

République Algérienne Démocratique
Ministère de l'Enseignement Supérieure de la Recherche Scientifique
Université SAAD DAHLEB-Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière : Sciences Biologiques

Option : **Biochimie**

Thème

***Erica arborea* L. : caractérisation phyto-chimique, étude de l'activité
antioxydante, anti lithiasique et antimicrobienne dans les
infections urinaires.**

Présenté par :

Soutenu le : 07/07/2025

Bouchendouka Malak Meriem

Sellam feriel

Devant le jury :

Dr. AMOKRANE A.	MCB/USDB1	Présidente
Mme. EL MAHDI I.	MAA/USDB1	Examinatrice
Dr. OULMI A.	Pharmacienne microbiologiste	Promotrice
Dr. DJAIRENE N.	Docteur / USDB1	Co-Promotrice

Année universitaire : 2024/2025

Remerciement

Avant tout développement sur cette expérience, il apparaît de commencer ce travail par des remerciements.

Nous remercions Allah le tout puissant et le bienveillant, de nous avoir accordés le succès, les bénédictions, la sante et surtout le courage d'accomplir ce travail.

*Nous adressons nos sincères remerciements à **Dr. AMOKRANE A.** qui a eu la volonté d'accepter d'être présidente du ce jury, pour sa bienveillance, son regard attentif et la considération qu'elle a portée à notre travail témoignent de son implication et de son professionnalisme. Sa présence à nos côtés a été un véritable honneur et une marque de reconnaissance précieuse pour notre projet. Nous lui exprimons notre respect profond et notre vive gratitude.*

*Nos plus vifs remerciements vont à **Mme EL MAHDI I.** Pour l'honneur quelle nous fait en acceptant d'examiner ce travail, pour le temps et l'attention qu'elle y a consacrés. Son expertise, la pertinence de ses remarques et la qualité de son évaluation ont grandement enrichi notre réflexion. Nous lui sommes reconnaissants pour sa rigueur scientifique et sa contribution précieuse à la qualité de ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadrante, **Mme OULEMI A.** pour la qualité de son encadrement, ses conseils avisés, ainsi que sa disponibilité et son écoute tout au long de ce travail. Son expertise et sa rigueur scientifique ont grandement enrichi ce mémoire.*

*Nous remercions également chaleureusement notre Co-encadrante, **Dr DJAIRENE N.** pour son accompagnement bienveillant, ses remarques constructives, et sa précieuse implication dans chaque étape de l'avancement de ce projet. Son soutien constant a été d'une grande aide tant sur le plan scientifique que personnel.*

*Nos sincères remerciements s'adressent à **Mr GHERRIBI YOUSSEF**, ingénieur de laboratoire au département de biologie (PFE), pour sa disponibilité, son aide technique et sa gentillesse tout au long de la phase expérimentale.*

Nous tenons à remercier chaleureusement l'équipe du laboratoire central de l'hôpital de Koléa notamment : Mr ZAIBEK TOUFIK, Mr SALIM ABEDKADER, Mr ABIDI MOHAMED, Mr BENSAID TOUFIK ET Mme DAMILA, pour leur accueil chaleureux, leur aide technique, leurs conseils judicieux et leur collaboration précieuse.

Nous exprimons également notre reconnaissance à la Conservation des forêts de la wilaya de Blida, pour leur aide dans la localisation et la collecte de la plante Erica arborea L. élément fondamental de notre étude, et bien sûr Mr AKLI A., pour identification de la plante, et Mme DALILA., pour son aide précieuse, sa disponibilité constante et l'accompagnement quelle nous offre tout au long de ce travail.



*À mon père **Hocine**,
Merci pour ton soutien discret, ta présence rassurante, et les valeurs de respect,
de travail et d'intégrité que tu m'as transmises.
Tu as semé en moi l'envie d'aller loin, et je t'en serai toujours reconnaissante.
Ce mémoire t'est aussi dédié, avec fierté et gratitude.*

*À ma chère maman **Hafida**,
Toi qui as toujours cru en moi, même quand moi je doutais.
Merci pour ton amour immense, ta tendresse, tes encouragements silencieux et
ta force que tu m'as transmise sans le dire.
Chaque ligne de ce mémoire porte un peu de toi, de ton courage et de ta
patience.*

