

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955 - سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Intitulé :

**Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits  
éthanoliques de la plante *Aster squamatus* (Spreng.)  
Hieron.**

Présenté Par :

Bellir Manar

Boutata Nassima

Boutouga Fatma Zohra

Debbah Iness

Soutenu publiquement le 23/06/2024

**Membres de Jury :**

Dr. GHANNAM Maya (MCB)

Présidente

Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Dr. BOULECHFAR Safia (MCB)

Promotrice

Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Dr. KROUMA Hamida (MAB)

Examinatrice

Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2023/2024

# *Remerciement*

*Avant toute chose, nous tenons à remercier Dieu le Tout-Puissant de nous avoir guidés tout au long de ces années et de nous avoir permis de réaliser ce mémoire de fin d'études en nous donnant force, courage et volonté.*

*Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à Docteur Safia BOULECHFAR; notre directrice de mémoire, pour son encadrement, sa patience, ses précieux conseils et son soutien indéfectible tout au long de ce travail. Ses remarques avisées et ses encouragements m'ont permis de mener à bien cette recherche.*

*Mes sincères remerciements s'adressent également aux honorables membres du jury Dr. Maya Ghannam et Dr. Hamida Krouma qui me font l'honneur d'évaluer ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et gratitude à Dr Machiaa pour ses efforts, son aide et sa gentillesse envers nous tout au long de notre parcours.*

*J'exprime aussi ma reconnaissance envers l'ensemble du corps professoral du département de biologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université du 20 août 1955 à Skikda, pour la qualité de la formation prodiguée et les connaissances acquises pendant mon cursus.*



2024

## *Dédicace*

*Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie que je dédie ce travail :*

*A mes chers parents, pour leurs sacrifices, leurs encouragements, leurs soutiens, leurs précieux conseils et leurs prières durant toute ma vie.*

*Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.*

*A ma chère sœur Bouchra qui m'a toujours soutenue, je te souhaite tout le bonheur du monde.*

*A mes chères Sara et Ahmed, pour leurs encouragements qui m'ont été d'un grand soutien.*

*A toutes ma famille.*

*A mes chères amies Fatma, Imen, Hana et Rim.*

*A tous ceux qui m'ont soutenu, de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*NASSIMA*



2024

## Dédicace

*Je dédie ce mémoire à mon père Alloua et à ma mère Habiba, qui ont toujours été si patients et généreux. Ils ont constamment été une source de motivation et de bonheur pour moi.*

*Je dédie également ce travail à mes sœurs Wafa, Assia, Amel, Chourouk, Iman, Rania, ainsi qu'à mes frères Hamza, Khaled et Fouad. Ils ont toujours été disponibles pour m'écouter et suivre l'avancement de mes travaux, offrant de nombreux conseils.*

*Je souhaite aussi dédier ce mémoire à toute la famille Boutouga et Maoudj.*

*À ma grand-mère Zineb, à mes nièces Amani, Rawdat al Rahman, Tassnim, Rachha, Arwa, Aridj, Aya, Roukja, Nour el Imen, et à mes neveux Wail, Abd-elrahim, et Abd el Rahman.*

*À Aicha, à mes gendres Adel et Ibrahim, ainsi qu'à Fares.*

*À mon grand-père Salah et Mohamed, à ma grand-mère Halima, à ma sœur Soumia et à ma nièce Soundous, qui restent toujours vivants dans mon cœur malgré leur absence.*

*Je tiens à remercier mes amis Nassima, Iman, Hanane, Amina et Ikram pour leur soutien.*

*Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et que je n'ai pas pu mentionner ici.*

FATMA ZOHRRA



2024

## Dédicace

*Si le début du chemin est la douleur, alors sa fin est la réalisation d'un rêve, et si la première libération est une larme, alors sa fin est un sourire, et ici les années ont passé, et le rêve s'est réalisé. Ô Dieu, louange à Toi avant que Tu sois satisfait, louange à Toi si Tu es satisfait, et louange à Toi après satisfaction, car Tu m'as permis d'achever ce travail jusqu'à ce qu'après, je te consacre ce travail, je n'en ai pas. Celui dont je porte le nom avec fierté, à l'exception de celui qui m'a soutenu dans toutes les limites et m'a donné gratuitement, mon cher père ♥ Muhammad ♥ que Dieu te protège. À celle qui a mis le Paradis sous ses pieds, à celle dont la supplication fut le secret de ma réussite, et dont la tendresse fut le baume de mes blessures, mon modèle, mon premier professeur, et l'ami de mes jours, mon affectueux mère ♥ Hafida ♥ Que Dieu te protège et te guérise. Un frère est une bénédiction de Dieu Tout-Puissant. L'amour d'un frère est différent, dépasse l'étendue de sa portée et est toujours le plus précieux. Mon seul frère est ma sœur, mon ami. Oh mon Dieu, mon frère. Oh mon Dieu, mon côté ferme. Mon seul cher frère ♥ Anis ♥. À celui qui a consacré son temps et m'a honoré de sa grâce, en reconnaissance de sa grâce et de son droit, car il a été ma meilleure aide et mon meilleur soutien envers mon mari bien-aimé ♥ Faisal ♥. Je remercie tous les membres de ma famille de m'avoir encouragé, mes parents, mon frère et mon mari.*

*Mes proches et proches : mon grand-père et ma grand-mère, mes tantes Habiba, Rashida, Farida, Nawal, Maryam, Karima. A mes cousins (Loubna, Abir, Asmaa). À ma deuxième famille, la famille de mon mari, la mère de mon mari, Saliha, et son père, que Dieu ait pitié de lui. Aux sœurs de mon mari (Nawal, Ahlam, Rimah) et à mes bien-aimées Amani et Nesrin.*

*Je t'aime à tous mes amis et proches, en particulier celui qui a fait preuve de fraternité et s'est caractérisé par sa loyauté, mon compagnon de voyage ♥ Manar J'espère te rendre fier de moi. A tous ceux qui m'ont accompagné et soutenu de près ou de loin*

INESS



2024

## Dédicace

*A ma très chère mère*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force et pour affronter les différents obstacles. Que dieu te protège mon Ange.*

*A mon très cher père*

*Tu as toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection. Que dieu prolonge ton âge.*

*Ma chère sœur ranime ma meilleure amie et Mes chers frères raïd et moundir mes bras droits je vous aime trop que dieu te protège.*

*Mon mari seïf mon soutien merci d'être dans ma vie.*

*Ma grande mère fatima zahra que dieu ait pitié d'elle tu toujours dans ma tête. ma grande mère houria que dieu te protège.*

*Mes chers cousins ikram chourouk youssra mes meilleures sœurs dans le monde, je te souhaite du bonheur et du succès.*

*A toutes ma famille surtout mon affectueuse tante Sihem, a toute mes amis surtout : mon partenaire iness, rayen, lamis, hadjer et choubaila.*

*Et aussi la famille de mon mari ma deuxième famille que dieu te protège.*

MANAR



# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

## *Première partie : Synthèse Bibliographique*

### *Chapitre I : Les bactéries et les agents antibactériens*

1. Bactéries.....	3
2. Les infections bactériennes .....	4
3. Les agents antibactériens.....	4
4. Les antibiotiques .....	4
4.1. La classification des antibiotiques.....	4
4.1.1. Selon leur origine.....	4
4.1.2. Selon leur spectre d'activité.....	5
4.1.3. Selon leur mode d'action.....	5
4.1.4. Selon leur structure chimique.....	5
4.1.5. Selon l'activité antibactérienne.....	5
4.2. Mode action.....	6
4.3. Les résistances bactériennes aux antibiotiques.....	7
4.4. Types de résistance.....	7
4.4.1. La résistance naturelle.....	7
4.4.2. La résistance acquise.....	7

### *Chapitre II : La plante Aster squamatus (Spreng.) Hieron*

1. Généralités.....	8
2. Présentation d' <i>Aster squamatus</i> .....	8
3. Classification.....	9
4. Description botanique.....	9
5. Air géographique.....	10
6. La composition chimique.....	10
7. Utilisation en médecine traditionnelle.....	10
8. Effets biologiques.....	10

## *Deuxième partie : Etude expérimentale Chapitre I : Matériel et*

### *méthodes*

1. Récolte de la plante.....	12
2. Extraction.....	12
3. L'activité antibactérienne.....	12
4. Les microorganismes tests.....	12
4.1. Préparation des solutions des extraits.....	13
4.2. La méthode de diffusion.....	13
4.3. La méthode de microdilution.....	13
5. Analyse statistique.....	13

