

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université M'Hamed Bougara Boumerdes
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Faculté des Sciences
Département de Biologie
Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Domaine : Science de la nature et de la vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biologie des Populations et des Organismes

Le thème

« Étude de l'activité antimicrobienne d'une plante
médicinale du genre *Genista* (Fabacées) »

Réalisé par :

KESSAB MOUNIA

GHIAR MALIKA

Soutenu le **24//06/2024** devant les membres du jury :

Président (e)	Mme TOUBAL S.	MCA	UMBB
Examinatrice	Mme HALLADJ F.	MCA	UMBB
Promotrice	Mme GHOBRINI K.	MAB	ENSA
Co-promoteur	M. EL HADDAD D.	MCA	UMBB

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail et a permis que nous soyons ce que nous sommes aujourd'hui.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mme GHOBINI. K, MAB à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) pour avoir accepté l'encadrement de ce travail et pour ses conseils et ses précieuses orientations, sa patience qu'elle n'a cessé de nous apporter tout au long de ce travail.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à Mr EL HADDADD. Maître de conférences à l'UMBB d'avoir accepté d'être notre co-promoteur et pour ses conseils et ses précieuses orientations, sa patience qu'il n'a cessé de nous apporter tout au long de ce travail.

Nous remercions sincèrement Mme TOUBAL S. Maître de Conférences A à l'UMBB pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'être la présidente du jury.

Un grand merci à Mme HALLADJ F. Maître de conférences A à l'UMBB d'avoir accepté d'examiner et juger ce modeste travail.

Également nous remercions infiniment nos parents, qui nous ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de notre formation.

Nous ajoutons des remerciements groupés à tous les techniciens de laboratoire N° 20 de Biologie des Populations et des Organismes de la Faculté des Sciences de l'université M'Hamed Bougara.

Nous remercions également tous nos enseignants, nos collègues de la promotion 2019-2024, et les administrateurs du Département de Biologie

Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation et la réussite de ce travail avec leur soutien et encouragements.

Mille merci à tous

Dédicace

Avec l'aide de Dieu, j'ai pu accomplir ce modeste travail que je dédie :

À mon cœur et la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie, ma

*Mère **Rabia** qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'études*

Pour son sacrifice et son soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité ;

*À ma vie, mon cher père **Rabah**, mon plus haut exemple et mon modèle de*

Persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras.

Pour son sacrifice, sa tendresse, ses conseils et ses encouragements.

*À mon cher époux **Niame**, pour tout l'amour et le soutien que vous m'avez.*

Apporté, de l'avant pour ta disponibilité quand j'ai eu besoin de toi,

Merci pour ton aide au cours de la rédaction de ce mémoire.

*À mon petit prince **Ayoub***

*À ma petite sœur **Maroua** mon adorable qui m'a soutenu avec son beau*

Sourire. Avec qui j'ai partagé des moments de folie et d'extase, je te

Souhaite un avenir plein de bonheur.

*À ma deuxième sœur **Ikram**, qui a été mon bras droit tout au long de mon parcours universitaire. Nous avons vécu ensemble des moments inoubliables durant ces cinq ans. Je tiens à la remercier pour tout ce qu'elle m'a apporté.*

À mes chères grands parents, que Dieu vous protège.

*À mes chères copines **Imane** et **Mimi**, que j'aime et que j'ai eu l'honneur de connaître dans ma vie.*

*À mon cher **Yoyo**, merci pour tous tes efforts et ton soutien.*

*À mes chères amies **Lydia**, **Manel**, **Ahlem***

*À toute la famille **Kessab** et **Hamzaoui***

*À ma chère binôme **Ghiar Malika***

Dédicace

*Avant tout, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donné la
Force et patience.*

Avec toute mon estime et mon amour, je vous dédie ce modeste travail.

*Deux plus chères personnes de ma vie que j'aime le plus au monde, **mes
Parents** qui ont toujours été là pour moi et qui m'ont donné un
Magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront.*

Dans ce travail toute ma reconnaissance et mon amour.

Pour cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affections sans limite.

*À mes très **chères sœurs**.*

*À mes **adorables frères**.*

*À tous **mes oncles** et **tantes**, **cousins** et **cousines**, et leurs familles.*

*À toute la famille **Ghiar**.*

*À mes **très chères amies**, d'être toujours à mes côtés.*

*À tous **mes collègues** de la spécialité Biologie des organismes.*

À tous les techniciens de laboratoire où j'ai réalisé mon stage, surtout :

Mme Nesrine.

À tous ceux qui m'ont aidé et encouragé de près ou de loin, trouvez ici.

L'expression de ma reconnaissance

*À ma très chère Binôme **Kessab Mounia**.*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Liste des abréviations

APG : l'Angiosperm Phylogeny Group

B.s : *Bacillus subtilis*

C.a : *Candida albicans*

DPPH : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle

E.c : *Escherichia coli*

EF : extrait de feuilles

ET : extrait de tiges

G : *Genista*

ICBN : International Code of Botanical Nomenclature

P.a : *Pseudomonas aeruginosa*

S.t : *Salmonella typhimurium*

S.a : *Staphylococcus aureus*

Sm : solution mère

UFC : Unité Formant Colonie

MH : Muller Hinton

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de l'espèce <i>Genista ferox</i>	11
Figure 2 : Structure de base d'un composé phénolique	13
Figure 3 : Structure de base des flavonoïdes	14
Figure 4: Classification et structure des différents flavonoïdes alimentaires	15
Figure 5 : Site d'échantillonnage et matériel végétal	20
Figure 6 : organigramme illustrant la démarche expérimentale de l'étude.	22
Figure 7 : Protocole expérimental pour la Préparation des extraits hydroéthanoliques des polyphénols par macération	26
Figure 8 : photos des dilutions des deux extraits (originale)	27
Figure 9 : Préparation de l'inoculum (originales)	28
Figure 10 : Préparation des milieux de culture (originales)	29
Figure 11 : Ensemencement des microorganismes sur MH (originale)	29
Figure 12 : Formation des puits dans le milieu MH (originales)	30
Figure 13 : application des extraits de feuilles et des tiges (originale)	30
Figure 14 : Histogramme qui représente l'activité antimicrobienne de l'extrait de tige après 24h	38
Figure 15 : Histogramme qui représente l'activité antimicrobienne de l'extrait de feuilles après 24h	39
Figure 16 : Evaluation de l'activité antimicrobienne d'extrait hydro-éthanolique des feuilles sur les différentes souches bactériennes et levure (originale) après 24h	40
Figure 17 : Evaluation de l'activité antimicrobienne d'extrait hydro-éthanolique des tiges sur les différentes souches bactériennes et levure (originale) après 24h	41
Figure 18 : images de <i>Genista ferox</i>	60
Figure 19 : Les étapes de préparation de l'extrait des feuilles et des tiges	61
Figure 20 : Les appareils utilisée dans cette étude	62
Figure 21 : photos des micro-organismes utilisée	63

Liste des tableaux

Tableau I : Liste des propriétés pharmacologiques de certaines légumineuses	6
Tableau II : Exemples de Fabacées à utilité thérapeutique traditionnelle	7
Tableau III : Les souches bactériennes et levure testées.....	21
Tableau V : Screening phytochimique.....	23
Tableau VI : Résultats des tests phytochimiques de l'infusé des tiges et des feuilles de <i>G. ferox</i>.....	33



Sommaire

Table des matières

Introduction.....	1
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique	3
1. Les Fabacées	3
1.1. Répartition géographique.....	4
1.2. Description botanique des Fabacées	4
1.3. Position systématique de la famille des Fabaceae	5
1.4. Importance des Fabacées	5
1.4.1. Intérêt économique.....	5
1.4.2. Intérêt médicale et thérapeutique des Fabacées	6
1.5. Toxicité de certaines Fabacées	8
2. Le genre Genista	8
2.1. Description botanique du genre Genista	9
2.2. Distribution et aire géographique.....	9
2.3. Classification.....	9
2.4. Caractères chimiques du genre Genista	10
2.5. Intérêts biologiques du genre Genista	10
3. Genista ferox poirret	11
3.1. Description botanique	11
3.2. Aire de répartition	11
3.3. Importance	12
3.4. Classification dans la systématique botanique.....	12
4.Métabolites primaire et secondaire	12
4.1. Les métabolites primaires	12
4.2. Les métabolites secondaires.....	13
4.2.1 Classification des métabolites secondaires	13
4.2.2. Fonction des métabolites secondaires :.....	17
5.Les souches microbienne testées.....	17
Chapitre 02 : Matériel et méthodes	3
1. Matériel et méthodes	20
1. 1. Matériel biologique	20
1.1.1. Matériel végétal.....	20
1.1.2. Matériel Microbiologique	21

2. Détermination de la teneur en eau des parties aériennes de la plante <i>G. ferox</i>	21
3. Extraction et screening phytochimique.....	22
3.1 Préparation de la poudre	23
3.2. Screening phytochimique.....	23
3.3. Extraction des polyphénols	25
3.3.3. Calcul du rendement	27
4. Activité antimicrobienne	27
4.1. Préparation des dilutions des extraits et de l'inoculum microbien	27
4.1.1. Dilution des extraits	27
4.1.2. Préparation de l'inoculum microbien.....	28
4.2. Méthode de diffusion sur gélose (Méthode des puits)	28
4.2.1. Préparation des milieux de culture.....	28
4.2.2. Ensemencement	29
4.2.3. Formation des puits.....	30
4.2.4. Application des extraits.....	30
4.2.5. Lecture du résultat.....	31
Chapitre 03 : Résultats et discussion.....	37
1. La teneur en eau	33
2. Résultats du screening phytochimique.....	33
3. Caractérisation des extraits	36
4. Rendement des extractions.....	36
5. Étude de l'activité antimicrobienne des deux extraits (feuille et tiges) de <i>G. ferox</i>	37
5.1. Résultats après 24h	37
A. Extrait de tiges.....	37
B. Extrait de feuilles.....	38
Conclusion Générale et Perspectives	42



Introduction

Introduction

L'antibiorésistance est l'une des problématiques majeures de l'humanité et de la santé humaine car les bactéries pathogènes développent une résistance aux antibiotiques, des médicaments qui servent à lutter contre les infections dues à des bactéries. Ils ont sauvé et sauvent encore des millions de vies chaque année . Ce problème résulte de plusieurs facteurs tels que : l'utilisation excessive et inappropriée des antibiotiques, le transfert de gènes de résistance, la pression sélective, l'environnement et la pollution, alors que le facteur crucial est le manque de nouveaux antibiotiques, ce dernier, peut être remédié par la recherche et le développement de nouveaux antibiotiques et de trouver des méthodes alternatives de traitement des infections (**BERTHUIN et MIRAS, 2018**).

Toutefois, les ressources végétales spontanées constituent jusqu'à ce jour une source d'intérêt primordial pour l'homme et ses besoins. Elles représentent aussi un phytomédicament appréciable par la population de certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement. En Afrique, la médecine traditionnelle contribue à la satisfaction des besoins en matière de santé de plus de 80% de la population. Ces ressources comptent environ 500.000 espèces de plantes sur terre, dont 80.000 possèdent des propriétés médicinales (**ABABSA, 2009 ; BOUALLALA et al., 2014 et NASRI, 2016**). En Algérie, une diversité florale très importante : Méditerranéenne, Saharienne et une flore paléo tropicale, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeable (15%) d'espèces endémiques (**OZENDA, P.,1977**) ce qui a donné à la pharmacopée traditionnelle une richesse inestimable. Pour cela, les substances naturelles végétales font l'objet de plusieurs recherches en raison de leurs activités biologiques nombreuses qui promeuvent des effets positifs sur la santé notamment les activités antimicrobiennes (antibactériennes, antifongiques) utilisées dans les secteurs industriels pharmaceutiques (**KHALFALAH et al., 2015**).

Ainsi, les plantes appartenant au genre *Genista* ont été le but de plusieurs études phytochimiques, qui ont abouti à la séparation de différents produits, comme les hydrocarbures non saturés (**ACLINOU et al., 1982 ; BOHLMANN et al., 1988**), les graisses (**VIGUERA et al., 1996**), et quelques produits du métabolisme secondaire tel que *Genista ferox* qui est connue par ses propriétés médicales et pharmaceutiques (**ATI, 2018**).

De ce fait, l'objectif de notre étude est de mettre en évidence l'activité antimicrobienne d'une plante médicinale de genre *Genista* (*Genista ferox*) dans la perspective de développer de nouveaux antibiotiques naturels qui sont sans effets néfastes sur la santé humaine par rapport à leurs homologues synthétiques.

Ce travail à caractère phytochimique est constitué de trois chapitres. En premier lieu, une revue bibliographique qui se rapporte aux notions générales sur les Fabacées, le genre *Genista* en particulier l'espèce *Genista ferox* et ses métabolites secondaires. Ensuite, une partie expérimentale qui rapporte l'étude phytochimique et l'effet antimicrobien des extraits hydro-éthanoliques des polyphénols des tiges et des feuilles de *Genista ferox*. Puis, présentation et discussion des résultats obtenus dans le troisième chapitre. Enfin, on termine par une conclusion générale avec des perspectives.



Chapitre 1 :
Synthèse bibliographique

1. Les Fabacées

La grande famille des *Fabaceae* (de faba, la fève) doit son appellation à son fruit, appelé aussi gousse ou légume qui est à l'origine de son autre dénomination de légumineuses. La plus connue (MOREL, 2011). C'est l'une des plus importantes familles de plantes à fleurs, la troisième après les *Orchidaceae* et les *Asteraceae* en termes d'espèces. Elle compte environ 730 genres répartis dans plus de 19 400 espèces dont 453 en Algérie, réparties aussi bien en milieu tempéré que tropical (GHOBRIIN,2021).(GUIGNARD,1994).La famille des *Fabaceae* ou légumineuses sont des plantes dicotylédones de l'ordre *Fabale*, Ils comportent trois sous-familles : *Faboideae* (*Papilionoidea*), *Caesalpinioideae* et *Mimosoideae* (AZANI *et al.*,2017).

La famille des *Fabaceae* est la deuxième famille en importance après les *Poaceae* et représente une source essentielle de protéines végétales pour l'alimentation humaine et animale. Elle comprend principalement la famille des haricots, des pois, du pois chiche, des lentilles, des fèves, des lupins, etc. Leur emploi est très important dans divers secteurs économiques : pharmaceutiques, agricoles, agroalimentaires, paysagers et horticoles (WOJCIECHOWSKI *et al.*, 2004). De plus, les *fabaceae* ont la capacité de transformer l'azote atmosphérique gazeux présent dans le sol en une molécule assimilable par la plante grâce aux bactéries symbiotiques du genre *Rhizobium* (FARISSI *et al.*, 2014). Cet azote joue un rôle crucial dans la croissance de la plante permettant ainsi la production des protéines dont les légumineuses sont particulièrement riches (GENEVIEVE,2023) et dans la fertilisation et l'amélioration de la qualité du sol (GHOBRIINI, 2021).

