتشر في دول البحر الأبيض المتوسط، من خلال هذه الدراسة حاولنا تقييم نشاط متعدد الفينول المضاد للبكتيريا انطلاقا من المستخلصات الخامة لأربع محطات في منطقة الأغواط والمحاضرة من بذور شجرة البطم (الخذيروي) التي تم استخلاصها بالنقع باستخدام كحول الميثانول بنسبة 80%. نسبة احتواء هذه المستخلصات لمتعدد الفينول حسب كل منطقة هي كالآتي: (800 ملغ مكافئة لحمض الغاليك / غ من المادة الجافة) في مسعد و (1100 ملغ مكافئة لحمض الغاليك / غ من المادة الجافة) في الحاجب و (900 ملغ مكافئة لحمض الغاليك / غ من المادة الجافة) في حاسي دلاعة و (2400 ملغ مكافئة لحمض الغاليك / غ من المادة الجافة) في لالماية.

أظهر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا حساسيات بين المستخلصات الخامة للمحطات الأربع والسلالات البكتيرية محل الدراسة (S.aureus Gram⁺) و (E.coli ; pneumoniae Klebseilla Gram⁻) وكذلك قمنا باختبار المستخلصات المخففة 25%، 50%، 75% في محلول DSMO على التوالي لتحديد ادنى تركيز لتنشيط البكتيريا حيث وجد ان هذا الأخير متغير حسب السلالة ومحطة أخذ العينات. في نهاية هذه الدراسة، نستنتج بأن المستخلصات البيولوجية لنباتنا لها تأثير كبير مضاد للبكتيريا على السلالات المدروسة وبالتالي يمكن استخدامها في علاج الأمراض المعدية.

الكلمات المفتاحية: شجرة البطم الأطلسي، متعدد الفينول، النشاط المضاد للبكتيريا، ادنى تركيز لتنشيط البكتيري

Résumé :

Pistacia atlantica Desf est une plante médicinale appartenant à la famille des Anacardiaceae, cette espèce connue sous le nom de « Btom », est très répandue dans les pays méditerranéens, Dans la présente étude nous avons tenté d'évaluer l'activité antibactérienne des poly-phénols d'extraits brutes de quatre stations de la région de Laghouat, préparés à partir des graines de *Pistacia atlantica* Desf, ces extraits ont été extrais par macération en utilisant le méthanol à 80%. les teneurs en composés phénoliques dans les extraits des graines du *Pistacia atlantica* Desf sont appréciables (800 mg EAG/g RS a Messad) et (1100mg EAG/g RS El-Hadjeb) et de(2400 mg EAG/g RSa Lalmaya) et de (900 mg EAG/g RS a Hassi Dellaa). L'évaluation de l'activité antibactérienne montré des sensibilités entre les différentes extraits brutes des quatre stations et les souches bactériennes (*S.aureus*) à Gram⁺ et (*E.coli* et *Klebseilla pneumoniae*) à Gram⁻. Ainsi que nous avons testé des extraits dilués 25%,50%,75% respectivement dans le DSMO pour déterminé leur CMI. On a trouvé que la CMI est variable selon la souche et la station d'échantillonnage. Au bout de cette étude, nous retiendrons que les extraits biologiques de notre plante exercent un effet antibactérien important sur les souches étudiées et pourrait par conséquent être utilisé dans le traitement des maladies infectieuses

Mots clés : *Pistacia atlantica* Desf , poly- phénols, activité antibactérienne ,CMI

ABSTRACT :

Pistacia atlantica Desf is a medicinal plant belonging to the Anacardiaceae family, this species known as "Btom", is widespread in Mediterranean countries, In the present study we attempted to evaluate the antibacterial activity of poly- phenols from crude extracts from four stations in the Laghouat region, prepared from the seeds of *Pistacia atlantica* Desf, these extracts were extracted by maceration using 80% methanol. the contents of phenolic compounds in the extracts of the seeds of *Pistacia atlantica* Desf are appreciable (800 mg EAG/g SR in Messad) and (1100mg EAG/g SR in El-Hadjeb) and of (2400 mg EAG/g SR in Lalmaya) and of (900 mg EAG/g SR in Hassi Dellaa). The evaluation of the antibacterial activity showed sensitivities between the different raw extracts of the four stations and the bacterial strains (*S.aureus*) at Gram⁺ and (*E.coli* and *Klebseilla pneumoniae*) at Gram⁻. As well as we tested extracts diluted 25%, 50%, 75% respectively in the DSMO to determine their MIC. It was found that the MIC is variable depending on the strain and the sampling station. At the end of this study, we will retain that the biological extracts of our plant have a significant antibacterial effect on the strains studied and could therefore be used in the treatment of infectious diseases.

Key words: *Pistacia atlantica* Desf, polyphenols, antibacterial activity, MIC