*À mes frères **Hamada, Walid, Zaki et Imad**,
Merci pour vos encouragements, vos blagues qui m'ont redonné le sourire
quand le stress prenait le dessus, et votre présence tout simplement.
Vous êtes ma fierté et ma force.*

*À **Takwa et Nour**,
Merci à toi, Takwa, pour ta douceur, ton écoute et ton soutien constant.
Et à toi, ma petite Nour, pour ta joie contagieuse et tes câlins spontanés qui ont
adouci mes journées.*

*À ma chère binôme **Feriel**,
Merci d'avoir marché à mes côtés tout au long de ce parcours.
Ta détermination, ta patience et ta bienveillance ont été essentielles.
Nous avons partagé les doutes, les efforts, mais aussi les sourires et les
victoires.
Ce mémoire est le fruit de notre belle complicité.*





À ma mère **Khadidja** et à ma deuxième mère **Nabila**, deux femmes formidables qui ont été mes piliers et mes repères dans la vie.

Merci pour votre amour inconditionnel, votre dévouement sans limite et votre présence rassurante.

Vous avez été les lumières qui ont éclairé mon chemin dans les moments d'incertitude, les bras qui m'ont portée quand je faiblissais, et les voix qui m'ont toujours encouragée à croire en moi, même lorsque moi-même j'en doutais.

Je vous dois tant, et je vous porte dans mon cœur avec une infinie reconnaissance

À mon père **Ahmed** qui m'a appris l'importance du travail acharné, de la persévérance et de l'honnêteté, je suis reconnaissante pour tes conseils avisés et ton soutien sans faille. Tu m'as inspirée à viser plus haut et à poursuivre mes rêves. Je te suis infiniment reconnaissante pour ton soutien indéfectible, ta confiance en moi et ton amour.

À mon frère **Mohamed** et mes beau-frères adorés **Mourad, Ahmed, Chems-edinne et Djamel**. Ainsi qu'à mes sœurs **Sihem, Wahiba, Samira** qui sont aussi mes meilleures amies, merci pour votre soutien constant, votre humour contagieux et votre présence réconfortante. Vous êtes ma source de joie et de bonheur, et je suis fière de vous avoir dans ma vie.

À mes nièces et neuves **Amir, Achouak, Ritedj, Adem, Mouadh, Nozha, Leyth, Ghorfrane, Sidra, Lilyen** qui ont rempli ma vie de tant de bonheur et de joie.

Enfin, à mon binôme **Malak** qui est devenue une sœur de cœur, une amie chère et une collaboratrice talentueuse, merci pour notre collaboration fructueuse et notre amitié. Tu as été une source d'inspiration et de motivation pour moi tout au long de ce parcours. Merci pour ta présence constante, ton écoute, ta patience et ton engagement sans faille. Ta détermination, ton énergie et ton sens du détail ont rendu cette aventure plus belle et plus enrichissante



Résumé

Erica Arborea L. est une plante médicinale largement utilisée à des fins thérapeutiques dans plusieurs régions du monde pour ses propriétés antioxydantes, anti-lithiasiques et antimicrobiennes, notamment dans le traitement des infections urinaires.

Le screening phytochimique des molécules bioactives a montré que l'extrait éthanolique de la plante *Erica arborea* L. était riche en composés phénoliques tels que les phénols, les flavonoïdes, les tannins et les alcaloïdes....

Dans l'étude de l'activité anti radicalaire par la méthode de réduction des radicaux libres de DPPH, les résultats montrent que cette plante a une activité inhibitrice significative comparativement avec celle de l'acide ascorbique, avec une IC50 de valeur de 36.6µg/mL

L'activité anti-lithiasique *in vitro* réalisée par le test de la nucléation des cristaux d'extrait de feuilles et de fleurs d'*E. arborea* L. a été mesurée par la méthodes sspectrophotométriqueultraviolet Les résultats montrent une activité anti lithiasique modérée et un effet inhibiteur dose-dépendant sur la nucléation des cristaux d'oxalate de calcium.

L'étude antimicrobienne *in vitro* d'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. est déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé en utilisant la méthode des disques et la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI). Cette étude confirme l'effet antimicrobien significatif contre les souches de références testée (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Enterococcus faecalis*), avec des zones d'inhibition comprises entre 19 mm et 23 mm, ainsi que sur la croissance des germes uropathogènes avec des zones d'inhibition très importantes qui varient entre 13 mm et 29 mm. Et la CMI obtenue est comprise entre 5 µg/mL et 10 µg/mL.