### *Chapitre II : Résultats et discussion*

1. Résultats.....	14
1.1. Méthode de diffusion.....	14
1.2. Méthode de microdilution.....	17
2. Discussion.....	18

<b>Conclusion.....</b>	<b>20</b>
------------------------	-----------

<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>21</b>
---	-----------

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure 01</b> : Structure de la cellule bactérienne.....	3
<b>Figure 02</b> : Structure de la paroi bactérienne.....	3
<b>Figure 03</b> : Les modes d'actions des ATB.....	6
<b>Figure 04</b> : <i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.....	9
<b>Figure 05</b> : Etapes de la macération.....	12
<b>Figure 06</b> : Effet des extraits aqueux d' <i>A. squamatus</i> sur les bactéries tests.....	15
<b>Figure 07</b> : Activité antibactérienne de l'antibiotique Gentamicine sur les bactéries tests.....	15

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 01</b> : Description des différentes parties de la plante <i>Aster squamatus</i> .....	9
<b>Tableau 02</b> : Les activités biologiques de la plante <i>Aster squamatus</i> .....	11
<b>Tableau 03</b> : La sensibilité des souches bactériennes vis-à-vis les extraits éthanoliques d' <i>A. squamatus</i> .....	14
<b>Tableau 04</b> : Diamètre des zones d'inhibition de la croissance bactérienne obtenu par les extraits aqueux d' <i>A. squamatus</i> et Gentamicine.....	16
<b>Tableau 05</b> : Les concentrations minimales inhibitrices des extraits.....	17

# LISTE DES ABREVIATIONS

**EEFE** : Extrait éthanolique feuilles.

**EEFL** : Extrait éthanolique fleurs.

**EET** : Extrait éthanolique tiges.

**EEPA** : Extrait éthanolique partie aériennes.

**CMI** : La concentration minimale inhibitrice.

**CMB** : La concentration minimale bactéricide

**ATB** : Antibiotique.

**ATCC** : American Type Culture Collection.

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde.

**Gélose MH** : Gélose Mueller-Hinton.

**M** : Mètre.

**Cm** : Centimètre.

**Mm** : Millimètre.

**Diam** : Diamètre.

**Env** : Environ.

**%** : Pourcentage.

**G** : Gramme.

**V/v** : Volume par rapport au volume.

**° C** : Degré Celsius.

**Mg/ml** : Milligramme par rapport au millilitre.

**Nm** : Nanomètre.

**D.O** : densité optique.

**ml** : Millilitre.

**µL** : Microlitre.

**µg** : Microgramme.

## Résumé

Dans le but de valoriser la flore Algérienne et de rechercher de nouvelles sources d'agents antibactériens face au problème croissant de résistance bactérienne, nous avons étudié les propriétés antibactériennes des extraits éthanoliques de différentes parties de la plante *Aster squamatus*. L'activité antibactérienne des extraits a été évaluée contre quatre souches bactériennes par la méthode de diffusion et la méthode de microdilution. Les résultats ont montré que tous les extraits inhibent la croissance bactérienne avec une activité plus marquée pour les extraits de feuilles et de fleurs dont l'effet antibactérien le plus important a été observé par l'extrait de feuilles vis-à-vis *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ( $\varnothing = 11,84 \pm 0,65$  mm). Les valeurs de CMI varient de 1 à 4  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  dont la plus petite CMI de 1  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  a été observée contre *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 et *Salmonella sp.*

**Les mots clés :** *Aster squamatus*, antibactérien, CMI.

## **Abstract**

In order to valorize the Algerian flora and search for new sources of antibacterial agents in the face of the growing problem of bacterial resistance, we studied the antibacterial properties of ethanolic extracts from different parts of the plant *Aster squamatus*. The antibacterial activity of the extracts was evaluated against four bacterial strains, using disc diffusion and microdilution methods. The results showed that all extracts inhibit the growth of the tested strains, with a more pronounced activity for leaves and flowers extracts, in which, the potent antibacterial effect was observed by leaves extract against *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ( $\varnothing = 11,84 \pm 0,65$  mm). MIC values vary from 1 to 4  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ , in which the smallest MIC of 1  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  was observed against *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 and *Salmonella sp.*

**Keywords :** *Aster squamatus*, antibacterial, MIC.

## المخلص:

بهدف تثمين النباتات الجزائرية والبحث عن مصادر جديدة للعوامل المضادة للبكتيريا في مواجهة مشكلة المقاومة البكتيرية المتزايدة، قمنا بدراسة الخصائص المضادة للبكتيريا لمستخلصات الإيثانول من أجزاء مختلفة من نبات أستر سكوماتوس. تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات ضد أربع سلالات بكتيرية باستخدام طريقة الانتشار وطريقة التخفيف الدقيق. أظهرت النتائج أن جميع المستخلصات تثبط نمو البكتيريا مع نشاط أكثر وضوحاً لمستخلصات الأوراق والزهور، حيث لوحظ التأثير المضاد للبكتيريا الأكثر أهمية بواسطة مستخلص الأوراق ضد بكتيريا *Bacillus subtilis* ATCC 6633 (قطر =  $11.84 \pm 0.65$  مم). تراوحت قيم الحد الأدنى للتركيز المثبط من 1 إلى 4 ميكروغرام/ميكرو لتر، حيث لوحظ أقل تركيز مثبط وهو 1 ميكروغرام/ميكرو لتر ضد بكتيريا *Salmonella sp* و *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603.

**الكلمات المفتاحية:** الأستر المتقشر، مضاد للبكتيريا، الحد الأدنى للتركيز المثبط.

# *Introduction*

## INTRODUCTION

Depuis longtemps, l'être humain a utilisé les plantes pour leurs propriétés médicinales et thérapeutiques. Avec le développement de la chimie organique, les plantes ont servi de matière première aux médicaments grâce à leurs substances actives. Aujourd'hui, environ 60% des médicaments commercialisés sont issus ou dérivent de substances naturelles d'origine végétale **(Filleul E, 2019)**.

Les plantes restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments, elles sont considérées comme la matière première essentielles pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futures médicaments **(Maurice, 1997)**.

L'Algérie est connue pour sa diversité d'espèces de plantes médicinales et aromatiques, dont la plupart existent spontanément et sont largement utilisées dans tous les terroirs du pays. Cependant, les 3000 espèces de la flore algérienne appartiennent à plusieurs familles végétales, dont 15% sont endémiques, et il existe encore peu d'explorations au niveau phytochimique et pharmacologique **(Ouled Cheikh et Triki., 2021)**.

Les infections bactériennes occupent la première place dans les pathologies humaines, elles surviennent lorsque des bactéries pathogènes pénètrent dans l'organisme et se multiplient. **(Patrick L et al 2008)**

Les antibiotiques ont joué un rôle crucial dans la lutte contre de nombreuses maladies et infections et leur développement a révolutionné le traitement de ses maladies. Cependant, avec l'utilisation croissante et parfois injustifiée de ces molécules, les bactéries ont appris à se défendre et à s'adapter et certaines sont devenues résistantes aux antibiotiques et peut entraîner des conséquences graves. **(Boukhatem. L, 2013)**

Dans le cadre de la lutte contre ce problème et la valorisation des plantes aromatiques et médicinales de notre pays, nous sommes intéressés à une plante de la famille Asteraceae appelée *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron, collectée de la région d'Oum el Bouaghi, pour étudier ses propriétés antibactériennes.

Ce mémoire est divisé en deux parties :

- La première partie est une étude bibliographique qui regroupe deux chapitres dont le premier concerne des informations sur les bactéries et les agents antibactériens, et le deuxième chapitre regroupe des informations sur la plante *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron.

- La deuxième partie est réservée à l'étude expérimentale subdivisée en deux chapitres :  
le premier décrit le matériels et les méthodes utilisées pour réaliser ce travail et le deuxième chapitre présente les résultats obtenus et leurs discussions.

Enfin une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

# *Partie I*

## *Synthèse bibliographique*

*Chapitre I*  
*Les bactéries et les agents*  
*antibactériens*

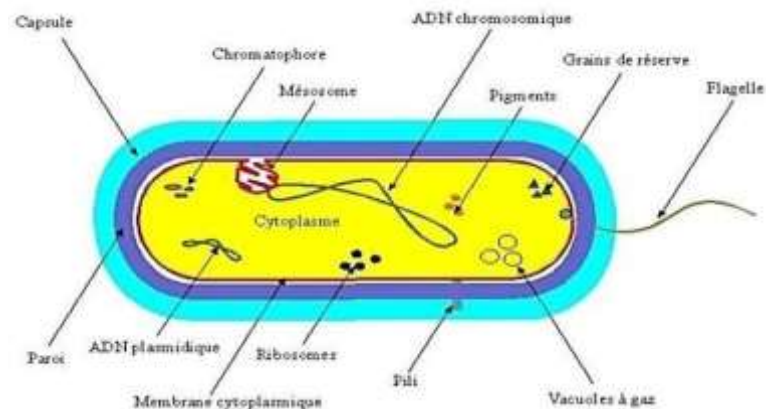
## 1. Bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes vivants unicellulaires procaryotes. Elles mesurent quelques micromètres de long (0,5 à 5  $\mu\text{m}$  de longueur) et peuvent présenter différentes formes : des formes sphériques (coques), des formes allongées ou en bâtonnets (bacille) et des formes plus ou moins spiralées (spirilles). (**Web n°1**).