1.1. Répartition géographique

Selon **NDAYISHIMIYE (2011)**, c'est en Amérique centrale et en Amérique du Sud que se trouve le principal point chaud de la diversité des *Fabaceae*. D'autres hotspots de diversité se trouvent également en Asie et en Afrique. Les *Fabaceae* sont largement distribuées dans tous les biomes terrestres. Leur distribution dépend donc de la sous-famille. Les *Faboideae* sont largement distribuées et se trouvent presque partout sur terre. Les *Caesalpinioideae* sont localisées principalement, dans les régions tropicales et subtropicales d'Amérique du Nord, d'Afrique et d'Asie. Les *Mimosoideae* dominent les régions tropicales et subtropicales ainsi que les régions sèches et semi-arides d'Afrique, d'Amérique et d'Australie. La famille est cosmopolite. En Algérie, l'endémisme est assez important chez les *Fabacées* et les *Poacées* (**ABDELGUERFI et LAOUAR., 1997**).

1.2. Description botanique des Fabacées

Les Fabacées comprennent des arbres, des arbustes ou des lianes ligneuses, caduques ou persistantes, ou encore des herbes annuelles, vivaces ou pluri annuelles. Les formes arborescentes sont plus abondantes dans les pays chauds tandis que les formes herbacées favorisent les régions tempérées (**DUPONT et al.,2007**).

Quelques espèces tropicales sont épiphytes (aérienne) et d'autres grimpantes, elles ont des tiges vrillées (spirales), qui tournent habituellement dans le sens des aiguilles d'une montre, plus rarement dans l'autre sens (*Phaseolus, Wisteria*), ou des vrilles axillaires, ou encore des crochets.

Les feuilles sont primitivement alternes, pennées ou trifoliolées composées et stipulées. Elles ont montré diverses évolutions, nous pouvons citer par exemple la disparition de la foliole terminale chez la Fève ou transformation de cette dernière en vrille chez les Vesces (**GUIGNARD et al., 2004**). Quelque fois, les feuilles sont réduites, les fonctions photosynthétiques étant transférées aux tiges, ou modifiées en phyllodes (forme de lame) (**DEWIT,1963**).

Les fleurs sont isolées ou groupées en panicules, en fascicules, en racèmes, avec épis ou en têtes axillaires et terminales ou opposées aux feuilles comme chez certains membres des *Bossiaecae* (PISTELLI *et al.*, 2001).

Le fruit peut être un légume charnu ou non, déhiscent ou plus rarement indéhiscent, parfois lomentacées. La déhiscence est double : ventrale, le long de la ligne de suture du carpelle, et dorsale, au niveau de la nervure principale de la feuille carpellaire (GUIGNARD *et al.*, 2004).

1.3. Position systématique de la famille des Fabaceae

Selon la classification de CRONQUIST (1981),

Règne *Plantae*
Sous-règne *Tracheobionta*
Division *Magnoliophyta*
Classe *Magnoliopsida*
Sous-classe *Rosidae*
Ordre *Fabales*
Famille *Fabaceae*

1.4. Importance des Fabacées

La vaste famille des fabacées regroupe de nombreuses plantes utiles recevant des applications industrielles, alimentaires ou encore ornementales (ATI, 2018).

1.4.1. Intérêt économique

- Les Fabacées, et plus précisément la sous-famille des *Faboideae*, ne seraient surpassées que par les *Poaceae* dans un classement des familles par importance économique. De nombreuses plantes alimentaires, mais aussi des plantes fourragères, plantes ornementales ou encore médicinales de premier ordre font partie de cette sous-famille. Il est néanmoins important de noter que de nombreux genres sont hautement toxiques (JUDD *et al.*, 2002) (SPICHIGER *et al.*, 2004).

- Une grande quantité de graines et de cosses de diverses espèces herbacées de *Faboideae*, ou légumineuses également connues sous le nom de légumes secs, sont une source alimentaire universelle autant humaine qu'animale. Parmi les plantes alimentaires de grande consommation on trouve notamment *Pisum* (les pois) et *Vicia* (les fèves) ...etc. Ces espèces sont cultivées dans le monde entier. Elles sont recherchées pour leur haute teneur en protéines et en minéraux (**MEDOUKALI, 2016**).
- Certains genres font l'objet d'un usage ornemental. Les plus connus étant *Cytisus* (les genêts), *Lathyrus* (les gesses), *Lupinus* (les lupins), *Wisteria* (les glycines) et *Genista*. Ce dernier possède une espèce très utilisée en industrie pour ses propriétés colorantes, *Genista tinctoria* L. ou genêt des teinturiers.

1.4.2. Intérêt médicale et thérapeutique des Fabacées

- Des investigations phytochimiques menées sur les végétaux ont montré que plusieurs molécules, notamment les isoflavones, sont essentiellement contenues dans les Fabacées qui présentent des propriétés pharmacologique (**MURKIES et al.,1998**), quelques exemples sont cités dans le (**tableau I**).

Tableau I : Liste des propriétés pharmacologiques de certaines légumineuses

Espèces	Propriétés pharmacologiques	Références
<i>Sophora flavescens</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Antioxydante ✓ Anti-inflammatoire ✓ Antibactérienne ✓ Anti-tumorale par modulation de l'apoptose 	(KRISHNA et al., 2012)
<i>Cicerarietinum</i> L	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Antioxydante ✓ Des effets bénéfiques sur les maladies cardiovasculaires ✓ Le diabète de type 2 ✓ Les maladies digestives Certains cancers 	(VADNERE et al,2012) (JUKANTI et al., 2012)

<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Effet cytotoxique sur les cellules cancéreuses du poumon humain (A549), du foie (HepG2) et du sein (MCF-7) 	(DEMIR <i>et al.</i> , 2019)
<i>Genista ferox</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Antioxydante ✓ Antiproliférative sur la ligne cellulaire d'adénocarcinome cervical (Hela) 	(BENCHERCHAR <i>et al.</i> , 2017)
<i>Acacia catechu</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Anti-inflammatoire ✓ Hépatoprotectrice Antipyrétique et antidiarrhéique ✓ Hypoglycémiant 	(AHMAD <i>et al.</i> , 2016)

- De nombreuses espèces appartenant à la famille des fabacées possèdent des propriétés thérapeutiques (AHMAD *et al.*, 2016). Plusieurs exemples d'utilité des Fabacées dans des domaines d'applications thérapeutiques traditionnelles sont constatés (Tableau II). (KHATUN *et al.*, 2012) (LI *et al.*, 2016).

Tableau II : Exemples de Fabacées à utilité thérapeutique traditionnelle

Partie de la plante	Molécules	Utilisation
Les graines de fenugrec	Mucilages et tannins	Fabriquer des cataplasmes émollients et pour prendre du poids.
La gomme extraite du caroubier	/	Adjuvant des régimes
Les Sénéés (fruits et folioles)	/	Des propriétés laxatives dues à des dérivés anthracéniques
L'oléorésine de Copaifera	/	Le traitement de la gonorrhée
Le baume du Pérou	6 à 8% de benzoates et près de 60% de « cinnaméine »	Usage externe comme cicatrisant et antiseptique

1.5. Toxicité de certaines Fabacées

Des intoxications se produisent de façon directe ou indirecte par certains métabolites secondaires présents dans certaines espèces de la famille *Fabaceae* (LOPEZ *et al.*, 1998). Quelques exemples sont cités comme suit :

- Des intoxications hépatiques et cardio-pulmonaires, dues à la présence d'alcaloïdes pyrrolizidiniques dans des espèces du genre *Crotalaria*, en particulier *Crotalaria retusa*, suite à la consommation de céréales contaminées par les graines, ou suite à l'emploi de ces plantes dans le traitement de la grippe ou de l'asthme.
- Certains acides aminés non constitutifs, nombreux dans les Fabacées, et qui sont fournis par les bactéries fixatrices d'azote, perturbent gravement les chaînes métaboliques, provoquant les troubles du lathyrisme, qui se produisent à la suite de la consommation d'espèces du genre *Lathyrus*.
- Contamination suite à la présence de champignons du type *Aspergillus* développés sur les graines en cas d'humidité, et qui élaborent des aflatoxines cancérigènes.
- La principale allergie alimentaire est celle à l'arachide (*Arachis hypogaea*) à cause des allergènes présents dans les graines (cacahuètes), mais aussi dans l'huile et le beurre d'arachide.
- Maladie du favisme, maladie génétique, affectant les populations après absorption de fèves, graines de *Vicia faba*, entraîne des problèmes neurologiques et hématologiques. Cela est dû au manque d'une enzyme, la glucose-6-phosphate- déshydrogénase, qui joue un rôle de détoxification.

2. Le genre *Genista*

Genista est un genre de plantes décrit pour la première fois par Linné en 1753, également connu sous le nom de « genêt », tire son origine du mot latin gaulois "Gen" qui était utilisé par les Romains pour désigner cette plante. C'est un genre de la famille des légumineuses (fabales), sous-famille des papilionacées (fabacées) et au sein de la communauté des génistées (MAIRE, 1987). *Genista* compte environ 150 espèces

distribuées principalement dans la région méditerranéenne et en Asie occidentale (NOCCIOLI *et al.*, 2011).

En Algérie, le genre *Genista* comporte 23 espèces dont 11 sont endémiques (MAIRE, 1987). Cette biodiversité se manifeste à travers diverses espèces, qui comprennent : *G. aspalathoides*, *G. candicans*, *G. cephalantha*, *G. cinerea*, *G. erioclada*, *G. ferox*, *G. kabylica*, *G. microcephala*, *G. linifolia*, *G. numidica*, *G. pomeliana*, *G. pseudopilosa*, *G. purgans*, *G. saharae*, *G. quadriflora*, *G. salditana*, *G. spartioides*, *G. spinulosa*, *G. tricuspidata*, *G. vepres*, *G. ulicina* et *G. umbellata*. (QUEZEL et SANTA, 1963). Ce genre constitue un matériel intéressant qui mérite d'être exploré afin de mettre en lumière tous ses avantages et ses potentialités.

2.1. Description botanique du genre *Genista*

Les plantes du genre *Genista*, se distinguent par leurs arbrisseaux épineux ou parfois inermes et junciformes, et leurs feuilles mono à tri-foliolées, stipulées ou non. Le calice est à 5 segments, les 2 supérieurs libres ou soudés, les 3 inférieurs formant une lèvre à 3 dents profondes. Dans le cas le plus rare, le calice est campanulé à 5 dents inverses. La carène est oblongue, dressée, biggibeuse latéralement. L'étendard est étroit. Les 10 étamines (5 longues et 5 courtes) sont en forme de tube non fendu avec une forme de monadelphes. Le stigmate est oblique. La gousse est déhiscente et variable. Les graines sont non arillées. (QUEZEL et SANTA, 1963).

2.2. Distribution et aire géographique

Genista est un genre de plantes circumméditerranéen, composé d'arbustes épineux et non épineux, la plupart de ces espèces forment des maquis sclérophylles ou des matorrals (MARTINS *et al.*, 2005). Il est largement distribué en méditerranée, en Afrique du Nord et en Europe (Libye, Tunisie, Algérie et Maroc). En Algérie, il est localisé dans la région est, sud et au grand Sahara (LOGRADA, 1996).

2.3. Classification

Selon CHASE et REVEAL, (2009), la position systématique du genre *Genista* est comme suit :

Règne *Plantae*

Embranchement *Spermaphytes*

Sous Embranchement *Angiosperme*

Classe *Eudicotyledonae*

Ordre *Fabidées*

Sous ordre *Fabales*

Famille *Fabaceae* (*Légumineuse*)

Sous famille *Papilionaceae*

Genre *Genista*

2.4. Caractères chimiques du genre *Genista*

Genista contient une grande variété de métabolites secondaires, en particulier les iso flavonoïdes qui se sont révélés être biologiquement actif. Les investigations phytochimiques ont permis d'isoler un grand nombre des composés avec une dominance des alcaloïdes (VAN RENSEN, 1994) et des flavonoïdes notamment les isoflavonoides (MEKKIOU et al, 2012). Les saponosides et les composés terpéniques ont aussi été isolés (BOUTAGHANE, (2013).

2.5. Intérêts biologiques du genre *Genista*

Peu de travaux ont été réalisés dans ce domaine, on peut mettre en évidence quelques intérêts pharmacologiques parmi lesquels on peut mentionner : l'étude de (BAREK et al., 2020) où les extraits de *Genista saharae* (parties aériennes) ont présenté une activité antibactérienne sur certaines bactéries pathogènes.

2.6. Utilisation en médecine traditionnelle du genre *Genista*

Certaines espèces du genre *Genista* sont utilisées dans la médecine populaire traditionnelle pour soigner les maladies. La plante *Genista tenera* est utilisée dans la médecine traditionnelle portugaise pour traiter le diabète (BOUTAGHANE,2013). Tandis que les plantes *G. anglica* et *G. germanica* sont conseillées comme diurétiques pour traiter la néphrolithiase et également lutter contre la goutte (GUARRERA et al., 2007). (ADAMS et al., 2009).

3. *Genista ferox* Poirret

3.1. Description botanique

Un arbrisseau épineux de 1- 3 m. feuilles uni-foliolées, stipulées ou non. Graines non arillées. Calice presque glabre, caduc en entier ou en partie sur la gousse (QUEZEL et SANTA,1963), se coupant circulairement au-dessus de la base ; celle-ci longue de 3-6 cm. Foliolles ovales larges de 3-6 mm. Arbuste de 1-3 m, vert gai. Vieux rameaux transformés en énormes épines très vulnérantes. Feuilles stipulées, à stipules transformées en petits aiguillons.

Le calice de la fleur jaune et composé de 5 segments, les 2 supérieurs sont libres ou soudés, tandis que les 3 inférieurs forment une lèvre à 3 dents profondes, le calice campanulé à 5 dents subégales est rarement présent. Carène oblongue, droite ou presque, biggibeuse latéralement. (ATI, 2018)

Etendard étroit. 5 longues et 5 courtes étamines monadelphes, en tube non fendu, Stigmate oblique. Gousse déhiscente, variable. Son nom commun est "Guendoul" et « Taguendla". Commun sur le littoral constantinois et algérois jusqu'à Alger (ATI, 2018)



**Figure 1 : Schéma de l'espèce
*Genista ferox***

(MEISE BOTANIC GARDEN. 2024)

3.2. Aire de répartition

Une plante endémique de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie ; on la rencontre sur les falaises maritimes, les forêts claires et broussailles des littorales et sublittorales, plus rarement de l'intérieur, dans les basses montagnes, dans les régions bien arrosées et semi arides et arides. Elle fait partie de l'association à chêne-liège (ATI,2018).

3.3. Importance

Des recherches effectuées sur *Genista ferox* ont permis d'isoler des flavones et des flavols telles que l'apigénine, la lutéoline et 7-O Glucoside apigénine (HARBONNE,1969) et des isoflavones, Génistéine de phytol et B-sitosterol (MEKKIOUN *et al.*, 2012).

Parmi ces travaux, une étude réalisée sur *Genista ferox* (feuilles et des fleurs) collectée de la wilaya d'Annaba indique que cette espèce présente une activité antioxydante mesurée par la méthode DPPH et un effet anti hémolytique important (BOUDEN, 2020).