Mots clés : *Erica arborea* L., infections urinaires, anti-lithiasique, antimicrobienne, Anti-radicalaire.

Abstract

Erica Arborea L. is a medicinal plant widely used for therapeutic purposes in several regions of the world for its antimicrobial, antioxidant, and anti-lithiasis properties, as well as for the treatment of urinary tract infections.

Phytochemical screening of bioactive molecules showed that the ethanolic extract of the plant *Erica arborea* L. was rich in phenolic compounds such as phenols, flavonoids, tannins, and alkaloids.

The study of free radical scavenging activity using the DPPH free radical reduction method showed that this plant exhibited significant inhibitory activity compared to that of ascorbic acid, with an IC₅₀ value of 36.6 µg/ml.

The in vitro antilithiasis activity performed by the crystal nucleation assay of *Erica arborea* L. leaf and flower extract was measured using spectrophotometric method UV. The results of this activity showed that this plant possessed moderate antilithiasis activity and exhibited a dose-dependent inhibitory effect on the nucleation of calcium oxalate crystals.

The in vitro antimicrobial activity of the ethanolic extract of *Erica arborea* L. was determined by the agar diffusion method using the disk method and the determination of the minimum inhibitory concentration (MIC). This study confirmed the significant antimicrobial effect against the reference strains tested (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and *Enterococcus faecalis*), with inhibition zones ranging from 19 mm to 23 mm. The ethanolic extract of *Erica arborea* L. has urinary antimicrobial potential on the growth of pathogenic germs of urinary tract infections, with very large inhibition zones ranging from 13 mm to 29 mm. The MIC obtained ranges between 5 µg/mL and 10 µg/mL.

Keywords: *Erica arborea* L., urinary tract infections, antilithiasis, antimicrobial, anti-free radical.

ملخص

إريكا أربوريا ل. نبات طبي يُستخدم على نطاق واسع لأغراض علاجية في مناطق عديدة من العالم لخصائصه المضادة للأكسدة، ومضادات الحصى، والمضادة للميكروبات، وخاصةً في علاج التهابات المسالك البولية. أظهر الفحص الكيميائي النباتي للجزيئات النشطة بيولوجيًا أن المستخلص الإيثانولي لنبات إريكا أربوريا ل. غني بالمركبات الفينولية مثل الفينولات، والفلافونويدات، والعفص، والفلويدات

في دراسة النشاط المضاد للجذور الحرة باستخدام طريقة DPPH لاختزال الجذور الحرة، أظهرت النتائج أن لهذا النبات نشاطًا مثبطًا ملحوظًا مقارنةً بحمض الأسكوربيك، حيث بلغت قيمة IC₅₀ حوالي 36.6 ميكروغرام/مل. وقد تم قياس النشاط المضاد لتكوين الحصى في المختبر، والذي تم إجراؤه باستخدام اختبار التبلور البلوري لمستخلص أوراق وأزهار نبات *E. arborea* L.، باستخدام أساليب قياس الطيف الضوئي فوق البنفسجي. وأظهرت النتائج نشاطًا متوسطًا مضادًا لتكوين الحصى، وتأثيرًا مثبطًا يعتمد على الجرعة على تكوين بلورات أكسالات الكالسيوم.

أُجريت دراسة مُضادةً للميكروبات في المختبر للمستخلص الإيثانولي لنبات إريكا أربوريا (*Erica arborea* L.) باستخدام طريقة انتشار الأجار باستخدام طريقة القرص، وتحديد الحد الأدنى للتركيز المثبط (MIC). وتؤكد هذه الدراسة التأثير المضاد للميكروبات الهام ضد السلالات المرجعية المختبرة (الإشريكية القولونية، والزائفة الزنجارية، والمكورات العنقودية الذهبية، والمكورات المعوية البرازية)، بمناطق تثبيط تتراوح بين 19 و23 مم، وكذلك على نمو الجراثيم المُمرضة للمسالك البولية بمناطق تثبيط شديدة الأهمية تتراوح بين 13 و29 مم. ويتراوح الحد الأدنى للتركيز المثبط المُحصّل بين 5 و10 ميكروغرام/مل.