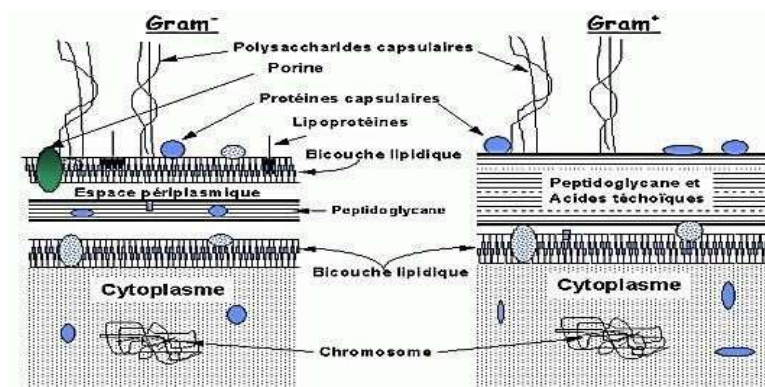
Les bactéries sont ubiquitaires et sont présentes dans tous les types de biotopes : sol, air, eau, sur les végétaux et les animaux... etc. Cependant, ces nombreuses espèces bactériennes sont pathogènes et sont responsables de maladies infectieuses comme le choléra, la syphilis et la tuberculose (**Hahn M W et al, 2003**).

On peut classer les bactéries grâce à la coloration de gram, qui distingue deux types de bactéries :

- **Bactéries à gram positif** : Les bactéries à gram positif apparaissent mauves sous microscope.
- **Bactéries à gram négatif** : Les bactéries à gram négatif apparaissent roses sous microscope.



**Figure 01** : Structure de la cellule bactérienne. (**Site web 2**)



**Figure 02** : Structure de la paroi bactérienne. (**Site web 3**)

## 2. Les infections bactériennes

Les infections bactériennes sont des infections causées par des bactéries pathogènes, Ces infections peuvent évoluer de différentes manières : elles peuvent guérir spontanément, s'aggraver ou devenir chroniques. Une infection bactérienne peut se manifester sous plusieurs formes :

- Discrète : telle que la folliculite.
- Symptomatique : comme l'angine à streptocoque ou l'infection urinaire à colibacille.
- Sans gravité : infections mineures qui ne nécessitent pas d'intervention majeure.
- Grave : incluant la pneumonie bactérienne, la méningite, la péritonite bactérienne, la bactériémie, le sepsis et la septicémie. **(Site web 4).**

## 3. Les agents antibactériens

Un agent antibactérien est un agent capable de détruire les bactéries ou supprimer leur croissance ou leur capacité à reproduire **(Zhao, 2011).**

## 4. Les antibiotiques

Du grec anti, "contre" et bios, " la vie" les antibiotiques sont des substances d'origine biologique ou synthétique ayant la propriété de tuer ou d'empêcher la prolifération des micro-organismes pathogènes. Ce sont des substances produites naturellement par certaines moisissures et bactéries **(Brigitte, 2006).**

Le traitement des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut entraîner la sélection de souches multi-résistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une sources d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes (Billing et Sherman,1998), sous forme de métabolites secondaires dont les composés phénoliques, sont toujours utilisés dans l'industrie alimentaire et cosmétique et comme agents antimicrobiens en médecine populaire **(Cowan, 1999).**

### 4.1. La classification des antibiotiques

Pour pouvoir mieux connaître les antibiotiques afin qu'ils soient utilisés à bon escient ils sont classés selon plusieurs critères :

#### 4.1.1 Selon leur origine

Les antibiotiques d'origine biologique : ils sont obtenus à partir d'autres micro-organismes, parmi eux, on peut citer les tétracyclines, les  $\beta$ -lactamines, les oligosaccharides ou aminosides, les macrolides, les polypeptides...etc. **(Souleymane, 2007).**

Les antibiotiques d'origine synthétique : ils sont obtenus par synthèse pure ou en associant à des produits de synthèse ou à des produits biologiquement obtenus comme les sulfamides, les quinolones...etc. (**Souleymane, 2007**).

#### 4.1.2 Selon leur spectre d'activité

- Large spectre : actifs sur la majorité des bactéries à Gram positif et négatif.
- Spectre limité : actifs sur les bactéries à Gram positif et quelques bactéries à Grams négatifs.
- Spectre étroit : comme les antibiotiques antituberculeux. (**Cavollo & Merens, 2008**).

#### 4.1.3 Selon leur mode d'action

- Antibiotiques inhibiteurs des synthèses du peptidoglycane.
- Antibiotiques actifs sur les enveloppes membranaires.
- Antibiotiques inhibiteurs des synthèses protéiques.
- Antibiotiques inhibiteurs des acides nucléiques. (**Dupont et Drouhet, 1987 ; Leminor et Veron, 1989**).

#### 4.1.4 Selon leur structure chimique

Très variable, elle est basée souvent sur une structure de base (ex : cycle  $\beta$  lactame) sur laquelle il y a émis synthèse (**Auckenthaler, 1995**).

La classification selon la nature chimique nous permet de classer les antibiotiques en familles ( $\beta$  lactamines, aminosides, tétracyclines...etc.) (**Auckenthaler, 1995**).

#### 4.1.5 Selon l'activité antibactérienne

Lorsqu'on met les bactéries en contact d'un antibiotique, on observe des phénomènes qui diffèrent selon la concentration en antibiotique (**Souleymane, 2007**). En pratique l'action d'un antibiotique sur une souche bactérienne peut être caractérisée par deux paramètres :

- La CMI concentration minimale inhibitrice de la croissance bactérienne.
- La CMB concentration minimale bactéricide laissant un nombre de survivants inférieur ou égale à 0.01 % de l'inoculum bactérien de départ. (**Dramane C ,2022**)

Ces concentrations sont déterminées par des méthodes de dilution et des méthodes de diffusion.

Selon les effets obtenus *in vivo*, on peut classer les antibiotiques en deux catégories :

- **Les antibiotiques bactéricides** : ce sont les antibiotiques dont la CMB peut être atteinte dans l'organisme avec des posologies usuelles. Les antibiotiques bactéricides sont : les bêta-lactamines, les aminosides, les polypeptides, les quinolones. (Haidara,2008).
- **Les antibiotiques bactériostatiques** : ils inhibent la croissance des bactéries et la défense de l'organisme se charge de la destruction du reste des germes. Ce sont : les cyclines, les macrolides, les phénicolés...etc. (Haidara,2008).

#### 4.2. Mode d'action des antibiotiques

Les antibiotiques possèdent plusieurs modes d'action sur les différentes souches bactériennes, ils sont efficaces contre un large spectre de microorganismes pathogènes et non pathogènes mais d'une manière générale leur action se déroule en trois phases (Dorman, 2000) :

- **Attaque de la paroi bactérienne**, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- **Acidification de l'intérieur de la cellule**, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- **Destruction du matériel génétique**, conduisant à la mort de la bactérie.