3.4. Classification dans la systématique botanique

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : *Rosales*

Famille : *Fabales (Légumineuses)*

Sous famille : Papilionacées (Fabacées)

Tribu : *Genisteeae*

Genre : *Genista*

Espèce : *Genista ferox*

4.Métabolites primaire et secondaire

4.1. Les métabolites primaires

Notamment les sucres, les protéines, les lipides et l'amidon, sont essentiels à la croissance et au développement des plantes, tandis que la chlorophylle, les acides aminés, les nucléotides et les hydrates de carbone jouent un rôle crucial dans les processus

métaboliques tels que la photosynthèse, la respiration et l'assimilation des aliments (VINOOTH *et al.*, 2011).

4.2. Les métabolites secondaires

Les plantes possèdent des composés métaboliques dits « secondaires ». Leurs fonctions sont encore mal connues. Ces composés varient selon les espèces et ils jouent un rôle dans les interactions entre les organismes vivants environnants et la plante. Ils sont probablement des éléments cruciaux dans la coévolution des plantes avec les organismes vivants, y compris les parasites, les pathogènes et les prédateurs, ainsi que les pollinisateurs et les disperseurs. Ces nombreuses relations ont donné naissance à une très grande variété de composés secondaires (KHANDELWAL *et al.*, 2011).

4.2.1 Classification des métabolites secondaires

On peut classer les métabolites secondaires en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine.

A. Les polyphénols :

C'est des composés phytochimiques possédant au moins un anneau benzénique à six carbones directement reliés à un autre anneau de groupements hydroxyle (OH) (Figure 2) ou engagé dans une autre fonction, éthyle, ou hydrogène (BRUNETON *et al.*, 1999). (BALASUNDRAM *et al.*, 2006).



Figure 2 : Structure de base d'un composé phénolique

➤ **Les principales classes des polyphénols**

La complexité des polyphénols naturels va des molécules les plus simples (acides phénoliques simples) aux molécules les plus polymérisées (tanins condensés) (**D'ARCHIVIO *et al.*, 2007**).

• **Acides phénoliques**

Il s'agit d'hydroxyles phénoliques et de composés organiques ayant au moins une fonction carboxyle. Ils appartiennent respectivement aux catégories des dérivés de l'acide hydroxybenzoïque et des dérivés de l'acide hydroxycinnamique (**BRUNETON, 2008**).

• **Flavonoïdes**

Le mot latin "Flavus", qui signifie "jaune", est à l'origine du mot "flavonoïde". Ils constituent la plus grande catégorie de polyphénols (**Figure 3**). Ils sont nombreux dans le monde végétal et font partie du métabolisme secondaire. On les trouve dans les fruits, le pollen des fleurs et les feuilles. Ils deviennent plus concentrés lorsqu'ils sont exposés au soleil et donnent aux plantes un bouclier contre les rayons UV (**SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006**). La Classification et la structure des différents flavonoïdes alimentaires sont mentionnés dans la (**Figure 4**).



Figure 3 : Structure de base des flavonoïdes

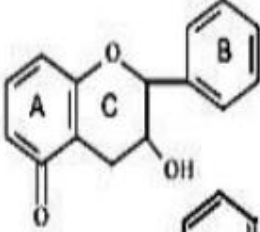
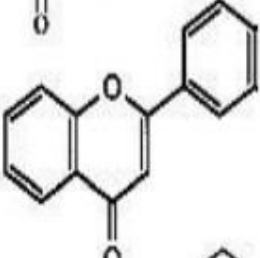
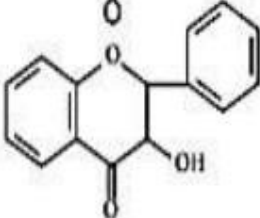
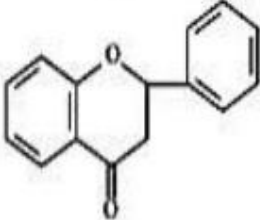
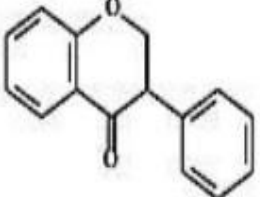
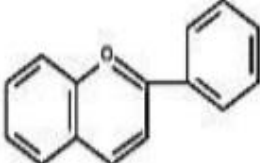
Classe	Structure générale	Flavonoïde
Flavanol		(+)-catéchine (+)-épicatéchine épigallocatechine gallate
Flavone		chrysine apigénine rutine lutéoline lutéoline glucosides
Flavonol		kaempferol quercétine
Flavanone		myricétine tamarixétine naringine taxifoline hesperidine
Isoflavone		génistine génistéine
Anthocyanidine		apigénidine cyanidine

Figure 4: Classification et structure des différents flavonoïdes alimentaires

- Polyphénols complexes (tanins)

Les tanins constituent une classe relativement importante de polyphénols présents dans les vacuoles. Ils ont un poids moléculaire relativement élevé et sont fortement hydroxylés. Ils ont la capacité de faire bronzer la peau, ce qui fait que de nombreux fruits et légumes sont astringents (**PARIS, 1981**). Ils sont classés en deux groupes selon leurs structures et leurs propriétés.

- **Tanins hydrolysables**

Il s'agit d'esters de D-glucose et d'acide gallique, ou de leurs dérivés, en particulier l'acide ellagique (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

- **Tannins condensés**

Les proanthocyanidines, souvent appelées tanins concentrés, sont des polymères composés d'unités flavaniques. Les unités de flavan sont reliées par des liaisons entre les carbones C4 et C8 ou C4 et C6(**DE BRUYNE *et al.*, 1999**).

- **Les alcaloïdes**

Ce sont des composés d'origine biologique qui se trouvent typiquement dans les plantes (ils sont rares dans le règne animal). Ils sont azotés, présentent des réactions alcalines plus ou moins prononcées, et ont à faible dose des effets pharmacodynamiques notables. Leur nom se termine souvent par « ine ».Les alcaloïdes contiennent généralement de l'oxygène, mais certains alcaloïdes contiennent également du soufre. Les alcaloïdes sont toujours composés de carbone, d'hydrogène et d'azote. Les alcaloïdes sont des composés aminés naturels ayant des effets physiologiques sur le corps humain (**BELKACEMI et KALLA, 2017**).

- **Les huiles essentielles**

Produit à l'odeur typiquement complexe et obtenu à partir d'une matière végétale de base obtenu soit par induction de vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. La méthode physique la plus courante pour séparer l'huile essentielle de l'eau ne modifie pas de manière significative la composition de l'huile (**BARBELET, 2015**).

4.2.2. Fonction des métabolites secondaires :

Bien qu'ils ne soient pas essentiels à l'organisme, les métabolites secondaires ont un impact significatif en raison de la machinerie enzymatique complexe nécessaire à leur synthèse. Ils remplissent des fonctions écologiques (phéromone, allomone, etc.). Ces molécules ont été choisies au cours de l'évolution pour leur capacité à interagir avec un récepteur dans un organisme différent. Elles représentent donc une source importante de médicaments potentiels. Ils peuvent influencer la façon dont les plantes interagissent avec leur environnement et la façon dont elles se défendent contre les herbivores. Les pigments floraux sont essentiels aux activités de pollinisation et certains produits chimiques phénoliques sont impliqués dans la filtration des UV (RAHMANI, 2017).

5. Les souches microbiennes testées

5.1. L'espèce *Staphylococcus aureus*

C'est un coccus à Gram positif de 0,5 à 1 µm de diamètre, non sporulé, ubiquitaire présent 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. (LE LOIR et GANTIER, 2009). La présence de *S. aureus* dans les aliments pose un risque pour la santé humaine, car certaines souches peuvent produire des entérotoxines, dont l'ingestion entraîne une intoxication. Les entérotoxines agissent sur les nerfs de l'appareil digestif qui stimulent le centre des vomissements ; douleurs abdominales ; diarrhée ; crampes (GREEN, 2012).

5.2. L'espèce *Escherichia coli*

Escherichia coli (*E. coli*) est un bacille à coloration de Gram négatif, mobile, aérobic qui appartient à la famille des Entérobactéries. Présent chez tous les individus à des taux de 10⁶ à 10⁹ ufc /g de selles, il est le premier germe pathogène responsable d'infections communautaires. Cette bactérie est utile parce qu'elle favorise la production de certaines vitamines et dégrade certains aliments qui seraient autrement impossibles à digérer. Certaines souches peuvent être pathogènes et à l'origine de gastroentérites, d'infections urinaires, de méningites ou de septicémies. Les souches

non pathogènes constituent la flore bactérienne dominante des intestins de leur hôte (ZEYONS, 2008).

5.3. L'espèce *Salmonelle typhimurium*

Les salmonelles sont d'une manière générale des hôtes pathogènes ou non du tube digestif. Elles sont mobiles, grâce à la présence de flagelles péritriches. Ce sont des bactéries non sporulées qui se développent dans des milieux ordinaires en aéro-anaérobiose. Elles résistent en milieu hydrique et survivent au froid et à la dessiccation, notamment en présence de protéines. En revanche, elles ne résistent pas à la chaleur (au-delà de 47° C) ou aux acides. (COOK, 1996).

5.4. L'espèce *Pseudomonas aeruginosa*

Les espèces *P. aeruginosa* sont des bacilles à Gram négatif. Ces bactéries fines sont de 1,5 à 3 µm de long et de 0,5 à 0,8 µm de large. Elles sont mobiles grâce à une ciliature de type polaire monotriche. Ce type de bactéries possède un aspect de vol moucheron. Elles sont responsables de 10 % de l'ensemble des infections nosocomiales, occupant le 3^{ème} rang après *E. coli* et *S. aureus*, mais le 1er rang pour les infections pulmonaires basses et le 3^{ème} rang pour les infections urinaires (RICHARD ET KIREDJIAN, 1995).

5.5. L'espèce *Bacillus subtilis*

L'espèce *Bacillus subtilis* est l'une des bactéries les plus étudiées et est considérée comme le modèle principal des bactéries Gram+ utilisées dans des applications biotechnologiques et industrielles en raison de sa sécurité et de ses capacités de production. Elle appartient à la famille des Bacillaceae, qui comprend une grande diversité avec 62 genres répertoriés (GUESDON, 2022). Elle est principalement présente dans le sol, où elle fait face à une forte compétition et à des fluctuations environnementales. Elle possède des mécanismes d'adaptation comme l'entrée en compétence pour acquérir de l'ADN exogène et la formation d'endospores pour

survivre dans des conditions hostiles. De plus, elle peut sécréter des composés antimicrobiens et former des biofilms (ARNAOUTELI et *al.*, 2021).

5.6. L'espèce *Candida albicans*

L'espèce *Candida albicans* est un organisme mycotique, c'est-à-dire qu'il fait partie de la famille des champignons, c'est une levure saprophyte commensale de la voie orale, vaginale, cutanée, gastro-intestinale et des surfaces muqueuses. Elle est considérée comme le pathogène fongique opportuniste le plus commun chez l'humain. Sa présence est utile chez les personnes en bonne santé. Ce champignon provoque des infections fongiques au niveau des muqueuses digestives et gynécologiques. Dans certaines conditions, comme lors d'un déséquilibre immunitaire ou hormonal, il prolifère et devient pathogène en libérant des toxines. On parle alors de candidose. (SCHOETERS et VAN DIJCK, 2019).



Chapitre 02 :
Matériel et méthodes

1. Matériel et méthodes

Ce travail est une étude phytochimique de l'effet antimicrobien des extraits hydro-éthanoliques des polyphénols des tiges et des feuilles de l'espèce botanique *Genista ferox*.

1. 1. Matériel biologique

1.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la partie aérienne de la plante *Genista ferox* (les feuilles et les tiges), récolté à Boumerdès dans la commune de Boumerdès cité Frantz fanon, front de mer (QF77+26G Boumerdès) en avril 2024. La plante est identifiée par Mme. AIT KACI de l'UMBB et M. BEN GHANEM de l'ENSA.

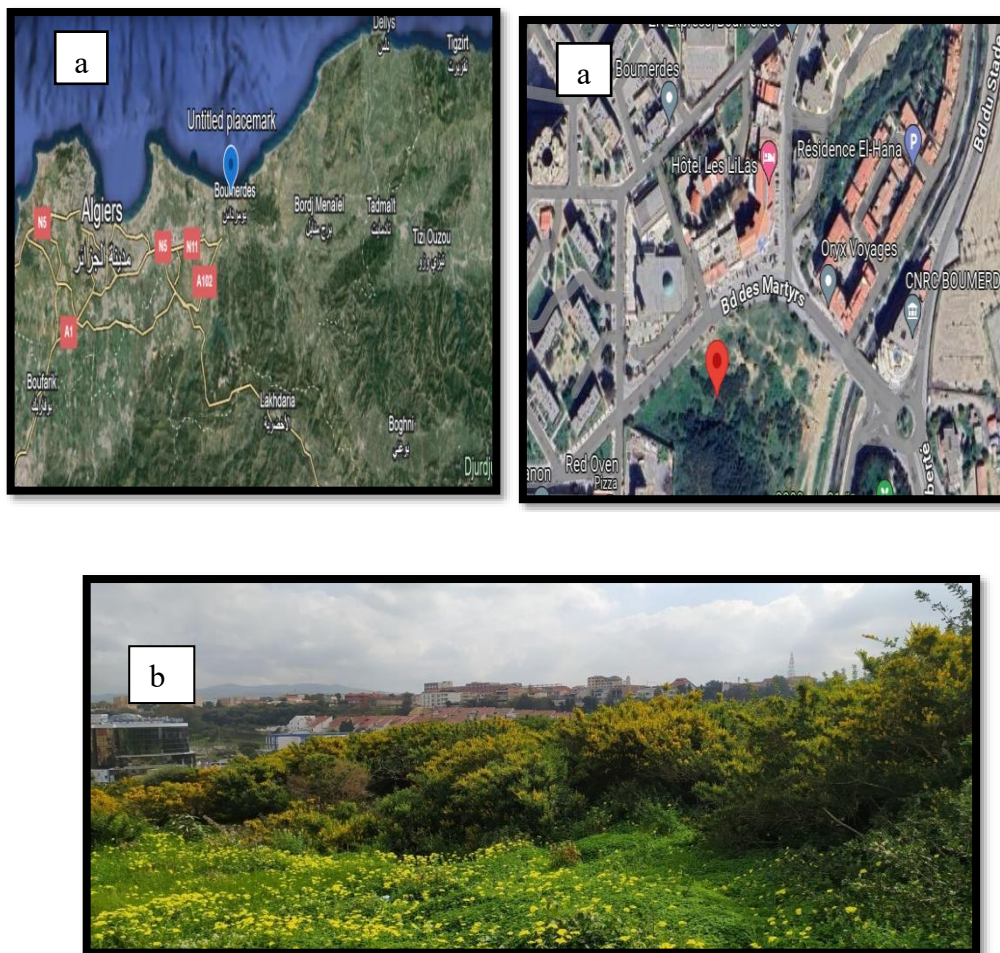


Figure 5 : Site d'échantillonnage et matériel végétal

a. Carte géographique illustrant la région de récolte de la plante (Google earth Boumerdès 2024).

b. Site d'échantillonnage de *Genista ferox* (original)

1.1.2. Matériel Microbiologique

Les souches microbiennes sont fournies gracieusement par le laboratoire de l'hôpital de Rouïba (Alger). Le choix des microorganismes est porté sur cinq souches bactériennes et une levure fréquente en pathologie humaine. (Tableau III).