مضاد للحصى، مضاد البولية، المسالك التهابات، ل. أربوريا إريكا: المفتاحية الكلمات،
لأكسدة مضاد للميكروبات،

Liste des figures

Figure 1 : la plante d' <i>Erica arborea</i> L.....	3
Figure 2 : les différentes parties d' <i>Erica arborea</i> L.	5
Figure 3 : Coupe coronale vue postérieur du rein.....	8
Figure 4 : Organigramme de la démarche expérimental.....	15
Figure 5 : Procédé de l'extraction.....	16
Figure 6 : Structure radicalaire et réduite du DPPH.....	19
Figure 7 : Préparation des solutions de chlorure de calcium et d'oxalate de sodium.....	21
Figure 8 : Série de dilutions de l'extrait et de l'allopurinol.....	22
Figure 9 : Préparation des milieux de culture.....	24
Figure 10 : Préparation des disques d'aromatogramme.....	25
Figure 11: lecture des zones d'inhibition.....	26
Figure12 : Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice.....	27
Figure 13 : Extrait des feuillets et des fleurs de <i>Erica arborea</i> L.....	29
Figure 14: Pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait éthanolique d' <i>Erica arborea</i> L.....	33
Figure 15 : Pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'acide ascorbique..	33
Figure 16 : Pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait éthanolique de l' <i>Erica arborea</i> L.....	35
Figure 17 : Pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'allopurinol.....	35
Figure 18 : Réparation des patients selon l'âge.....	37

Figure19 : Réparation des patients selon le sexe.....	37
Figure 20 : Réparation selon la fréquence des germes isolés.....	38
Figure 21 : Activité antimicrobienne de l'extrait éthanolique d' <i>Erica arborea</i> L.....	40
Figure 22 : Sensibilité des souches bactériennes contre l'extrait éthanolique.....	43
Figure 23 : Détermination la concentration minimale inhibitrice de l'extrait éthanolique d' <i>Erica arborea</i> L.....	44
Figure 24 : Allopurinol.....	Annexe 1
Figure 25 : Autoclave	Annexe 1
Figure 26 : Séchoir	Annexe 1
Figure 27 : Spectromètre UV visible	Annexe 1
Figure 28 : Bain-marie	Annexe 1
Figure 29 : Diamètres des zones d'inhibition d'extrait éthanolique et gentamicine....	Annexe 4
Figure 30 : Diamètres des zones d'inhibition des souches des références.....	Annexe 4
(ATCC).....	Annexe 4
Figure 31 : Diamètres des zones d'inhibition d'extrait éthanolique et kanamycine.....	Annexe 4
Figure 32 : Les étapes de la coloration de Gram.....	Annexe 5

Liste de tableaux

Tableau I : Classification de genre d' <i>Erica arborea</i> L.....	4
Tableau II : Principaux composés phytochimiques identifiés dans <i>Erica arborea</i> L.....	6
Tableau III : Propriétés pharmacologiques et intérêts thérapeutiques d' <i>Erica arborea</i> L.....	7
Tableau IV : Souches de référence American Type Culture Collection (ATCC).....	14
Tableau V : Caractérisation des espèces bactériennes isolées.....	23
Tableau VI : Rendement d'extrait éthanolique par rapport à la matière végétale.....	28
Tableau VII : Couleur, aspect et odeur de l'extrait éthanolique d' <i>Erica arborea</i> L.....	29
Tableau VIII : Caractérisation des substances chimiques de l'extrait de la plante <i>Erica arborea</i> L.....	31
Tableau IX : Caractéristiques biochimiques des bactéries isolées.....	38
Tableau X : Diamètres des zones d'inhibition des souches des références (ATCC).....	40
Tableau XI : Diamètres des zones d'inhibition des souches pathogènes.....	41
Tableau XII : Matériel utilise.....	Annexe 1
Tableau XIII : Résultats du screening phytochimique de l'extrait de la plante <i>Erica arborea</i> L.	Annexe 2
Tableau XIV : valeurs de l'activité antilithiasique de l'extrait d' <i>Erica arborea</i> L. et allupurinol.....	Annexe 3
Tableau XV : Valeur de l'activité antioxydante de l'extrait d' <i>Erica arborea</i> L. et vitamine C.....	Annexe 3