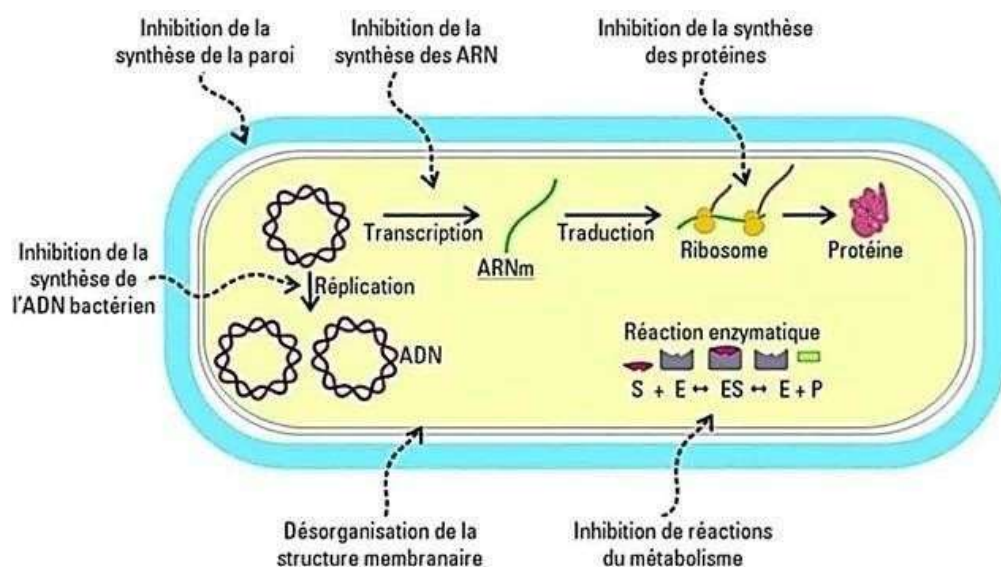


Figure 03 : Les modes d'actions des ATB (Site web 5)

### 4.3. Les résistances bactériennes aux antibiotiques

La résistance aux antibiotiques est la résistance d'une bactérie à un antibiotique auquel il était jusque-là sensible. On peut dire aussi qu'une souche est résistante lorsqu'elle est capable de supporter une concentration d'antibiotiques beaucoup plus élevée que celle qui inhibe le développement de la majorité des autres souches de la même espèce (**Pistes, 2002**). Elle résulte de l'aptitude de certaines bactéries à supporter l'attaque de médicaments antimicrobiens tels que les antibiotiques, de sorte que les traitements classiques deviennent inefficaces et que les infections persistent et accroissant le risque de propagation. (**Site web 6**).

### 4.4. Types de résistance

La progression de la résistance bactérienne aux antibiotiques cause des infections difficiles à traiter et pose un problème de santé publique. Les bactéries résistantes sont souvent la cause des infections nosocomiales aggravant le pronostic des malades, prolongent leur hospitalisation et augmentent les coûts de traitement. On distingue deux types de résistance bactérienne. La résistance naturelle et la résistance acquise (**Mehdi, 2008**).

#### 4.4.1. La résistance naturelle

La résistance naturelle ou résistance intrinsèque est une caractéristique propre à une espèce bactérienne et partagée par toutes les souches de cette espèce. Elle peut être due à la présence d'un gène chromosomique commun à toutes les bactéries de l'espèce. Pour chaque classe d'antibiotique, il existe des espèces bactériennes pour lesquelles l'antibiotique est inactif par défaut de cible ou d'accès à la cible. Ainsi, l'absence de paroi chez les mycoplasmes rend les  $\beta$ -lactamines inactives vis-à-vis de ces bactéries (**Mehdi, 2008**).

#### 4.4.2. La résistance acquise

La résistance bactérienne acquise à un antibiotique est un phénomène qui apparaît au niveau des souches d'une espèce donnée, normalement sensible à cet antibiotique. C'est l'acquisition d'un facteur génétique qui se traduit par une réduction de la sensibilité à la molécule qui lui était fatale. Elle peut donc se faire soit par mutation chromosomique soit par acquisition des gènes transférés d'un autre micro-organisme (**Mehdi, 2008**).

## *Chapitre II*

# *La plante Aster squamatus (Spreng.) Hieron*

## 1. Généralités

La famille *Asteraceae* (**Martinov, 1820**) ou encore *Compositae* (**Giseke, 1972**). C'est la plus large famille des Dicotylédones avec plus de 1600 genres et 23 500 espèces du monde entier, dont environ 109 genres et 408 espèces en Algérie (**Quezel et Santa, 1963 ; Ayad et Akkal, 2019**).

Cette immensité systématique est disponible par sa répartition à travers tous les continents et se caractérise par son pouvoir d'adaptation aux milieux climatiques et pédologiques les plus divers (**Bremer K, 1994**).

La famille a une distribution mondiale, des régions polaires aux tropiques, colonisant une grande variété d'habitats. C'est une famille cosmopolite avec une diversification plus importante au niveau des régions sèches, comme par exemple, dans le bassin méditerranéen, le sud de l'Afrique, le Mexique et l'Amérique du Sud ainsi qu'au sud-ouest des Etats-Unis. Moins fréquentes dans les forêts tropicales humides (**Filleul E, 2019 ; Figeat-Hug M et al., 2002**).

Cette famille présente des caractères morphologiques divers : herbes annuelles ou vivaces, plus rarement des arbustes, arbres ou plantes grimpantes et quelques fois, plantes charnues (**Guichard, 2002**). Bien que généralement ce soit des plantes herbacées à feuilles isolées (**Bauer et al., 2001**).

## 2. La plante *Aster squamatus*

Le genre *Aster* appartient à la famille *Asteraceae*, tribu *Astereae* (**Corea et al., 2004**). Ce vaste genre, originaire des régions tempérées de l'hémisphère Nord et principalement d'Amérique du Nord (**Burnie et al., 2006**), comprend environ 500 espèces originaires d'Amérique, 100 espèces distribuées dans la Chine et d'autres sont originaires d'Europe, d'Asie, et Afrique du Sud (**Oren-Shamir et al., 2000 ; Liu et al., 2010**).

*Aster squamatus* est une grande *Asteraceae* annuelle d'automne, halophile. C'est une grande plante aérée à fleurs minuscules dont l'allure pyramidale est caractéristique. Cette plante d'origine Américaine a été observée la première fois en Camargue en 1929. (**Site Web 7**).

Les espèces de ce genre sont des plantes herbacées vivaces et caduques ou de sous-arbrisseaux persistants, variant en taille de la miniature pour rocaille à la géante, de 2 m de hauteur. Les *Asters* ont des feuilles simples, généralement avec des bords lisses assez petit, parfois pubescent. Les plantes se revêtent, généralement en fin d'été ou en automne, de capitules voyants dans une vaste gamme de coloris dans le bleu, violet, pourpre, rose, rouge et blanc, présentant toujours un disque central jaune ou violet (**Burnie et al., 2006**).



**Figure 04:** *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron (Site Web 8)

### 3. Classification

- **Règne :** plantae
- **Embranchement :** Angiosprmae
- **Classe :** Dicotylédonae
- **Sous classe :** Astérale
- **Ordre :** Astérale
- **Famille :** Asteraceae
- **Tribu :** Asteraceae
- **Sous-tribu :** Asterinae
- **Genre :** *Aster*
- **Espèce :** *Aster squamatus* (Spreng) Hieron

### 4. Description botanique

*Aster squamatus* est une plante fréquente, annuelle, d'exondée-bordure, dressée, sa longueur est comprise entre 30 cm à 1m, avec blanche et allure pyramidale (**Pascal et al., 2006**).

La plante est caractérisée par les aspects morphologiques mentionnés dans le **tableau 01**.

**Tableau 01 :** Description des différentes parties de la plante *Aster squamatus*

Parties	Descriptions	Références	Image
Les tiges	Très fins, rougeâtre de 40 à 80 cm.	<b>Quezel &amp; Santa, 1963</b>	
Les fleurs	Ligulées blanches plus larges que hauts.	<b>Pascal et al., 2006</b>	
Les feuilles	Feuilles premières ovales et entières, les inférieures glabres, alternes, charnues et très étroites entières.	<b>Quezel &amp; Santa, 1963</b>	
Les capitules	Petits (6-7 mm de diam).	<b>Quezel &amp; Santa, 1963</b>	
Les akènes	Fusiformes et très petits (2 mm env.).	<b>Quezel &amp; Santa, 1963</b>	

### 5. Aire géographique

*Aster squamatus* est une plante d'automne annuelle halophile originaire d'Amérique du Sud et trouvée dans des oasis aussi éloignées que le désert du Sahara (**Quezel & Santa, 1963**).

### 6. La composition chimique

Les études sur la composition chimique de la plante *A. Squamatus* sont limitées. Cependant, les travaux trouvés dans la littérature ont montré que les tiges et les racine d'*A. squamatus* contiennent des stéroïdes, des trigones, des flavonoïdes, des phénols et des substances contenant des groupes amines et des tanins. (**Sperotto et al., 2002**) ont indiqué la présence d'acides caféique, cinnamique et sinapique dans la décoction des feuilles, des tiges et des racines. Ainsi, selon les études de **Boulebrachene et al. (2021)**, les feuilles d'*A. squamatus* sont riches en flavonoïdes et polyphénols.