Tableau III : Les souches bactériennes et levure testées

Bactérie	Levure	Référence	Catégorisation
<i>Staphylococcus aureus</i> (S.a)	/	ATCC6538	Gram (+)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (P.a)	/	ATCC9027	Gram (-)
<i>Bacillus subtilis</i> (B.s)	/	ATCC6633	Gram (+)
<i>Escherichia coli</i> (E.c)	/	ATCC8793	Gram (-)
<i>Salmonella typhimurium</i> (S.t)	/	ATCC14028	Gram (-)
/	<i>Candida albicans</i> (levûre) (C.a)	ATCC10231	/

2. Détermination de la teneur en eau des parties aériennes de la plante *G. ferox*

Le taux d'humidité des parties aériennes de notre échantillons à été déterminé par le procédé de dessiccation à une température de 105° C dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'un poids constant (LINDEN et LORIENT,1994).

$$T\% = \frac{x - y}{y} \times 100$$

Avec :

X- Poids de l'échantillon ;

Y-Poids de l'échantillon après déshydratation ;

T% : Taux d'humidité exprimé en pourcentage ;

3. Extraction et screening phytochimique

La démarche expérimentale de cette étude est résumée dans l'organigramme suivant :

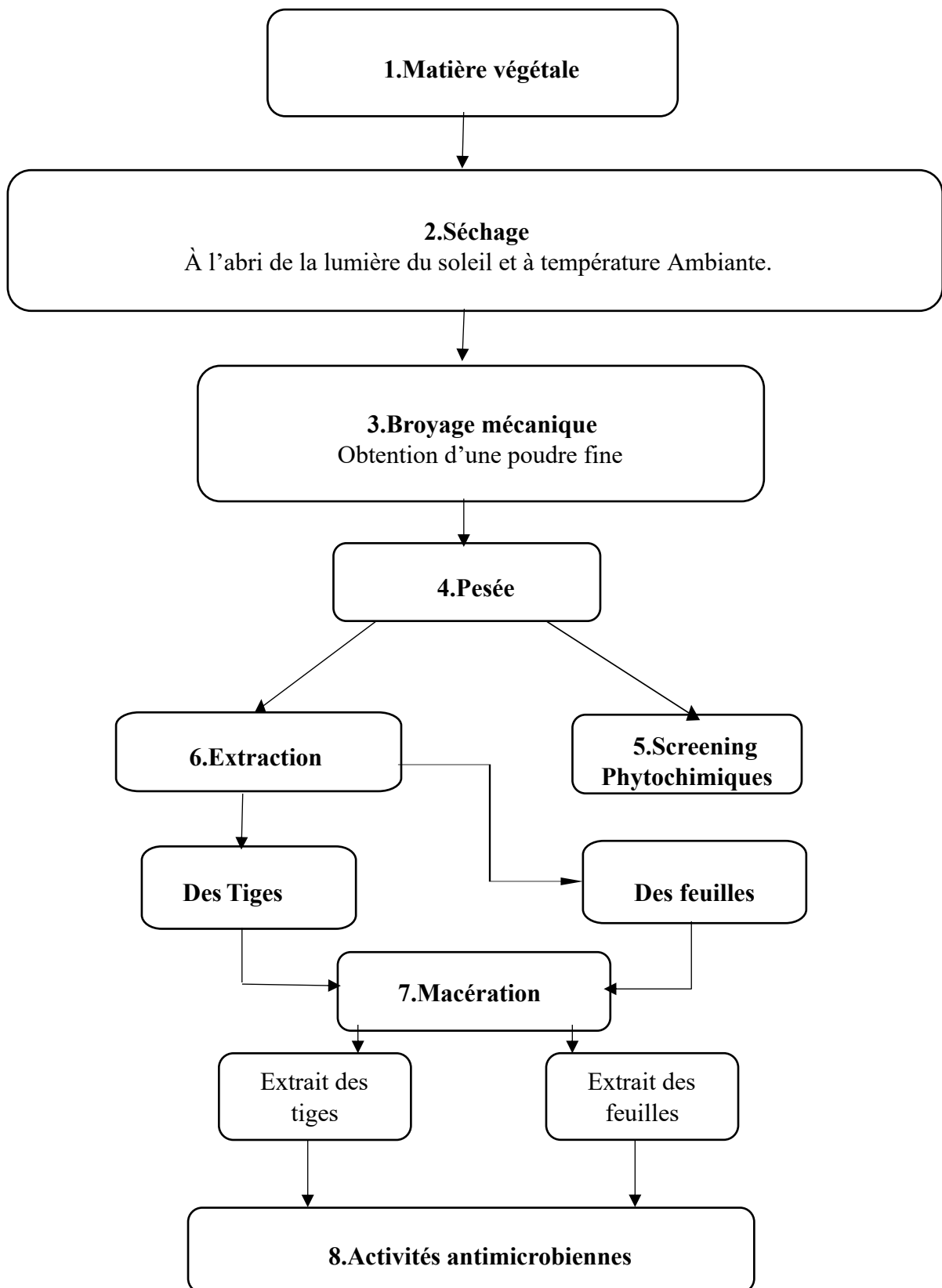


Figure 6 : organigramme illustrant la démarche expérimentale de l'étude.

3.1 Préparation de la poudre

Au laboratoire, le matériel végétal (feuilles et tiges) est séché à l'abri de la lumière (DJEDDIS, 2012). Une poudre est obtenue après le broyage de la matière sèche avec un broyeur électrique. Cette dernière est conservée dans des flacons en verre bien fermés afin de garder leur couleur, et principalement leurs propriétés. Les flacons est stockée soigneusement dans un endroit sec jusqu'à leur utilisation (KOUADRI,2018).

3.2. Screening phytochimique

L'examen phytochimique consiste en une série de tests réalisés sur l'infusé à 5 %. L'objectif est de déterminer la présence ou l'absence de certains métabolites primaires et secondaires dans la plante. On recherche des polyphénols totaux (tanins totaux, galliques et catéchiques), des anthocyanes, des leuco-anthocyanes, des flavonoïdes, des coumarines, des composés terpéniques (Saponosides, caroténoïdes), des composés glucosides (Irridoïdes), des composés réductifs (Mucilages), des quinones.

Cependant, l'infuser est préparé en mélangeant 5 g de poudre végétale de *Genista ferox* avec 100 ml d'eau distillée bouillante. Après 20 minutes, le mélange est filtré puis ajusté à 100 ml avec de l'eau distillée. Les tests réalisés sur l'infusé de *Genista ferox* sont consignés dans le (tableau IV) : (RAAMAN et al., 2006)

Tableau V : Screening phytochimique

Constituants	Principe		Résultat Attendu	
Composé phénoliques	Tanins	Totaux	La présence des tanins est mise en évidence par l'addition à 1 ml de l'infusé (5%) de la plante 2 ml d'eau et 2 à 3 gouttes de solution de FeCl ₃ diluée à 1%.	Coloration bleu-noir ou bleu- vert
		Galliques	5ml d'infusé + 2g d'acétate de sodium + quelques gouttes de FeCl ₃ .	Coloration bleu foncé
		Catéchiques	15 ml d'infusé 10 ml du formol à 40% +5 ml d'HCl concentré.	Coloration rouge

	Flavonoïdes	5 ml d'infusé 5 ml d'HCl copeaux de magnésium+ 1 ml d'alcool iso-amylque	Coloration rouge orangé
	Anthocyanes	5 ml d'infusé + 5 ml d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄), + 5 ml d'hydroxyde d'ammonium (NH ₄ OH)	Coloration rouge (en milieu acide) Coloration bleu violacé (en milieu basique)
	Leuco-anthocyanes	Mélanger 2 g de poudre dans 20 ml de propanol/HCl (1/1), puis porter à ébullition au Bain Marie.	Coloration rouge
	Les stéroïdes	Introduire 5 ml d'anhydride À l'acétique à 5 ml de l'extrait, bleu puis au vert qui sont repris dans un tube à essai dans lequel sont ajoutés 0,5 ml de H ₂ SO ₄ concentré.	Coloration violette qui vire au bleu puis au vert
	Les saponosides	Ajouter un peu d'eau à 2 ml de l'infusé, la solution est fortement agitée. Le mélange est laissé pendant 20 minutes.	Formation d'une mousse
	Les Irridoïdes	2 ml d'infusé + quelques Gouttes d'acide Chlorhydrique. Chauffer légèrement	Coloration bleue
	Les quinones	Humectation de 2 g de poudre végétale par 2 ml d'HCl+ 20 ml de chloroforme et macération pendant 3 heures, puis agitation du filtrat avec 5 ml d'ammoniaque (1/2).	Coloration rouge
	Mucilage	5 ml d'éthanol absolu sont ajoutés à 1 ml d'infusé. Le Mélange est incubé pendant 15min	Précipite floconneux
	Les coumarines	2 ml de l'infusé à 5% placé dans un tube dans lequel sont ajoutés 3 ml de Na OH (10%). Agiter la solution	Coloration jaune

3.3. Extraction des polyphénols

La méthode d'extraction employée dans cette étude est la macération à froid de la partie aérienne du matériel végétal à partir des tiges et à partir des feuilles.

On a utilisé 10 g de poudre des tiges de *Genista ferox* sont macérées dans un solvant hydroalcoolique éthanol/eau distillée (70/30 ; v/v) pendant 3 x 48 h. Les solutions recueillies sont filtrées à travers un papier filtre puis évaporées dans le rotavapor. Le même protocole est appliqué sur les 10g de poudre des feuilles de *Genista ferox*.

Après 48 heures, deux extraits purs des tiges et des feuilles sont obtenus. Ces derniers sont couverts avec du papier aluminium puis conservés au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation. **(Figure 7)**

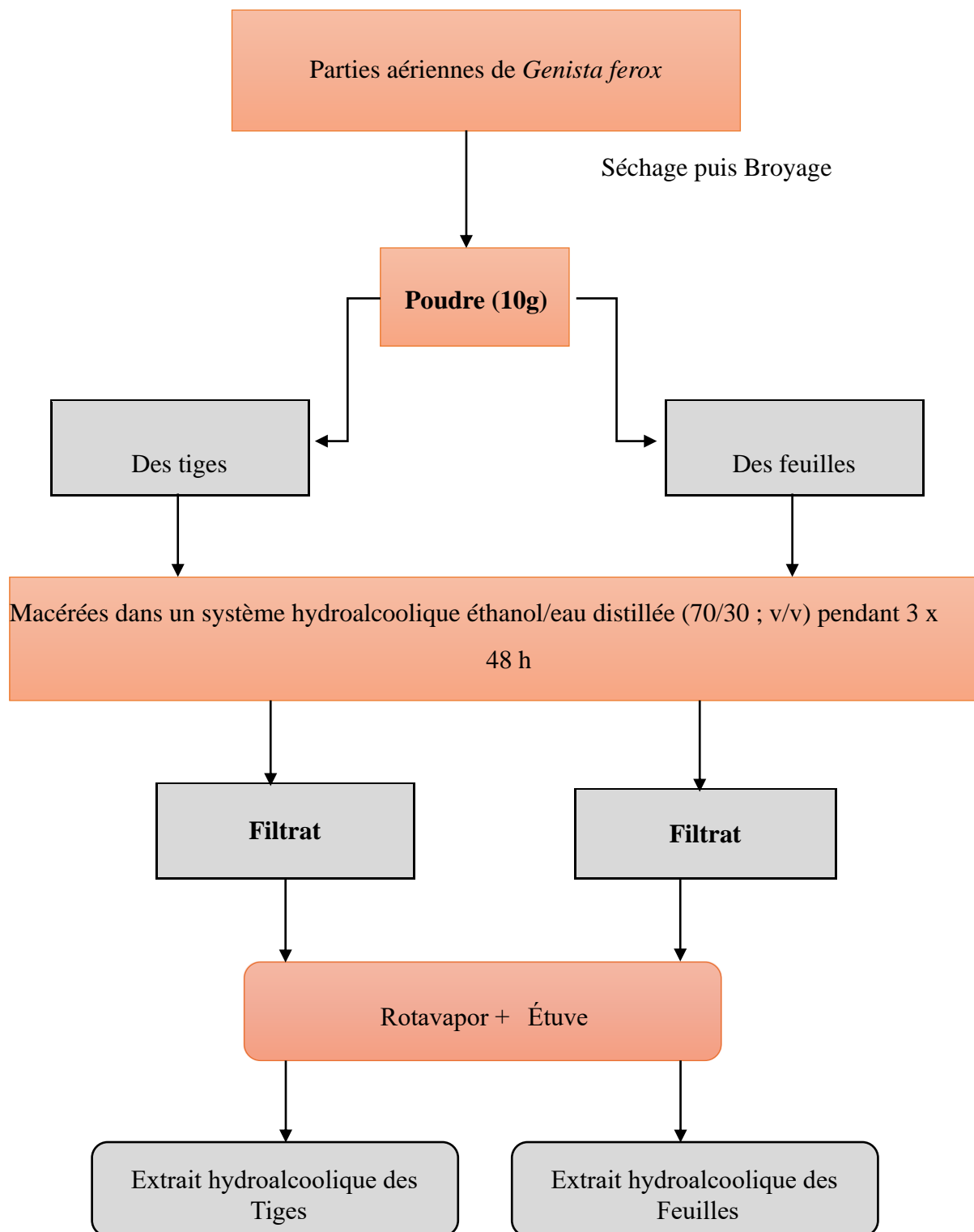


Figure 7 : Protocole expérimental pour la Préparation des extraits hydroéthanoliques des polyphénols par macération

3.3.3. Calcul du rendement

Le rendement en pourcentage (%), est défini comme étant le rapport entre la masse d'extrait et celle de la plante sèche en poudre. Il est calculé par la formule suivante :

$$R\% = \frac{m - m_0}{m_t} \times 100$$

Alors que :

- **R%** : rendement de la matière extraite
- **m** : masse du ballon après extraction ;
- **m₀** : masse du ballon vide (avant l'extraction) ;
- **(m-m₀)** : masse de l'extrait sec ;
- **m_t** : masse totale de poudre végétale utilisée dans l'extraction.