### 7. Utilisation en médecine traditionnelle

Les espèces du genre *Aster* ont été également utilisées en médecine traditionnelle chinoise pour le traitement des morsures de serpent, fièvre, rhume, angine et piqûre d'abeille (**Corea et al., 2004**). Certains membres d'*Aster* ont été utilisés comme folk-médicaments pour soulager la toux et réduire des expectorations, en raison de leur activités antibactériennes, antivirales et antiulcéreux, etc. (**Liu et al., 2010**). Dans le Sud du Brésil, La plante *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron connue sous le nom *erva-milagrosa* ou *zé-da-silva*, est traditionnellement utilisée comme antidiarrhéique, antinéoplasique et cicatrisante (**Ghedini & Almeida, 2007**).

### 8. Effets biologiques

Selon les études et les recherches menées par les chercheurs sur la plante *Aster squamatus*, cette dernière contient plusieurs propriétés biologiques. **Le tableau résume** les effets biologiques de cette plante.

**Tableau 02** : Les activités biologiques de la plante *Aster squamatus*

Les effets	Les parties	Référence
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité antibactérienne.</li> </ul>	Feuilles.	(Boulechfar et al., 2014)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité antioxydant.</li> </ul>	Feuilles.	(Ghedini et al., 2002)
		(Boulechfar et al., 2014)
		(Boulebrachene et al., 2021)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction de la propulsion gastro-intestinale.</li> </ul>	Feuilles, tiges, racine.	(Sperotto et al., 2002)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité photoprotectrice.</li> </ul>	Feuilles.	(Boulebrachene et al., 2021)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhibition de la sécrétion de l'acide gastrique.</li> <li>• Effet cicatrisant.</li> <li>• Effet antinéoplasique.</li> <li>• Effet anti diarrhéique.</li> </ul>	Partie aérienne.	(Ghedini & Almeida, 2007)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anti ulcérogène.</li> </ul>	Feuilles.	(Ghedini et al., 2002)

*Partie II*  
*Etude Expérimentale*

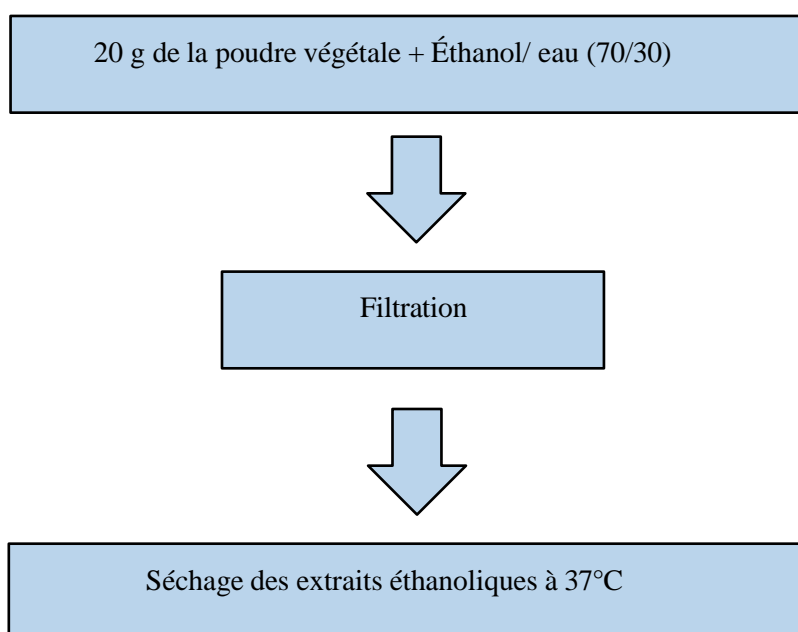
*Chapitre I*  
*Matériel et Méthodes*

## 1. Récolte du matériel végétal

La plante *Aster squamatus* a été récoltée de la région d'Oum el Bouaghi à la fin du mois de septembre 2019 (stade de floraison). Après séchage dans un endroit sec à l'abri des rayons solaires, afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules, la plante a été divisée en 4 parties (feuilles, fleurs, tiges et partie aérienne) puis les différentes parties ont été coupées en petits morceaux et broyées dans un moulin électrique puis pesées.

## 2. Extraction

L'extraction a été effectuée par macération selon la méthode de **Park and Ikegaki (1998)**. 20 g de poudre végétale est laissé macérer pendant 3 jours dans un mélange hydroalcoolique (Éthanol/eau) (70/30 : v/v). La macération a été répétée 4 fois jusqu'à l'épuisement du matériel végétal. Les extraits ont ensuite été filtrés par papier filtre et soumis à une évaporation dans un étuve à 37° C.



**Figure 05** : Etapes de la macération

## 3. L'Activité antibactérienne

### 3.1. Les microorganismes tests

L'activité antibactérienne *in-vitro* des extraits a été évaluée au niveau du laboratoire de Microbiologie de l'université 20 Aout 1955 Skikda, sur quatre souches bactériennes : une souche à Gram positif (*Bacillus subtilis* ATCC 6633) et trois souches à Gram négatif (*Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Salmonella sp* et *Entérobacter cloacae*). Les souches sont offertes par le laboratoire de Microbiologie, Université de Khenchela.

Les souches bactériennes sont cultivées dans un bouillon nutritif et incubées à 37°C pendant 24 heures.

### 3.2. Préparation des solutions des extraits

Les extraits ont été dilués avec le DMSO en raison de 20 mg/ml.

### 3.3. La méthode de diffusion

La méthode de diffusion est utilisée pour déterminer le potentiel antibactérien des extraits (Murray et al., 1995).

La turbidité de la suspension a été ajustée par spectromètre (D.O = 0.10 à 600 nm). Ensuite la suspension bactérienne a été étalée sur la surface entière de la gélose MH par écouvillonnage. Des disques stériles de papier wattman N°3 ont été déposés stérilement à l'aide d'une pince sur la surface de la gélose MH puis à l'aide d'une micropipette on dépose sur chaque disque 15 µL d'extrait. Les boîtes de pétri sont ensuite incubées à 37°C pendant 24h. Gentamicine (CN 10 µg) est utilisé comme standard antibactérien. L'activité antibactérienne a été déterminée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition autour des disques.

### 3.4. La Méthode de microdilution

La méthode de microdilution en milieu liquide a été utilisée pour déterminer les concentrations minimales inhibitrices (CMI) selon le protocole de (Koneman et al. 1997) avec légère modification. Les extraits ont été dilués dans le milieu de culture pour obtenir une concentration finale de 4, 2, 1, 0.5, 0.25 et 0.031 µg/µL dans des tubes. Le volume totale était de 250 µL dans chaque tube. 3 µL de chaque suspension ont été inoculés dans chaque tube. Le contenu des tubes a été mélangé et ils ont été incubés à 37°C pendant 24 h La valeur de CMI a été définie comme la concentration la plus faible de l'extrait qui a inhibé la croissance bactérienne. Les résultats sont exprimés en µg/µL.

## 4. Analyse statistique

Toutes les expériences ont été faites en triples et les résultats sont exprimés en moyenne ± écartype. Les résultats sont analysés par une analyse de variance unidirectionnelle (ANOVA) suivie d'un test de Tukey à l'aide de GraphPad Prism (version 6.0.1). Les résultats sont considérés comme significativement différentes à  $p < 0.05$ .

*Chapitre II*  
*Résultats et Discussion*

## 1. Résultats

### 1.1. L'activité antibactérienne

#### 1.1.1. Méthode de diffusion

L'activité antibactérienne *in vitro* des extraits éthanoliques a été évaluée par la méthode de diffusion sur quatre bactéries : une souche Gram positif (*Bacillus subtilis* ATCC 6633) et trois souches Gram négatif (*Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Salmonella sp* et *Entérobacter cloacae*).

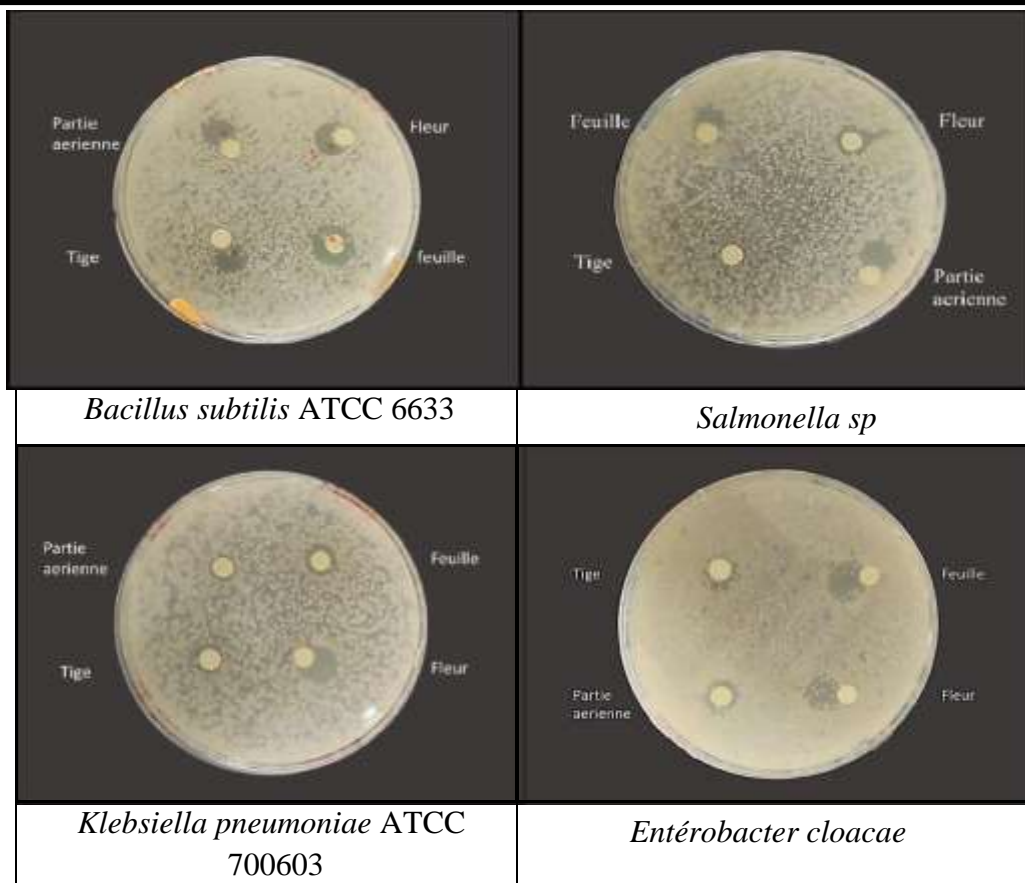
La sensibilité aux différents extraits est classifiée selon le diamètre des zones d'inhibition comme suit : non sensible (-) pour le diamètre moins de 8 mm ; sensible (+) pour un diamètre entre 9-14 mm ; très sensible (+ +) pour un diamètre entre 15-19 mm et extrêmement sensible (+++) pour le diamètre plus que 20 mm (Moreira *et al.*, 2005). La sensibilité des bactéries aux extraits et les diamètres des zones d'inhibition sont présentés dans les figures et les tableaux suivants.

**Tableau 03 :** La sensibilité des souches bactériennes vis-à-vis les extraits éthanoliques d'*A. squamatus*.

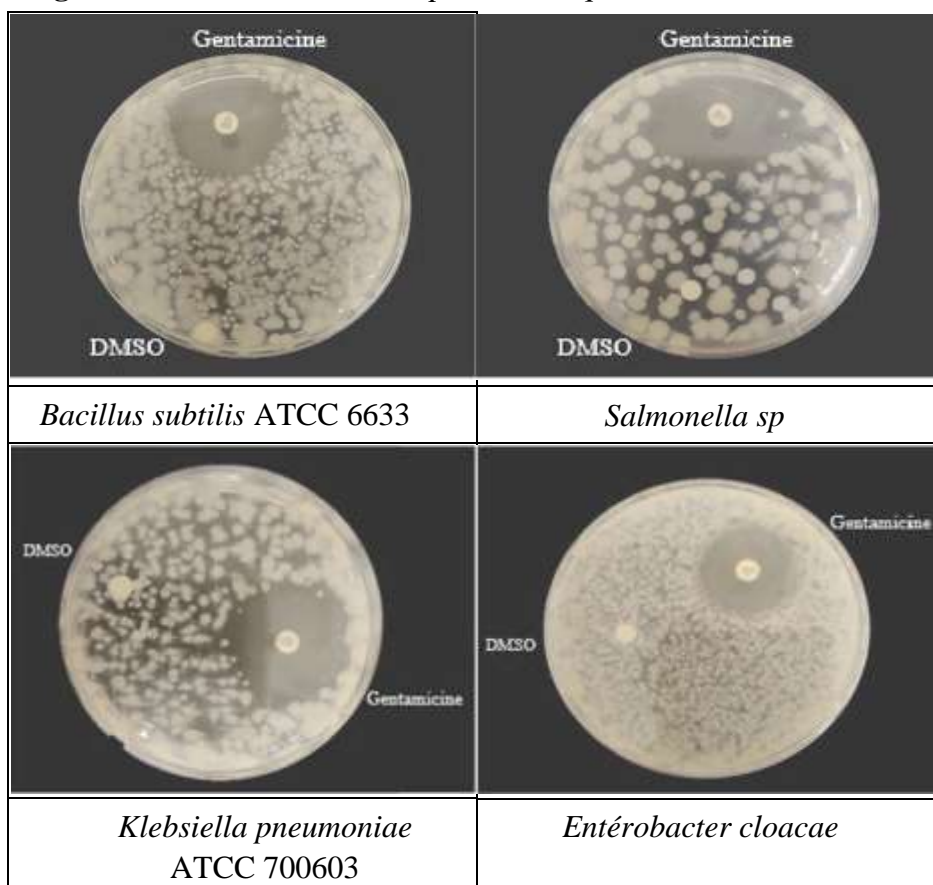
Extraits	EEFE	EEFL	EET	EEPA
<b>Souches</b>				
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	+	+	-	+
<i>Salmonella sp</i>	-	+	-	-
<i>Entérobacter cloacae</i>	+	+	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	+	+	-	-

Abréviations : EEFE : extrait éthanolique feuilles, EEFL : extrait éthanolique des fleurs, EET : extrait éthanolique des tiges, EEPA : extrait éthanolique de la partie aérienne, (-) non sensible, (+) sensible.

D'après le tableau 03 et figure 06, la gentamicine et l'extrait EEFL ont réagi positivement sur toutes les souches bactériennes étudiées. Ainsi, EEFE a réagi positivement sur la majorité des souches sauf *Salmonella sp*. Par contre, à l'exception de *Bacillus subtilis* ATCC 6633, les autres souches étaient non sensibles à l'action de l'extrait EEPA. Cependant, toutes les souches étaient non sensibles à l'effet de l'extrait EET.



**Figure 06 :** Effet des extraits aqueux d'*A. squamatus* sur les bactéries tests.



**Figure 07 :** Activité antibactérienne de l'antibiotique Gentamicine et DMSO sur les bactéries tests.

Du point de vue générale, les résultats présentés dans le tableau 04 montrent qu'il n'existe pas une différence statistique entre les extraits testés contre les souches, cependant il existe une différence statistique entre les extraits et la gentamicine vis-à-vis les souches étudiées.

D'après le tableau 4, les extraits d'*A. squamatus* ont montré une activité antibactérienne modérée en comparaison avec la gentamicine, avec des variations selon la partie de la plante et la souche bactérienne testé. On remarque aussi que EEFL et EEFE sont les extraits les plus puissants parmi les extraits de la plante *A. squamatus* et ceci peut être s'expliquer par leur forte teneur en substances bioactives (polyphénols et flavonoïdes...etc).

**Tableau 04** : Diamètre des zones d'inhibition de la croissance bactérienne obtenu par les extraits éthanoliques d'*A. squamatus* et Gentamicine.

Diamètres de zone d'inhibition (mm)					
Extraits Souches	EEFE	EEFL	EET	EEPA	Gentamicine
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	11,84±0,65 <sup>b</sup>	9,95±0,42 <sup>b</sup>	8,63±0,63 <sup>b</sup>	9,32±0,07 <sup>b</sup>	30,36±0,32 <sup>a</sup>
<i>Salmonella sp</i>	8,97±2,83 <sup>b</sup>	11,26±2,87 <sup>b</sup>	6,14±0,06 <sup>b</sup>	8,65±1,13 <sup>b</sup>	35,82±7,46 <sup>a</sup>
<i>Entérobacter cloacae</i>	10,28±0,97 <sup>b</sup>	9,78±0,46 <sup>b</sup>	8,84±0,38 <sup>b</sup>	8,53±0,52 <sup>b</sup>	25,27±0,07 <sup>a</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	9,78±0,86 <sup>b</sup>	11,41±0,89 <sup>b</sup>	8,22±0,84 <sup>b</sup>	7,94±0,39 <sup>b</sup>	33,50±0,84 <sup>a</sup>

Abréviations : EEFE : extrait éthanolique feuilles, EEFL : extrait éthanolique des fleurs, EET : extrait éthanolique des tiges, EEPA : extrait éthanolique de la partie aérienne. Les lettres identiques indiquent qu'il n'y a pas une différence significative  $p > 0.05$ .