4. Activité antimicrobienne

4.1. Préparation des dilutions des extraits et de l'inoculum microbien

4.1.1. Dilution des extraits

Dans un premier lieu, les tubes à essai utilisés dans la préparation des dilutions sont stérilisés à sec. Puis, une série de dilutions est préparée pour chaque extrait obtenu (tiges et feuilles de *Genista ferox*). La solution mère (100%) représente les extraits bruts. Par la suite, trois dilutions D1, D2 et D3 sont préparées à partir des solutions mères où la D1 représente 50%, la D2 est préparé à 25% et la D3 représente 12,5%. (Figure 8)

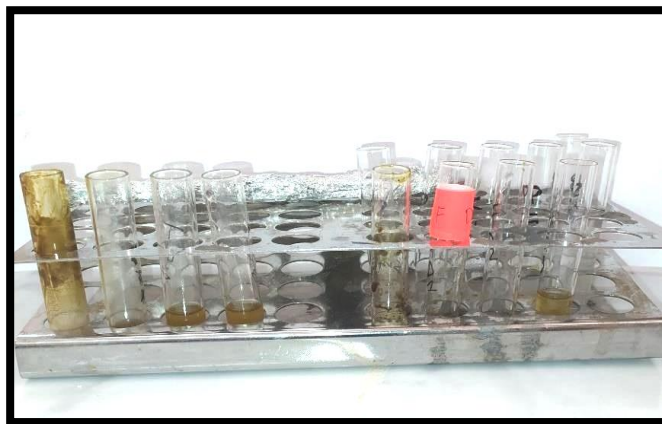


Figure 8 : photos des dilutions des deux extraits (originale).

4.1.2. Préparation de l'inoculum microbien

Chaque espèce des microorganismes testés est ensemencée au préalable sur une gélose nutritive puis incubée à 37°C pendant 24h. Ensuite, Après 24 heures d'incubation, 1 à 2 colonies microbiennes bien isolées sont mises en suspension dans des tubes à essai stériles contenant 1ml d'eau physiologique à fin d'obtenir une densité optique pour les bactéries (DO) à 600 nm de 0.1 à 0.2 et pour les levures, une densité optique (DO) à 600 nm de 0.5 à 1.0. **(Figure 9)**

Ces valeurs peuvent varier légèrement en fonction des espèces spécifiques de bactéries ou de levures et des conditions expérimentales particulières. et mesurée à l'aide d'un Spectrophotomètre à 625nm.



Figure 9 : Préparation de l'inoculum (originales)

4.2. Méthode de diffusion sur gélose (Méthode des puits)

C'est une technique de mesure in vitro de l'effet antimicrobien des substances actives extraites qui permettent de vérifier la sensibilité ou la résistance des germes pathogènes vis -à- vis de ces composés. Cette méthode est décrite par **JACOB et TONEI. (1979)**.

4.2.1. Préparation des milieux de culture

Le milieu de référence le plus employé pour les tests de sensibilité aux agents antimicrobiens plus précisément antibactériens est le milieu gélosé Muller Hinton. Ce dernier est stérilisé à l'aide d'un autoclave pendant 20 min à 120°C. Avant utilisation, la gélose MH est fondue dans un bain marie à 95 °C. Enfin, le milieu est coulé dans la zone stérile dans les boites de pétri. **(Figure 10)**



Figure 10 : Préparation des milieux de culture (originales)

4.2.2. Ensemencement

L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage en stries serrées. En tournant la boîte d'environ 60 C°, l'ensemencement s'effectue de telle sorte à assurer une distribution homogène des bactéries sur les boîtes. Dans cette étude, chaque microorganisme est ensemencé dans trois boîtes de MH dont la première représente le témoin (les témoins sont des cultures pures des microorganismes testés dans une boîte exposée aux mêmes conditions que le test d'activité antimicrobienne), la deuxième et la troisième sont consacrés à l'activité antimicrobienne de l'extrait des tiges et de l'extrait des feuilles. (Figure 11)



Figure 11 : Ensemencement des microorganismes sur MH (originale)

4.2.3. Formation des puits

Formation des puits de diamètre uniforme (5mm de diamètre) avec une pipette Pasteur stérile sur les boîtes inoculées du milieu MH à raison de 4 puits par boîte c'est-à-dire un puits pour chaque dilution. (Figure 12)

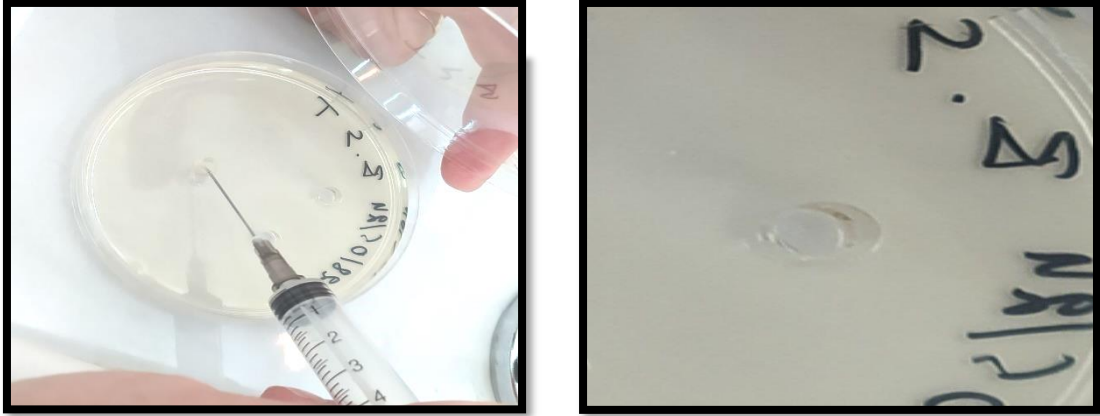


Figure 12 : Formation des puits dans le milieu MH (originales)

4.2.4. Application des extraits

Les puits sont remplis par des volumes égaux (100 μ l) de la solution mère et des trois dilutions pour chacun des deux extraits. Ensuite, les boîtes sont incubées à 37° C pendant 24 heures. (Figure 13)



Figure 13 : application des extraits de feuilles et des tiges (originale)

4.2.5. Lecture du résultat

Après la culture, l'effet des extraits se traduit par l'apparition autour du disque d'une zone circulaire transparente correspondant à l'absence de la croissance et donc la zone d'inhibition du principe actif (CHOI *et al.*, 2006). La mesure de la distance millimétrique de la zone au bout de 24h, 48h puis 72h est reportée sur l'échelle de concordance afin que la souche soit interprétée comme étant :

- **sensible**
- **intermédiaire**
- **résistante**

Selon DJENADI, (2011), cette zone d'inhibition sera comparée à une échelle d'estimation de l'activité antibactérienne :

- **Résistante : diamètre < 8mm**
- **Sensible : diamètre compris entre 9 à 14 mm**
- **Très sensible : diamètre compris entre 15 à 19 mm**
- **Extrêmement sensible : diamètre > 20 mm**



Chapitre 03 :
Résultats et discussion




1. La teneur en eau

La teneur en eau des parties aériennes de la plante *G. ferox* est de 33,05 %, bien que ATI, (2018) a constaté que les feuilles de *Genista ferox* récoltées au mois d'Avril de l'année 2014, au Cap de garde dans la wilaya d'Annaba, sont riches en eau avec une teneur de 66%.

2. Résultats du screening phytochimique

Le screening phytochimique est basé essentiellement sur des réactions de précipitation et des réactions de coloration spécifiques aux différents métabolites secondaires. Les résultats sont consignés dans le (tableau VI)



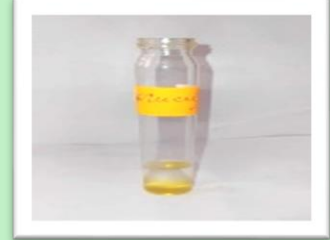

Tableau VII : Résultats des tests phytochimiques de l'infusé des tiges et des feuilles de *G. ferox*

Groupes chimiques	Résultats	
Tanins galliques	+	
Tanins catéchiques	-	
Tanins totaux	+	

RESULTATS ET DISCUSSION

<p>Flavonoïdes</p>	<p>+</p>	
<p>Les anthocyanes</p>	<p>-</p>	
<p>Les Leuco anthocyanes</p>	<p>-</p>	
<p>Les stéroïdes</p>	<p>-</p>	
<p>Les saponosides</p>	<p>-</p>	

RESULTATS ET DISCUSSION

Les irridoïdes	<p style="text-align: center;">-</p>	
Les quinones	<p style="text-align: center;">-</p>	
Mucilage	<p style="text-align: center;">+</p>	
Les coumarines	<p style="text-align: center;">-</p>	

(+) présence, (-) absence

La méthode du screening phytochimique utilisée sur trois organes de la plante (Feuilles et tiges) a permis de mettre en évidence la présence des Mucilages des Tanins totaux et des tanins galliques et surtout la présence prédominante des flavonoïdes. Et l'absence des tanins catéchiques des anthocyanes des leuco- anthocyanes des stéroïdes des saponosides des irridoïdes des quinones des Coumarines.

Cette différence dans la richesse en métabolites secondaires entre les différentes études peut s'expliquer par l'origine de la plante, sa maturation, la période de la récolte. Selon **FADILI et al, (2017)**, tout au long du développement de la plante, la composition chimique est influencée par les conditions climatiques (température élevée, exposition solaire, sécheresse et salinité) qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires.

3. Caractérisation des extraits

Deux extraits sont préparés, l'extrait hydroéthanolique à partir des feuilles et l'extrait hydroéthanolique à partir des tiges qui présentent un aspect visqueux de couleur vert foncé.

4. Rendement des extractions

Les extraits hydroéthanoliques obtenus ont généré des rendements variables, le meilleur rendement a été enregistré avec des tiges (14%) suivi des feuilles (8%) alors que le rendement est de 17 % pour l'extrait méthanolique de *G. ferox* (feuilles et fleurs) selon **ATI, (2018)**.

Cette valeur est influencée par plusieurs facteurs tels que la structure et le pH du sol, la salinité du lieu de récolte, la température, l'air, etc. De plus, elle peut être liée aux conditions expérimentales et à la nature du solvant utilisé. Les solvants ont la capacité de pénétrer profondément dans la matrice végétale. Ils entrent ainsi en contact avec une plus grande quantité de solutés et favorisent l'extraction. Cependant, la présence d'eau (30% dans notre cas) dans le solvant d'extraction perturbe les parois cellulaires en raison de sa plus grande polarité comparée aux alcools (**PENCHEV et al., 2010**).

5. Étude de l'activité antimicrobienne des deux extraits (feuille et tiges) de *G. ferox*

La méthode des puits a permis de mettre en évidence le pouvoir antimicrobien des deux extraits hydroéthanoliques de *G. ferox* vis-à-vis des souches bactériennes et de la levure.

On remarque que les deux extraits ont un effet variable sur les souches bactériennes cibles et la levure, soit un effet inhibiteur sur certaines, soit inactif sur d'autres on dit qu'elles présentent une résistance contre les molécules bioactives. Cette activité varie aussi en fonction de la dose utilisée.

5.1. Résultats après 24h

Après 24h, on remarque que la plupart des souches bactériennes testées ont montré une sensibilité vis-à-vis des deux extraits hydroéthanoliques des tiges et des feuilles de la plante *G. ferox*.

A. Extrait de tiges

Les zones d'inhibition varient d'une espèce à une autre, on remarque que les espèces *B. subtilis*, *P. aeruginosa* et *S. aureus* présentent une forte sensibilité contre l'extrait hydroéthanolique des tiges, exprimée par un diamètre supérieur ou égal à 14 mm (14 mm, 15 mm et 16 mm respectivement). D'autre part, les espèces *E.coli*, *Salmonella typhimurium* et *C. albicans* sont résistantes à l'extrait avec un diamètre inférieur à 8 mm ou égal à 0 mm (**Figure 14**).

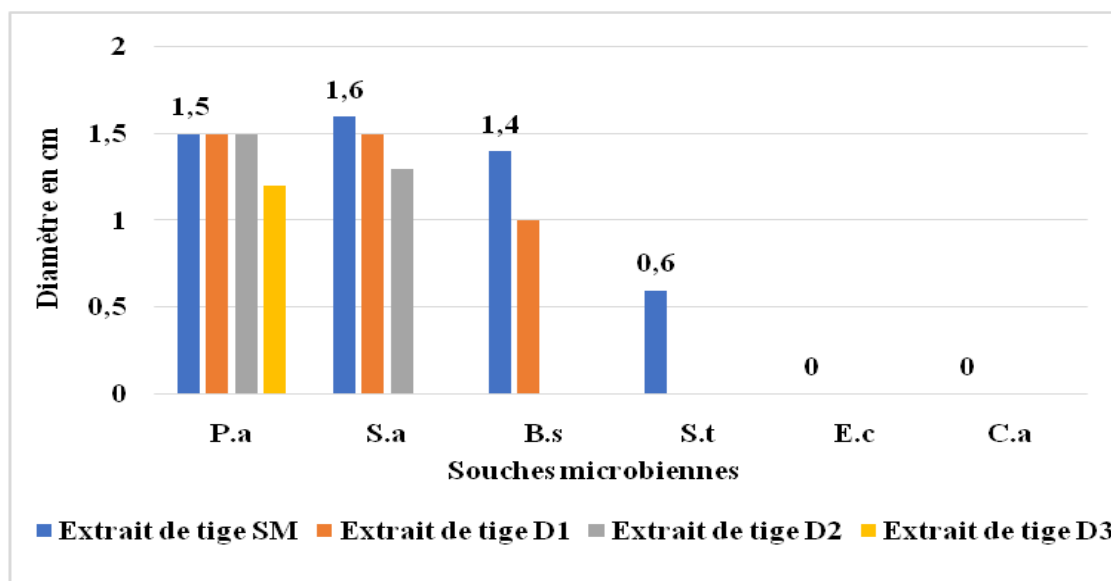


Figure 14 : Histogramme qui représente l'activité antimicrobienne de l'extrait de tige après 24h

On constate que la zone d'inhibition dépend de la concentration de l'extrait, plus la concentration est forte plus le diamètre est grand pour cela on remarque que les meilleurs résultats sont observés avec la solution mère et les dilutions D1 et D2. Toutefois, la sensibilité de l'espèce microbienne joue un rôle important aussi puisque quel que soit la concentration de l'extrait il n'y a pas une réponse, le cas d'*E.coli*, et *C. albicans*.

D'après les résultats, l'espèce *P. aeruginosa* présente une forte sensibilité avec les quatre dilutions bien que l'espèce *S. aureus* est très sensible avec les trois premières dilutions (SM, D1 et D2), de plus, on constate que *B. subtilis* n'est sensible qu'avec la solution mère et la dilution D1.

B. Extrait de feuilles

Les résultats montrent que les espèces *P. aeruginosa* et *S. aureus* sont très sensibles à l'extrait hydro-éthanolique des feuilles avec un diamètre de 17 mm et 15 mm, respectivement. Ce dernier est plus important que celui des tiges. La sensibilité de l'espèce *B. subtilis* est plus faible avec les feuilles qu'avec les tiges. Bien que le même résultat soit observé avec les espèces *E.coli*, *Salmonella typhimurium* et *C. albicans* (résistantes) (Figure 15).

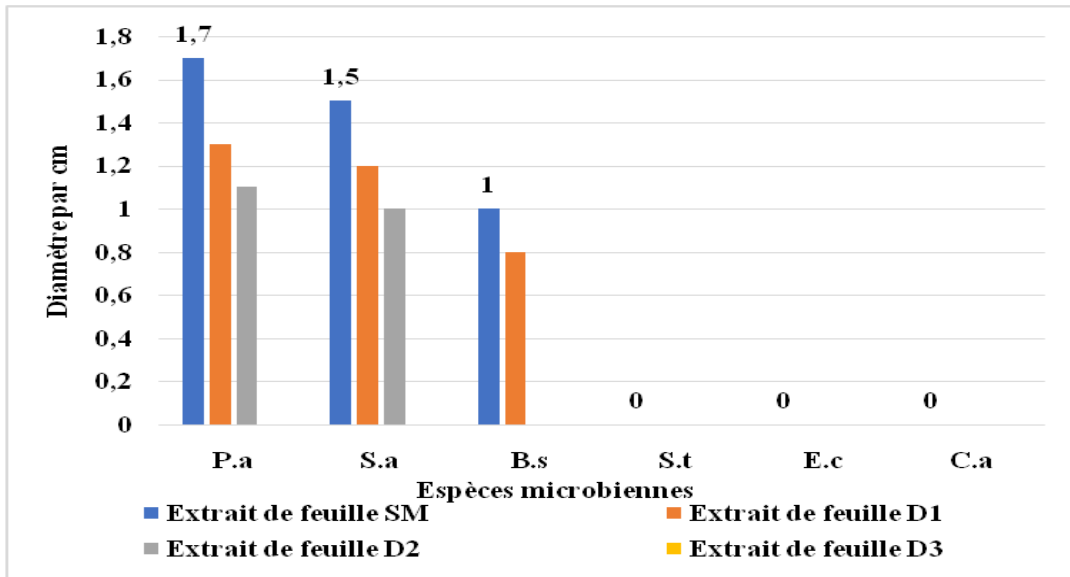


Figure 15 : Histogramme qui représente l’activité antimicrobienne de l’extrait de feuilles après 24h.

Les zones d’inhibition les plus importantes sont observée avec la solution mère suivie de la dilution D1 puis D2 avec l’extrait de feuilles.

Après l’analyse des résultats de l’activité antimicrobienne des deux extraits (feuilles et tiges) de *G. ferox*, il ressort que les deux extraits hydro-éthanoliques montrent un effet important contre les espèces : *P. aeruginosa*, *B.subtilis*, *S.aureus* et *Salmonella typhimurium* (pour ET) et que les espèces *E.coli* et *C. albicans* sont résistantes pour les deux extraits. Toutefois, les souches microbiennes présentent une forte sensibilité vis-à-vis l’extrait de tige par rapport à l’extrait de feuilles indiquant soit une différence quantitative c’est-à-dire la concentration des molécules bioactives, soit une différence qualitative donc la composition chimique.

Les résultats d’ATI, (2018) ont montré que l’extrait méthanolique de *G. ferox* a une activité inhibitrice contre *Salmonella*. Ceci confirme les conclusions de CUSHNIE, (2003) qui affirme que chaque composé agit différemment sur les microorganismes. C'est-à-dire, qu'un composé peut avoir une action très importante sur un germe et une action moindre, voire même nulle sur un autre KAHLOUCHE, (2014).

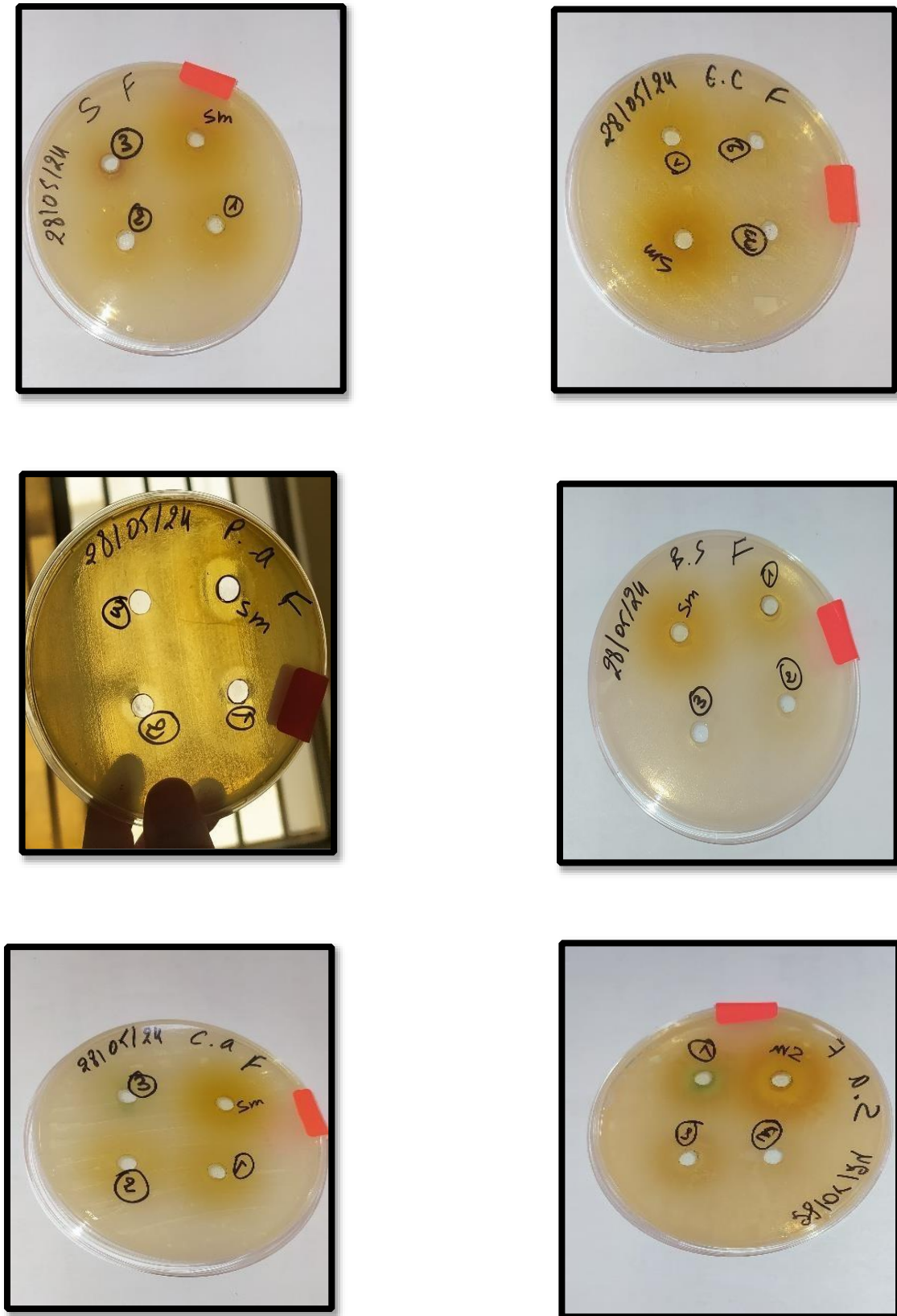


Figure 16 : Evaluation de l'activité antimicrobienne d'extrait hydro-éthanolique des feuilles sur les différentes souches bactériennes et levure (originale) après 24h

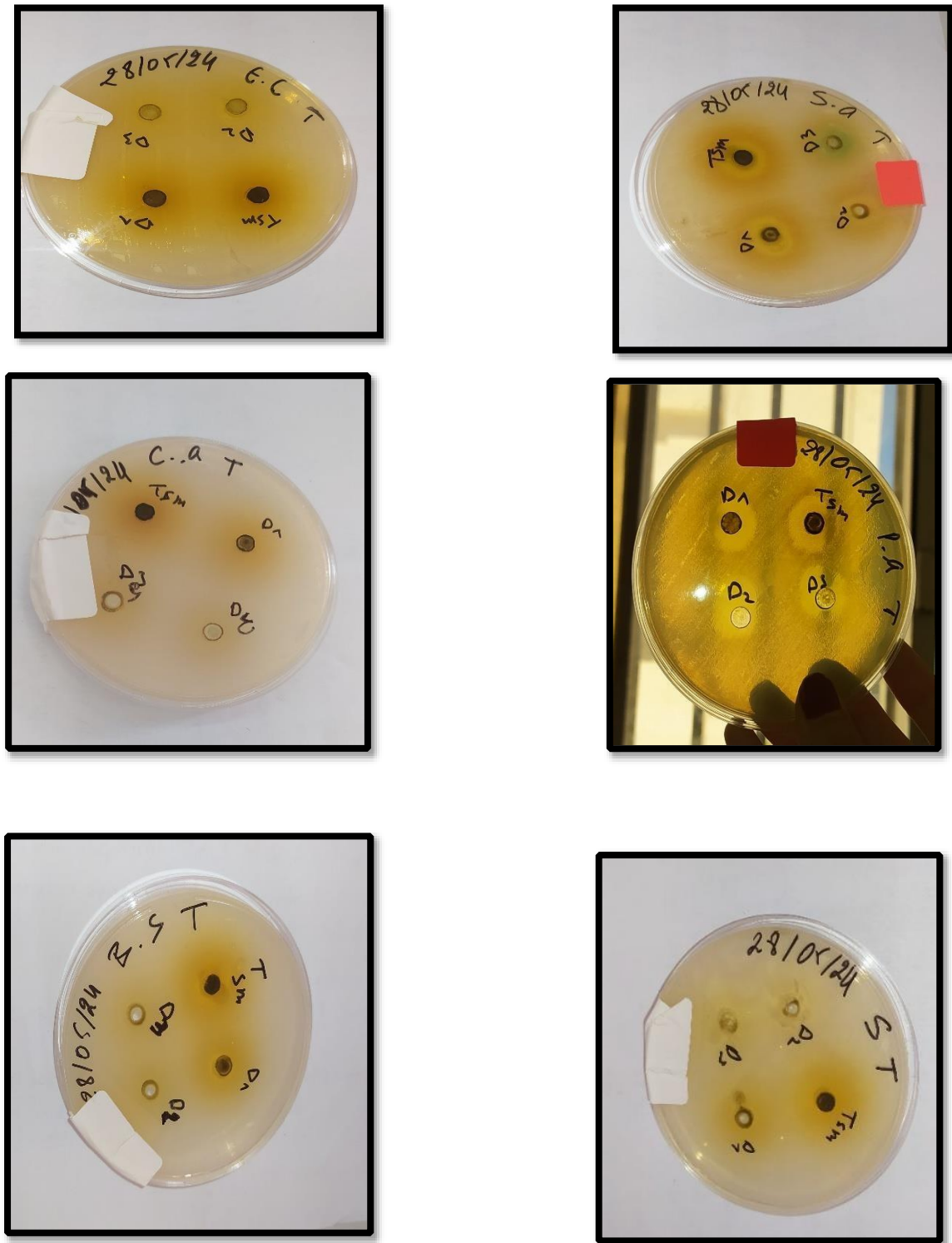


Figure 17 : Evaluation de l'activité antimicrobienne d'extrait hydro-éthanolique des tiges sur les différentes souches bactériennes et levure (originale) après 24h



Conclusion Générale et
Perspectives

Conclusion Générale et Perspectives

L'Algérie possède un patrimoine végétal remarquable en raison de sa richesse et de sa biodiversité, couvrant les régions côtières, les montagnes, les plateaux, les steppes et les oasis sahariennes. Cette richesse floristique, comprenant des milliers de substances naturelles, offre des potentialités considérables, notamment des propriétés biologiques importantes utilisées en médecine, en pharmacie, en cosmétologie et en agriculture.

L'espèce *Genista ferox* est une fabacée qui possède des vertus justifiant son usage en médecine traditionnelle par la présence de différentes molécules bioactives telle que : les Tanins galliques, les Tanins totaux, les Flavonoïdes et Mucilage. Elle présente une teneur moyenne en eau (33%). Les résultats de l'activité antimicrobienne des extraits des feuilles et des tiges, évaluée par la méthode des puits contre six souches, à savoir *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et la levure *Candida albicans*, ont indiqué que les extraits ont un effet inhibiteur sur trois souches testées à des degrés différents, manifesté par l'apparition de zone d'inhibition autour des puits imprégnés. La meilleure activité antimicrobienne est observée contre les souches *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* pour les deux extraits. Cela peut s'expliquer par la nature des composés qu'il contient, tels que les flavonoïdes, les tanins, ainsi que d'autres composés phénoliques, classifiés comme des antibiotiques très actifs. En revanche, les espèces *E. coli* et *Candida albicans* sont résistantes vis-à-vis les deux extraits éthanoliques.

On peut conclure que *Genista Ferox* a une valeur thérapeutique et médicinale importante. Cependant, cette étude reste préliminaire et peut être une démarche pour d'autres recherches plus accentuées avec des objectifs plus profonds à titre d'exemple de connaître le mécanisme d'action réel de cette plante. Elle constitue une première étape dans la recherche de substances naturelles biologiquement actives. Les résultats de cette étude donnent un aperçu général du potentiel antimicrobien des deux extraits de cette plante. Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches sur ces extraits, et les perspectives sont les suivantes :

- Poursuivre les études sur les activités biologiques des espèces du genre *Genista* afin de développer des antibiotiques à partir des extraits de ces plantes.
- Étudier d'autres activités de ce genre (anti-inflammatoire, anticancéreuse) afin de confirmer ou infirmer l'activité biologique attribuée à cette espèce.

CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

- Déterminer le mode d'action de ces substances. Il serait aussi très utile de tester leur toxicité in vivo dans le but de mettre en place des traitements naturels de maladies infectieuses mieux tolérés.
- Fractionnement et purification des différents composés et les tester séparément avec des souches microbiennes.
- La détermination de la CMI et la CMB.



Références

Bibliographiques

A

ABABSA, Z. (2009) - Caracterisation pharmacotoxicologique et etude phytochimique de *Centaurea dimorpha*. Memoire pour obtenir le diplome de magister en chimie organique. Constantine : Université mentouri constantine, 11 p.

ABDELGUERFI, A. LAOUAR, M. (1997) - Privatisation et partage du foncier : une des causes de la dégradation des milieux naturels en Algérie. Institut National Agronomique El Harrach (Algérie). Montpellier : CIHEAM, 1997. p. 209-212. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 32). Séminaire sur le Pastoralisme et Foncier. 4, 1996/10/17-19, Gabès (Tunisia). <http://om.ciheam.org/om/pdf/a32/CI971112.pdf>

ACLINO, P ; BOUKERB, A ; BOUQUANT, J. MASSIOT, G. (1982) - Plantes des aures, constituants des racines de *centaurea*, Plantes med et phytothérapie. p303.

ADAMS, M., BERSET, C., KESSLER, M. et HAMBURGER, M. (2009) - Medicinal herbs for the treatment of rheumatic disorders-a survey of European herbals from the 16th and 17th century. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(3), 343-359.

ADOUANE, S. (2016) - Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région Méridionale des Aurès., Mémoire de magistère en sciences agronomiques, Univ Mohamed Khider – Biskra. 188 p.

AHMAD, F., ANWAR, F., et HIRA, S. (2016) - Review on medicinal importance of Fabaceae family. *Pharmacologyonline*, vol 3, 151-157.

ALIMOV .KH. M. (1973) - Questions of pharmacy and pharmacology, Tashkent, , 1, p 94.

AMRANI. R., BOUDIB. B. (2023) - Evaluation des activités biologique des extraits flavonoïques de graines de *Trigonella foenumgraecum* L., p7.8.