Note : les résultats sont exprimés en moyenne  $\pm$ SD des 3 mesures, les valeurs avec des lettre différents (a ou b) dans la même ligne sont significativement différents ( $p < 0,05$ ).

La plus grande zone d'inhibition est obtenue par l'extrait EEFE contre *Bacillus subtilis* ATCC 6633 avec un diamètre de 11,84±0,65 mm, tandis que la plus petite zone d'inhibition est obtenue par EET sur la souche *Salmonella sp* avec un diamètre de 6,14±0,06 mm. Toutefois, l'antibiotique standard, la gentamicine, a montré des activités antibactériennes plus importantes

que celles des extraits testés, avec des diamètres de zone d'inhibition de  $30,36 \pm 0,32$  mm contre *Bacillus subtilis* ATCC 6633,  $35,82 \pm 7,46$  mm contre *Salmonella sp*,  $25,27 \pm 0,07$  mm contre *Entérobacter cloacae* et  $33,50 \pm 0,84$  mm contre *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603.

### 1.1.1. Méthode de Microdilution

Les concentrations minimales inhibitrices (CMI) ont été déterminées par la méthode de microdilution. Les résultats sont indiqués dans le **tableau 05**.

**Tableau 05** : Les concentrations minimales inhibitrices des extraits.

Les souches	EEFE	EEFL	EET	EEPA
	CMI ( $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ )	CMI ( $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ )	CMI ( $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ )	CMI ( $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ )
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	2	>4	4	2
<i>Salmonella sp</i>	2	2	2	1
<i>Entérobacter cloacae</i>	2	2	2	2
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	1	1	4	1

Abréviations : CMI : concentration minimale inhibitrice, EEFE : extrait éthanolique des feuilles, EEFL : extrait éthanolique des fleurs, EET : extrait éthanolique des tiges, EEPA : extrait éthanolique de la partie aérienne.

Les résultats présentés dans le tableau 05 montrent que les valeurs de CMI varient de 2 à 4  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  contre *Bacillus subtilis*, de 1 à 2  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  contre *Salmonella sp*, de 1 à 4  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  contre *Klebsiella pneumoniae*, et de 2  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  contre *Enterobacter cloacae*. La plus petite CMI de 1  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  a été observée avec EEFE, EEFL et EEPA sur *Klebsiella pneumoniae* et avec EEPA sur *Salmonella sp*. La plus grande CMI de 4  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  a été enregistrée par EET sur *Bacillus subtilis* et *Klebsiella pneumoniae*.

## 2. Discussion

Les plantes possèdent d'extraordinaires vertus thérapeutiques. Elles contiennent un grand nombre de molécules qui ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie pharmaceutique, en alimentation, en cosmétologie et en dermopharmacie (**Fertout-Mouri et al., 2016**). Une grande partie des recherches actuelles porte sur l'étude de molécules antimicrobiennes et il nous a semblé donc, intéressant d'inscrire notre travail dans ce contexte de recherche. Dans la présente étude nous avons étudié *in vitro* le pouvoir antibactérien de quatre extraits éthanolique de différentes parties de la plante *A. squamatus* vis-à-vis des souches bactériennes à Gram+ (*Bacillus subtilis* ATCC 6633) et à Gram- (*Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Salmonella sp* et *Entérobacter cloacae*). Les résultats ont révélé que les extraits possèdent une activité antibactérienne contre les souches testées. Ceci est en agrément avec les travaux de (**Boulechfar et al., 2014**) qui ont confirmé l'activité antibactérienne de la plante *A. squamatus* contre les bactéries à Gram+ (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) et les bactéries à Gram- (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Salmonella enteritidis*). Cependant, nos résultats ne sont pas en accord avec ceux obtenus par (**Serdouk et al., 2023**) qui ont étudié l'effet antibactérien des extraits aqueux de différentes parties de la plante *A. squamatus* et ont indiqué l'absence de l'activité antibactérienne des extraits aqueux contre les souches *Bacillus sp* et *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603. Ceci peut être s'expliquer par une différence de composition chimique ou de concentration en substances actives présents dans les extraits et de la nature du solvant d'extraction. Selon (**Akrab et Mouhadi, 2019**), les extraits éthanoliques possèdent des teneurs plus élevées en composés bioactives phénoliques et flavonoidiques par rapport aux extraits aqueux. Ainsi, l'éthanol est plus efficace que l'eau pour extraire les polyphénols et les flavonoïdes (**Akrab et Mouhadi, 2019**).

Dans la présente étude, les résultats ont révélé que les extraits EEFL et EEFE étaient les extraits les plus puissants parmi les extraits de la plante *A. squamatus* et ceci peut être s'expliquer par leur forte teneur en substances bioactives. En effet, les travaux de (**Boumediene et al., 2023**) ont confirmé la richesse des extraits éthanoliques des feuilles et fleurs de la plantes *A. squamatus* en composés phénoliques et flavonoidiques. Cependant, l'activité antibactérienne des extraits est liée à un effet synergique entre les différents groupes phytochimiques présents que sont les alcaloïdes, les tannins, les flavonoïdes et les saponosides possédant tous selon la littérature une activité antibactérienne (**Ganfou et al., 2019**).

Dans notre travail, la gentamicine a montré une activité antibactérienne plus importante

que celle des extraits testés. Ceci s'explique par le fait que les antibiotiques de références sont des molécules isolées, pures et de concentrations connues, tandis que l'extrait éthanolique est un mélange non purifié de substances actives qui sont les composés du métabolisme secondaire (**Ganfou et al., 2019**).

## **Conclusion**

Le présent travail est réalisé pour la première fois sur l'activité antibactérienne des extraits éthanoliques de différentes parties de la plante *Aster squamatus*.

L'activité antibactérienne des extraits des feuilles, fleurs, tiges et parties aériennes de la plante, déterminé par des méthodes *in vitro*, a révélé la sensibilité des souches testées aux effets de la plupart des extraits dont l'extrait des feuilles et fleurs étaient les plus actives.

En général, les résultats obtenus sont encourageants et ont confirmé que la plante *Aster squamatus* possède des propriétés antibactériennes.

En perspective, il serait important d'approfondir les recherches sur une large gamme de souches microbiennes et d'identifier les constituants actifs responsables de l'activité antibactérienne ainsi que leurs mécanismes d'action.

*Références  
bibliographique*

## Références bibliographiques

## A

1. Akrab C, Mouhadi Z. (2019). Evaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits de feuilles d'*Urtica dioica* L. Mémoire de Master en Biochimie de la Nutrition. Université Mentouri Constantine 1.
2. Akkal S, Ayad R. (2019). Phytochemistry and biological activities of Algerian *Centaurea* and related genera, Chapter 12. *In Studies in Natural Product Chemistry* ; **63**, p357-414.
3. Auckenthaler R, Bergogne-Berezin E, Dellamonica P. (1995). Activité antibactérienne. Spectre. Mode d'action. Cibles bactériennes In : Antibiothérapie en pratique clinique. Masson ; P17-32.

## B

4. Bauer K, Garbe D et Surburg H. (2001). Common Fragrance and Flavour Materials: preparation, properties and uses. Wiley-VCH, Weinheim.
5. Bibi G, Ihsan-ul-Haq, Ullah N, Mannan A et Mirza B. (2011). Antitumor, cytotoxic and antioxidant potential of *Aster thomsonii* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* Vol. 5(2), pp. 252-258.
6. Billing J, Sherman P W. (1998). Antimicrobial function of spices. why some like it hot. *Q Rev Biol.* 73(1):3-49.
7. Boukhatem L. (2013). Etude de la sensibilité aux antibiotiques des bacilles à Gram négatif non fermentant isolés au niveau du service de réanimation du CHU de Tlemcen. *Mémoire de Master en Microbiologie*. Université de Tlemcen.
8. Boulebrachene I, Chelli N et Souames A. (2021). Etude *in-vitro* des activités antioxydante et photoprotectrice des feuilles de la plante *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron. *Mémoire Master 2 en Biochimie Appliquée*. Université de 20 Aout 1955 Skikda.
9. Boulechfar S, Zellagui A et Gherraf N. (2014). Total phenolic and flavonoid content and *in vitro* antioxydant and antibacterial activity of *Aster squamatus* Hier. Leaves extracts. *Der pharmacia Lettre*, 6 (5), pp. 112-115.
10. Boumediene G, Battaze H, Nemmour M. (2023). Étude comparative des substances bioactives et de l'activité antioxydante de différentes parties de la plante *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron. *Mémoire Master 2 en Biochimie Appliquée*. Université de 20 Aout 1955 Skikda.
11. Bremer K. (1994). Asteraceae cladistics and classification. *Timber Press*; Portland, Oregon ;752 p.