ATI, S. (2018) - Etude biologique et phytochimique de trois genêts endémiques en Algérie : « *Genista numidica* Spach, *Genista ferox* Poiret & *Genista tricuspidata* Desf ». Thèse de Doctorat en biologie végétal, Université Badji Mokhtar Annaba, 183 p.

AZANI, N. et AL A. (2017) - A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive Phylogeny. Working Group (LPWG) *TAXON*, 66(1), 1, 4477.

B

BERTHUIN, J. et MIRAS, M. (2018) - *la resistance aux antibiotiques: un enjeu de sante publique et economique* . Domaine santé. Note Bpifrance- 221118.pdf. 27pp.

BALASUNDRAM, N., SUNDRAM, K., & SAMMAN, S. (2006) - Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.

BARBELET, S. (2015) - Le giroflier: historique, description et utilisations de la plante et de son huile essentielle (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

BAREK, S., RAHMOUN, N. M., AISSAOUI, M., EI HACI, I. A., BENSOUICI, C., & CHOUKCHOUBRAHAM, E. N. (2020) - Phenolic contents, antioxidant, and antibacterial activities of the Algerian *Genista saharae* solvent extracts. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 26(1), 1-13.

BELKACEMI, D., & KALLA, A. (2017) - Etude et valorisation des principes actifs de quelques plantes du sud algérien. Université frères mentouri constantine 1.

BENCHERCHAR, I., DEMIRTAS, I., ALTUN, M., GUL, F., SARRI, D., BENAYACHE, F., ... & MEKKIOU, R. (2017) - HPLC analysis, anti-oxidant activity of *Genista ferox* and its anti-proliferative effect in HeLa cell line. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 12(3), 260-267.

BENCHERCHAR, I. (2018) - Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de deux espèces appartenant à la famille Fabaceae : *Lotus roudairei* et *Genista ferox*- Evaluation de l'activité biologique. thèse de Doctorat. UNIVERSITE FRERES MENTOURI CONSTANTINE 1.

BENZAID, O., CHERABIS, S. (2019) - Investigation phytochimique et activité antioxydante de la plante médicinale algérienne *Astragalus armatus* Willd (*Fabaceae*), université des Frères Mentouri Constantine, 4p.

BERTANI S., BOURDY G., LANDAU I., ROBINSON J.C., ESTERRE P., DEHARO E. (2005) - Evaluation of French Guiana traditional antimalarial remedies. *Journal ethnopharmacol.* 98: 45-54.

BOHLMANN, F., S. POSTULKA et J. RUHUKE. (1988) - *chem. Ber.*, 91, p1462.

BOUCHENAK, O., YAHIAOUI, K., BENHABYLES, N., LAOUFI, R., TOUBAL, S., EI HADDAD, D., ... & ARAB, K. (2020) - Criblage phytochimique et évaluation du pouvoir antioxydant des feuilles de *myrtus communis* L. et *rhamnus alaternus* L.

BOUALLALA M. CHAHMA. (2014) - Equation d'estimation de la phytomasse aérienne des plantes spontanées pérennes broutées par le dromadaire au Sahara Nord-Occidental Algérien *Revus des BioRessources* Vol 5 n°1 juin 2014, 29-36.

BOUDEN, A. (2020) - Tests de comparaison de deux distributions. Université biskra

BOUTAGHANE, N. (2013) - Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (Asteraceae). Thèse de doctorat. Université Frères-Mentouri Constantine 1.

BOUTAGHANE, N., VOUTQUENNE-NAZABADIOKO, L., HARAKAT, D., SIMON, A., & KABOUCHE, Z. (2013) - Triterpenesaponins of *Genista ulicina* Spach. *Phytochemistry*, 93, 176-181.

BRUNETON, J. (1999) - Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales, 3ème Ed. Lavoisier, Paris, 1120.

BRUNETON, J. (2008) - Acides Phénols. Pharmacognosie, Phytochimie Et Plantes Médicinales. Ed: Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 198-260.

C

CHASE, M. W., REVEAL, J. L., & FAY, M. F. (2009) - A subfamilial classification for the expanded asparagalean families Amaryllidaceae, Asparagaceae and Xanthorrhoeaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 132-136.

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.

COOK, G. (1996) - *Manson's Tropical Diseases*. 20th edition, WB Saunders, London.43.

CUSHNIE Tp, HAMILTHOH VES, LAMB AJ. (2003) - Assessment Of The Antimicrobial Activity Of Selected, Flavonoïds And Consideration Of Discrepancies Between Previous Reports., *Microbiol Res.*, 158(4):281-9.

D

D ARCHIVIO, M., FILESI, C., Di BENEDETTO, R., GARGIULO, R., D ARCHIVI, C., & MASELLA, R. (2007) - Polyphenols, Dietary Sources And Bioavailability. *Annali-Istituto Superiore Di Sanita*, 43(4), 348.

DE BRUYNE, T., PIETERS, L., DEELSTRA, H., & VLIETINCK, A. (1999)- Condensed Vegetable Tannins: Biodiversity In Structure And Biological Activities. *Biochemical Systematics And Ecology*, 27(4), 445-459.

DEMIR, S., TURAN, İ., MISIR, S., & ALIYAZICIOĞLU, Y. (2019) - Selective Cytotoxic Effect Of *Dorycnium Pentaphyllum* Extract On Human Breast, Liver, And Lung Cancer Cells. *KSU TARIM VE DOĞA DERGISI KSU Journal Of Agriculture And Nature*, 22(3).

DEWIT H. (1963) - *Les Plantes Du Monde*. Ed° Hachette Paris. 308-323.

DJEDDIS. (2012) - Les Huiles Essentielles « Des Mystérieux Métabolites Secondaires » : Manuel De Formation Destiné Aux Etudiants De Master., ED., Presses Académiques Francophones Grece, 64 P.

DJENADI, F. (2011) - Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne du genévrier (*Juniperus phoenicea*) : essai des huiles essentielles et composés phénoliques. Mémoire de Master en biologie, Université A Mira de Béjaia, Algérie.

DUPONT, F., & GUIGNARD, J. L. (2007) - Botanique : Systématique Moléculaire. Elsevier , Masson.Elsevier Health Sciences .

F

FADILI, K., ZERKANI, H., SMAIL AMALICH, S., & ZAIR, T. (2017) - Phytochemical Study And Evaluation Of Antioxidant Activity Of Leaves And Fruits Of *Capparis Spinosa* L. American Journal Of Innovative Research And Applied Sciences, 5(2), 108-118.

FARISSI, M., AZIZ, F., BOUIZGAREN, A., & GHOULAM, C. (2014) - La symbiose Légumineuses-rhizobia sous conditions de salinité: Aspect Agro-physiologique et biochimique de la tolérance [Legume-rhizobiasymbiosis under saline conditions: Agro-physiological and biochemical aspects of tolerance]. Int. J. Innov. Sci. Res, 11, 96-104.

G

GENEVIÈVE C.D. (2023) - Les Fabaceae : Des Plantes A Multiples Atouts. P 01.

GHOBRINI, K. (2021) - Etude Spacio-Temporelle De L'entomofaune Des Fabaceae A Travers Les Etages Bio-Climatiques Humide Et Semi-Aride Dans Les Agro-Ecocenoses. Thèse De Doctorat. Université De Boumerdes

GRAHAM, P. H., & VANCE, C. P. (2003) - Legumes : importance and constraints to greater use. Plant physiology, 131(3), 872-877.

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

GUARRERA, P. M., & LUCIA, L. M. (2007) - Ethnobotanical Remarks On Central And Southern Italy. Journal Of Ethnobiology And Ethnomedicine, 3(1), 1-11.

GUIGNARD J.I. (1994) - Abrégé De Botanique. 9ème Edition Ed Masson, 276.

GUIGNARD J.L. (2004) - Botanique Systématique Moléculaire 13ème Edition, Editeur Masson. P 284.

J

JACOB M., PELLECUER J. & TOMEI R. (1979) - Centre régional d'étude et de développement des plantes à usage pharmaceutique. Rivista Italiana E.P.P.O.S. 11: pp. 26.30.

JUDD W.S., CAMPBELL C.S., KELLOGG E.A., STEVENS P. (2002) - Botanique Systématique Une Perspective Phylogénétique. 1ère Edition. De Boeck Université, Paris, 282-288, 292-299.

JUKANTI, A. K., GAUR, P. M., GOWDA, C. L. L., & CHIBBAR, R. N. (2012) - Nutritional Quality And Health Benefits Of Chickpea (*Cicer Arietinum L.*): A Review. British Journal Of Nutrition, 108 (S1), S11-S26.

K

KAHLOUCHE-RIACHI FOULLA. (2014) - Evaluation Chimique Et Activité Antibactérienne De Quelques Plantes Médicinales D'Algérie. Thèse De Doctorat En Sciences.

KHANDELWAL, S., SHARMA, P., SINGH, T., & VIJAYVERGIA, R. (2011) - Quantitative Estimation And Comparative Study Of Primary Metabolites Of Some Medicinal Plants. Journal Of Current Pharma Research, 2(1), 378.

KHATUN.M, BILLAH.M, QUADER.M.A. (2012) - Sterols And Sterol Glucoside From *Phyllanthus* Species. Dhaka University Journal Of Science, 60, 5-10.

KOUADRI IMANE. (2018) - Recherche De Polysaccharides Valorisables Dans La Biomasse.Végétale : Optimisation Des Procédés D'extraction Et Caractérisation Physico-Chimique. Thèse De Doctorat, Université 8 Mai 1945.

KRISHNA, P. M., KNV, R., ET BANJI, D. (2012) - A Review On Phytochemical, Ethnomedical And Pharmacological Studies On Genus *Sophora*, Fabaceae. Revista Brasileira De Farmacognosia, 22, 1145-1154.

L

LE LOIR, Y., ET GAUTIER, M. (2010) - *Staphylococcus aureus*. Édition Tec & Doc. Edition Médical internationales. 300 p

Li.F, ZHU.Y.F, CHEN.J.Y, ZHOU.J, HE.Y.Q, YUX.P. (2016) - Geinsten Inhibits The Proliferation Of Vcap Castration-Resistant Prostate Cancer Cells. Zhonghua Nan Kexue, 22, 1065 1070.

LINDEN, G., ET LORIENT, D. (1994) - Biochimie agro-industrielle. Paris : Masson .4 ème éd .

LOGRADA, T. (1996) - Variabilités Caryologique Et Biochimique De Quatre Espèces Endémiques Du Genre *Genista L.* Thèse De Doctorat. Université De Sétif.

LOPEZ.L.M, MARTIN-CORDERO.C, IGLESIAS-GUERRA.F, GONZÁLEZ.M.J A. (1998) - An Isoflavone Glucoside From *Retamasphaerocarpo* Boissier. *Phytochemistry*, 48, 401-402.

M

MARTINS, A., WINK, M., TEL, A., BRUM-BOUSQUET, M., TILLEQUIN, F., & RAUTER, A. P. (2005) - A Phytochemical Study Of The Quinolizidine Alkaloids From *Genista Tenera* By Gas Chromatography–Mass Spectrometry. *Phytochemical Analysis: An International Journal Of Plant Chemical And Biochemical Techniques*, 16(4), 264-266.

MEDOUKALI IMANE. (2016) - Les genres *Medicago* L. Et *Trifolium* L. En Algérie : Diversité morphologique, biochimique et moléculaire. Université des Frères MENTOURI

MEKKIOU, R., SEGHIRI, R., BOUMAZA, O., SARRI, D., CHEBBAH, K., BENAYACHE, S., ... & BENAYACHE, F. (2012) - Secondary Metabolites From *Genista Ferox*. *Chemistry Of Natural Compounds*, 48, 710-711.

MOREL, S. (2011) - Etude Phytochimique Et Evaluation Biologique De *Derris Ferruginea* Benth. (Fabaceae) (Doctoral Dissertation, Université D'Angers).

MURKIES.A L, WILCOX.G AND DAVIS.S.R. (1998) - Phytoestrogens. *Journal Of Clinical Endocrinology And Métabolismes*, 83, 297-303.

N

NASRI, I. (2016)- Etude phytochimique et activités biologiques de : *diplotaxis* sp. Application à l'étude des cellules souches coliques pathologiques. Thèse de doctorat.

NDAYISHIMIYE, J. (2011) - Diversité, Endémisme, Géographie Et Conservation Des Fabaceae De l'Afrique Centrale. These De Doctorat, Université Libre De Bruxelles.

NOCCIOLI, C., MEINI, L., LOI, M. C., POTENZA, D., & PISTELLI, L. (2011) - A New Alpinumisoflavone Derivative From *Genista Pichisermolliana*. *Phytochemistry Letters*, 4(3), 342-344.

O

ONOÏQUES, S., BAMFORD, N. C., STANLEY-WALL, N. R. & KOVÁCS, Á. T. (2021) - *Bacillus subtilis* biofilm Formation and social interactions. 19, 600–614

OZENDA, P. (1977) - Flore du Sahara, Ed, CNRS, Paris, France, 349-350 .

P

PARIS, M., HURABIELLE, M., & PARIS, R. R. (1981) - Abrégé De Matière Médicale: Monographies (2.Partie): Plantes Actives Sur Le Système Nerveux, Sur L'appareil Digestif,

Plantes Cardiotoniques, Plantes Antiparasitaires, Plantes Insecticides, Antibiotiques Et Antitumoraux D'origine Végétale. Masson.

PENCHEV, P., ANGELOV, G., & CONDORET, J. S. (2010) - Extraction Des Agents Antioxydants (Acide Rosmarinique) A Partir De La Mélisse (Melissa Officinalis L.). Revue De Génie Industriel, 5, 115-123.

PISTELLI, L., GIACHI, I., POTENZA, D., & MORELLI, I. (2001) - A New Isoflavone From Genista Corsica. Journal Of Natural Products, 63(4), 504-506.

Q

QUEZEL.PAND SANTA.S. (1963) - Nouvelle Flore De l'Algérie Et Des Régions Désertiques Méridionales. C. N. R. S. Paris (Ed.), 491-496.

R

RAAMAN, N. (2006) - Phytochemical Techniques New India Publishing Agency, New Delhi, India, Pp19-24. Methods.

RAHMANI, M. (2017) - Etude Physiologique Et Valorisation Des Plantes Fourragères Et Médicinales Dans La Wilaya De Sidi Bel-Abbés, Algérie Occidentale: Cas De Fenugrec(TrigonellaFoenum-Graecum L.) (Doctoral Dissertation).

Ribéreau-gayon, P. (1968) - Les Composés Phénoliques Des Végétaux. Dunod.

Richard, C. Et Kiredjian, M. (1995) - Méthodes de laboratoire pour l'identification des bacilles à gram négatif aérobies strict : Pseudomonas, Alcaligenes, Flavobacterium, Acinetobacter, Brucelle, Bordetella. Ed.Institut.Pasteur, Paris, 42-43 p

S

SARNI-MANCHADO, P., & CHEYNIER, V. (Eds.). (2006) - Les Polyphénols En Agroalimentaire. Techniques & Documentation.

SCHOETERS F, & VAN DIJCK P. (2019) - Protein-Protein Interactions in Candida albicans. Frontiers in Microbiology,.