12. Brigitte S, biologie microbiologie. (2006). Résumé de cours, exercices corrigés et commentés, ed Ellipses, France., Pp 272-276.
13. Burnie G, Forresster S, Greig D, Guest S, Harmmony M, Hobley S, Jackson G, Lavarack P, Ledgett M, McDonald R, Macoboy S, Molyneux B, Moodie D, Moore J, Newman D, NorthT, Pienaar K, Purdy G, Ryan S, Schien G et Silk J. (2006). Botanica, Encyclopédie de botanique et d'horticulture. Editions places des victoires, Paris. PP.120, 626.

## C

14. Cavollo J et Merens A. (2008). Antibacterial spectrum of an antibiotic an clinical categorisation. *Pathol, biol*, 4-300.
15. Corea G, Iorizzi M, Lanzotti V, Cammareri M, Conicella C, Laezzad C et Bifulco M. (2004). Astersedifolioside A C, three new olean-type saponins with antiproliferative activity. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Vol. 12, pp. 4909 4915.
16. Cowan. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4):564-570.

## D

17. Debuigne G. (1974). Larousse des plantes qui guérissent, Ed. Larousse.
18. Dorman H J D. (2000). Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oil. *Journal of Applied Microbiology*, 88-308-316.
19. Dramane Coulibaly. (2022). Prescription Des Antibiotiques Dans Le Service D'accueil Des Urgences Du Chu Gabriel Touré.
20. Dupont B, Drouhet E. (1987). Cryptococcal meningitis and fluconazole. *Ann Intren Med*.1987 May;106(5):778.

## F

21. Fertout-Mouri N, Latreche A, Mehdadi Z et Bengherraz Z. (2016). Activité antibactérienne de quatre extraits de *Teucrium polium* L. du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, Vol. 85, p 260.
22. Figeat-Hug M, Jeanmonod D, Savolainen V et Spichiger R E. (2002). Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. 3ème Ed PPUR *presses polytechniques* ; (3) : 348 ; p4.
23. Filleul E. (2019). Les Astéracées : description botanique, biologique et étude de plantes médicinales et toxiques. Thèse d'exercice. Université de Limoges. Pp 17-19.

## G

24. Ganfon H, Houvohessou J-P, Assanhou A G, Bankole H S et Gbenou J. (2019). Activité antibactérienne de l'extrait éthanolique et des fractions de *Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. Et Perr. (Combretaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci*, Vol. 13(2), pp 648-649.
25. Ghedini P C et Almeida C E. (2007). Butanolic Extract of *Aster squamatus* Aerial parts are the active fraction responsible to the antiulcer and gastric acid antisecretory effects. *Latin American journal of pharmacy*, 26 (6), 889-892.
26. Ghedini P C, Esteves Almeida C, Burger M, Bauermann L D, Magni D et Borgmann S M. (2002). Preliminary studies of anti-Ulcerogenic Effect of *Aster squamatus* leaves Hydroalcoholic Extract on various Ulcer Models in Rats. *Acta Farmaceutica*, 21 (3), pp. 165.
27. Guichard E. (2002). Interaction between flavor compounds and food ingredients and their influence on flavor perception. *Food reviews international*, Vol. 18,49-70.

## H

28. Hahn M W, Lunsdorf H, Wu Q, Schauer M, Hofle M G, Boenigk J et Stadler P. (2003). Isolation of novel ultramicrobacteria classified as antibacteria from five freshwater habitats in Europe and Asia. *Appl. Environ. Microbiol*, 69, 1442-1451.
29. Haidara M B, (2008). Contribution à amélioration de l'antibiothérapie dans la ville de Tombouctou ; analyse de la consommation des antibiotiques en milieu officinal. These pour l'obtention de Doctorat en Pharmacie. Université De Bamako.

## K

30. Koneman E, Allen S, Janda W, Scherchenberger P et Winn W. (1997). *Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*, 5th ed.

## L

31. Le Minor L, Véron M. (1998). Bactériologie médicale. 2 ed *sciences flammariion*, 1982p773.
32. Linder P, Perron K, Yvon C. (2008). Les microbes pour le meilleur et pour le pire. Université de Genève.
33. Liu Z-L, Liu Y-Q, Lei Z, Xu J et Xuan T. (2010). The phenylpropanoids of *Aster flaccidus*. *Fitoterapia*, 81, 140-144.

## M

34. Mehdi S. (2008). La fréquence des bactéries multi résistante à l'hôpital Hassan II de Settat. These pour l'obtention de Doctorat en Pharmacie. Université Mohamed V. Rabat.

35. Moreira M R, Ponce A G, Del Valle C E, Roura S I. (2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 38,N°5, pp. 565-570.
36. Maurice N. (1997). De l'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXIe Siècle. Édition, Lavoisier. Paris. 12p.
37. Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover RH. (1995). Manual of clinical microbiology, 6th ed. (ASM Press, Washington) P. 457-464.

## O

38. Oren-shamir M, Shaked-Sachry L, Nissim-Levi A et Weiss D. (2000). Effect of growth temperature on Aster flower development. *Hortscience*, 35 (1), 28-29.
39. Ouled Cheikh Y, Triki B. 2021. Evaluation de la conformité des tisanes conditionnées produites en Algérie (évaluation qualitative et quantitative). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma. pp 3.

## P

40. Park YK, Ikegaki M (1998) Preparation of water and ethanolic extracts of propolis and evaluation of the preparation. *Biosci Biotech Bioch* 62 (11) : 2230-2232.
41. Pistes L G. (2002). La résistance bactérienne aux antibiotiques Université Laval.

## Q

42. Quezel P et Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Edition du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. Tome I, pp. 925, 956- 957. Settati. THESE. [En ligne]. Pour l'Obtention du Doctorat en Pharmacie.

## S

43. Serdouk R, Souilah R, Souani R et Mezghiche N. (2023). Évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des polyphénols et polysaccharides extraits de la plante *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron. Mémoire Master 2 en Microbiologie Appliquée. Université de 20 Aout 1955 Skikda.
44. Souleymane K M. (2007). Evaluation la prescription des antibiotiques en consultation externe au service de pédiatrie de l'hôpital Gabriel Toure. Thèse de doctorat. Faculté de Médecine, de pharmacie et d'Odonto-Stomatologie du Mali.

45. Sperotto J S, Bialeski N, Savegnago L, Heinzmann B M, Kapnikowski M G O et Baldisserotto B. (2002). Effect on Gastrointestinal Propulsion and preliminary phytochemical analysis of *Aster Squamatus* (Asteraceae). *Acta farm. Bonaerense*, 21 (4), 279- 282. Université Mohammed V faculté de Médecine et de Pharmacie, 48-51p.

## Z

46. Zhao X. (2011). Antibacterial bioactive materials. *Bioactive matériels in médecine*, 97-123.

## Webographie

Web n°1 <https://scientecal.com/microbiologie-generale-science-des-microorganismes>

Web n°2 <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.micrобиologie-medicale.fr/microbiologie-generale/structure-bacterienne> .

Web n°3 [https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.unige.ch%2Fcyberdocuments%2Ftheses2001%2FBisognanoC%2Fthese\\_body.html&psig=AOvVaw05\\_0Sx-KttyUT1SLGc0G3b](https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.unige.ch%2Fcyberdocuments%2Ftheses2001%2FBisognanoC%2Fthese_body.html&psig=AOvVaw05_0Sx-KttyUT1SLGc0G3b)

Web n°4 [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FSymp\\_hyotrichum\\_squamatum&psig=AOvVaw1WNYJ9IW\\_e\\_jcwLEBzf72M&ust=1714406702488000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBiQjhxqFwoTCJCkxqqX5YUDFQAAAAAdAAAAAAAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FSymp_hyotrichum_squamatum&psig=AOvVaw1WNYJ9IW_e_jcwLEBzf72M&ust=1714406702488000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBiQjhxqFwoTCJCkxqqX5YUDFQAAAAAdAAAAAAAE)

Web n°5 <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-maladies/2640597-infection-bacterienne-symptomes-exemples-liste-diagnostic-traitement>

Web n°6 Organisation mondiale de la santé (OMS). (16 nov. 2015). thème de santé .résistance aux médicament. Disponible sur : [www.who.int/mediacentre/factsheets/antibioticresistance/fr/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/antibioticresistance/fr/)

Web n° 7 <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://plantes-rizieres>

Web n°8 [http://plantesrizierescamargue.cirad.fr/dicotyledones/asteraceae/aster\\_squamatus](http://plantesrizierescamargue.cirad.fr/dicotyledones/asteraceae/aster_squamatus)