SPICHIGER R.E., Dida Albi V.V., FIGEAT M., JEANMONOD D. (2004) - Botanique Systématique Des Plantes A Fleurs : Une Approche Phylogénétique Nouvelle Des Angiospermes Des Régions Tempérées Et Tropicales. 3ème Edition, Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes, Lausanne, 202-211.

V

VAN RENSEN, I., WRAY, V., WITTE, L., CANTO, P., GREINWALD, R., VEEN, G., ... & CZYGAN, F. C. (1994) - Ester Alkaloids Of Genista Cinerea Subspecies Cinerea. Phytochemistry, 35(2), 421-424.

VINOTH, S., RAJESH KANNA, P., GURUSARAVANAN, P., & JAYABALAN, N. (2011)
- Evaluation Of Phytochemical, Antimicrobial And GC-MS Analysis Of Extra.

W

WOJCIECHOWSKI M.F., LAVIN M., SANDERSON M.J. A. (2004) - Phylogeny Of Legumes (Leguminosae) Based On Analysis Of The Plastid MATK Gene Resolves Many Well-Supported Sub Clades With In The family. American Journal of Botany, 91(11), 1846-1862.

Z

ZEYONS, O. (2008) - Études des interactions physicochimiques et biologiques entre des nanoparticules manufacturées et des bactéries de l'environnement .thèse doctorat, université De Paris VI – Pierre et Marie Curie, 71.



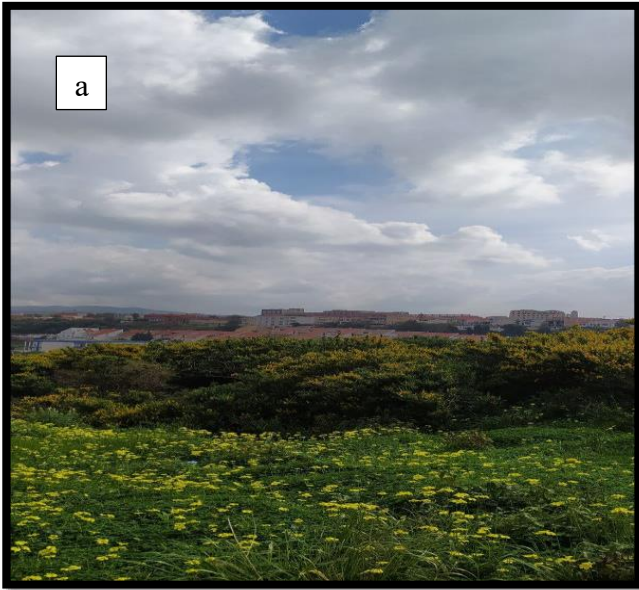


Figure 18 : images de *Genista ferox*

- a. *Genista ferox* avec fleurs
- b. *Genista ferox* avec fruits

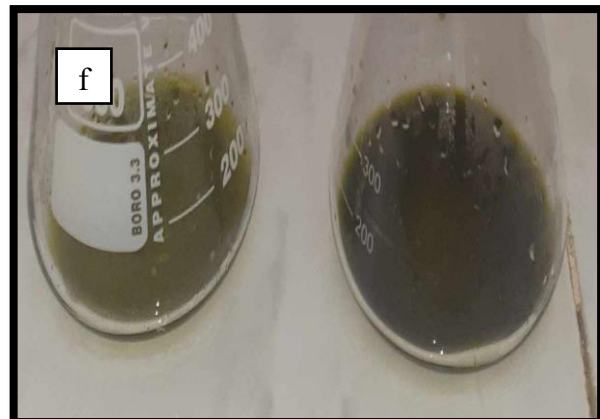
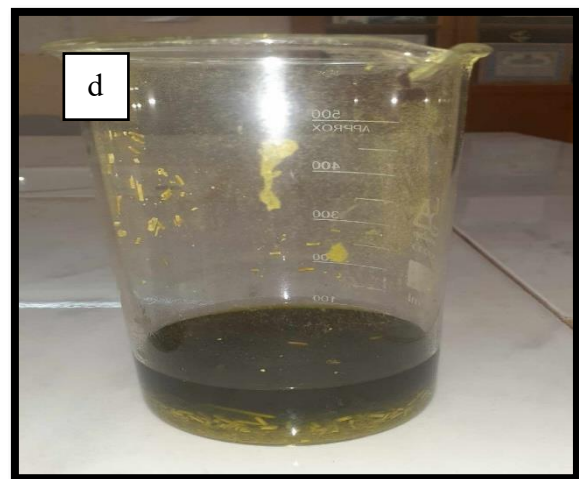
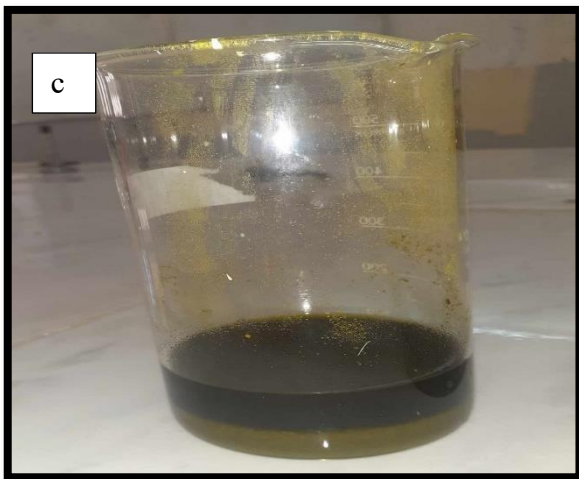


Figure 19 : Les étapes de préparation de l'extrait des feuilles et des tiges

- a. la poudre des feuilles, b. la poudre des tiges**
- c. l'extrait des feuilles, d. l'extrait des tiges**
- e. l'extraits en filtration (tiges et feuilles)**
- f. l'extraits après filtration (tiges et feuilles)**



Figure 20 : Les appareils utilisés dans cette étude

- a. Bain marie, b. balance
- c. vortex, d. spectromètre
- e. l'étuve

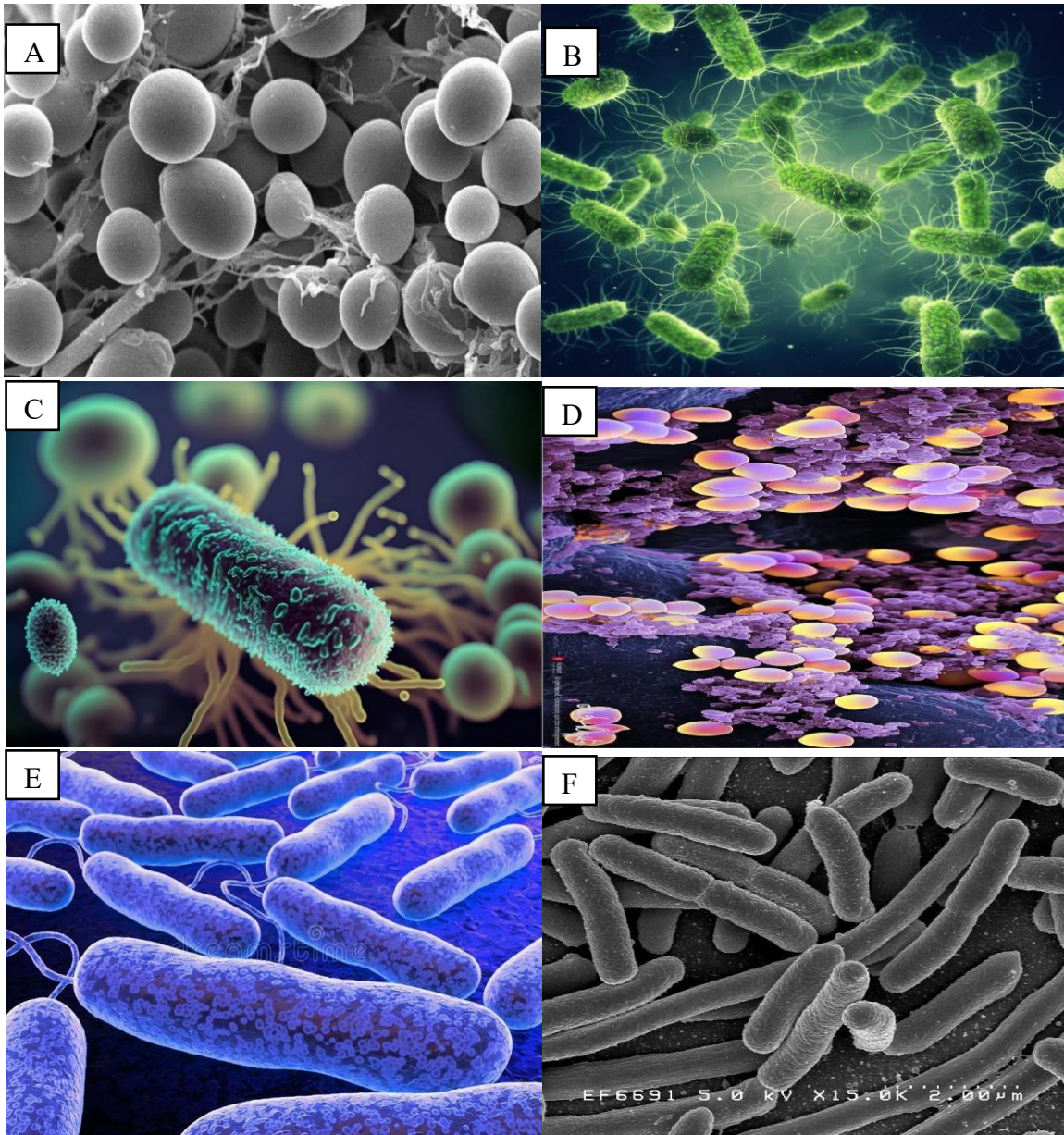


Figure 21 : photos des micro-organismes utilisée

- A. Candida albicans (levûre) (C.a)**
- B. Salmonella typhimurium (S.t)**
- C. Pseudomonas aeruginosa (P.a)**
- D. Staphylococcus aureus (S.a)**
- E. Bacillus subtilis (B.s)**
- F. Escherichia coli (E.c)**

Résumé

L'espèce *Genista ferox* est une fabacée très répandue en Algérie, caractérisée par son utilisation fréquente en médecine traditionnelle déterminant ainsi sa richesse en molécules bioactives. Pour cette raison, l'objectif de notre étude porte sur l'activité antimicrobienne des extraits de feuilles et de tiges de cette espèce. D'abord, une étude phytochimique est réalisée pour mettre en évidence la composition chimique de la plante. Puis, une extraction par macération dans un système hydroalcoolique (eau/éthanol) des parties aériennes, et récupération de deux extraits éthanoliques purs de tiges et de feuilles, et enfin la réalisation de l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion sur Agar en appliquant les différentes concentrations de l'extrait sur cinq souches bactériennes à Gram+ et Gram- (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et une levure *Candida albicans*). Les résultats montrent que les extraits ont un effet bactéricide sur trois souches testées à différentes concentrations, manifesté par l'apparition des zones d'inhibition autour des puits imprégnés. La meilleure activité antimicrobienne est observée contre les souches *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* (17 mm de diamètre) et *Bacillus subtilis* pour les deux extraits. En revanche, dans cette étude, les espèces *E. coli* et *Candida albicans* sont avérées résistantes aux extraits hydro-éthanolique de polyphénols. Cependant, l'espèce *Salmonella typhimurium* est sensible à l'extrait de tige et résistante à l'extrait de feuilles. L'espèce botanique *Genista Ferox* est riche en métabolites secondaires qui lui confèrent une valeur thérapeutique et médicinale importante.

Mots clés : *Fabaceae*, *Genista ferox*, activité antimicrobienne, Algérie.

Abstract

The *Genista ferox* species is a highly popular Fabaceae in Algeria, characterized by its frequent use in traditional medicine, thus determining its richness in bioactive molecules. For this reason, the objective of our study is to investigate the antimicrobial activity of leaf and stem extracts of the *Genista ferox* species. First, a phytochemical study is carried out in order to get an idea of the chemical composition of the plant. Then, the extraction by maceration in a hydroalcoholic system (water/ethanol) of the aerial parts of the plant, made it possible to obtain two pure ethanolic extracts from stems and leaves, and finally the realization of the antimicrobial activity by the sink method by applying the different concentrations of the extract on five bacterial strains with Gram+ and Gram- (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*) and a yeast (*Candida albicans*). The results show that the extracts have a bactericidal effect on three strains tested to different degrees, manifested by the appearance of inhibition zones around the impregnated wells. The best antimicrobial activity was observed against the strains *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* (17 mm in diameter) and *Bacillus subtilis* for both extracts. On the other hand, *E. coli* and *Candida albicans* species are resistant to both ethanolic extracts. Whereas, the *Salmonella species* is sensitive to stem extract and resistant with leaf extract. The botanical species *Genista Ferox* is rich in secondary metabolites that give it significant therapeutic and medicinal value.

Keywords: *Fabaceae*, *Genista ferox*, antimicrobial activity, Algeria.

ملخص

يعتبر نوع *Genista ferox* من Fabaceae شائعا للغاية في الجزائر ، ويتميز باستخدامه المتكرر في الطب التقليدي ، وبالتالي تحديد ثرائه في الجزيئات النشطة بيولوجيا. لهذا السبب ، فإن الهدف من دراستنا هو التحقيق في النشاط المضاد للميكروبات لمستخلصات الأوراق والساق من أنواع *Genista ferox*. أولا ، يتم إجراء دراسة كيميائية نباتية من أجل الحصول على فكرة عن التركيب الكيميائي للنبات. بعد ذلك ، أتاح الاستخراج عن طريق النقع في نظام كحولي مائي (ماء / إيثانول) للأجزاء الهوائية من النبات الحصول على مستخلصين إيثانولييين نقيين من السيقان والأوراق ، وأخيرا تحقيق النشاط المضاد للميكروبات بطريقة الحوض من خلال تطبيق التركيزات المختلفة للمستخلص على خمس سلالات بكتيرية مع Gram + و Gram- (المكورات العنقودية الذهبية ، الزائفة الزنجارية ، السالمونيلا ، الإشريكية القولونية ، العصوية الرقيقة) والخميرة (المبيضات البيض). تظهر النتائج أن المستخلصات لها تأثير مبيد للجراثيم على ثلاث سلالات تم اختبارها بدرجات مختلفة ، ويتجلى ذلك في ظهور مناطق تثبيط حول الآبار المشربة. لوحظ أفضل نشاط مضاد للميكروبات ضد سلالات *Pseudomonas aeruginosa* والمكورات العنقودية الذهبية (قطرها 17 مم) والعصوية الرقيقة لكلا المستخلصين. من ناحية أخرى ، فإن أنواع *E. coli* و *Candida albicans* مقاومة لكل من المستخلصات الإيثانولية. في حين أن أنواع السالمونيلا حساسة لمستخلص الساق ومقاومة لمستخلص الأوراق. الأنواع النباتية *Genista Ferox* غنية بالمستقلبات الثانوية التي تمنحها قيمة علاجية وطبية كبيرة.

الكلمات المفتاحية: *Genista ferox* ، Fabaceae ، النشاط المضاد للميكروبات ، الجزائر.