Liste des abréviations

ATCC : American Type Culture Collection

IC50 : Concentration de l'échantillon fournissant 50% d'inhibition

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

DPPH : 2,2-diphényl-1 Picryl-hydrazyl

Gram- : Gramme négatif

Gram+ : Gramme positif

ECBU: Examen cyto bactériologique des urine

GN : Gélose nutritive

MH : Milieu Mueller-Hinto

Table de matière

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre I: Synthèse bibliographique

I.1. Présentation de l' <i>Erica arborea</i> L.....	3
I.1.1. Nomenclature	3
I.1.2. Classification de genre	4
I.1.3. Description botanique d' <i>Erica arborea</i> L.....	4
I.1.4. Répartition géographique d' <i>Erica arborea</i> L.....	5
I.1.5. Profil phytochimique d' <i>Erica arborea</i> L.....	6
I.1.6. Propriétés pharmacologiques et intérêts thérapeutiques d' <i>Erica arborea</i> L.....	7
I.2. Rein.....	8
I.2.1. Description anatomique du rein.....	8
I.2.2. Physiologie générale	9
I.2.3. Calculs rénaux.....	10
I.2.4. Infections urinaires.....	10
I.3. Mécanismes d'action des molécules bioactives.....	10

I.3.1. Activité anti-oxydante	10
I.3.2. Activité anti lithiasique.....	11
I.3.3. Activité antimicrobienne.....	11

Chapitre II: Matériel et Méthodes

II.1. Lieux des expérimentations.....	12
II.2. Matériel biologique.....	13
II.2.1. Matériel végétal.....	13
II.2.1.1. Présentation de site de la récolte	13
II.2.2. Souches microbiennes.....	14
II.2.3. Population humaine étudié.....	14
II.3. Matériel non biologique.....	14
II.4. Méthodes.....	15
II.4.1. Préparation de l'extrait.....	15
II.4.2. Cinétique d'extraction et rendement.....	16
II.4.3. Calcul du rendement.....	17
II.4.4. Screening phytochimique.....	17
II.4.5. Screening pharmacologique.....	19
II.4.5.1. Activité antioxydante <i>in vitro</i>	19
II.4.5.2. Activité anti lithiasique <i>in vitro</i>	21
II.4.5.3. Activité antimicrobienne <i>in vitro</i>	23
II.4.5.4. Etude statistique.....	27

Chapitre III: Résultats et Discussion

III.1. Résultat du rendement.....	28
III.2. Description de l'extrait obtenu	29
III.3. Résultats du screening phytochimique	30
III.4. Résultats du screening pharmacologique	33
III.4.1 Résultat de l'activité antioxydante.....	33
III.4.2 Résultat de l'activité anti-lithiasique.....	35

III.4.3.Résultats l'activité antimicrobienne.....	37
III.4.3.1.Résultats d'étude clinique.....	37
Conclusion.....	46
Références Bibliographiques	
Annexes	



Introduction



Introduction

Le genre *Erica*, membre de la famille des *Ericaceae*, est un groupe diversifié et répandu d'arbustes à feuillage, connus pour leurs remarquables floraisons et leur adaptation aux sols pauvres en nutriments.

Les *Ericaceae* sont devenus un élément essentiel de plusieurs écosystèmes, avec plus de 800 espèces réparties dans diverses régions du monde, notamment en Amérique du Sud, en Europe et en Afrique du Sud (avec une forte concentration d'espèces dans la région floristique du Cap en Afrique du Sud) (Grubb *et al.*, 2003).

Erica est utilisée depuis longtemps en médecine traditionnelle dans diverses cultures depuis des siècles, pour ses actions ; antioxydantes, laxatives et urinaires (diurétiques, anti-lithiasiques et antimicrobiennes), (Ben Sassi *et al.*, 2008 ; Guendouze-Bouchefa *et al.*, 2015).

L'Algérie est un vaste pays méditerranéen au climat et à la topographie variée contribuant à une couverture végétale abondante, riche en plantes médicinales et aromatiques dont l'*Erica arborea* L. (Azzi *et al.*, 2012).

La médecine populaire Algérienne utilise la macération des parties aériennes d'*E. arborea* (fleurs et feuilles) pour traiter la lithiase urinaire, les infections urinaires, les maladies de la prostate et l'hypertension (Benghalia *et al.*, 2008 ; Benarba *et al.*, 2015 ; Eddaikra *et al.*, 2019). De plus, certaines espèces sont appliquées localement pour la cicatrisation des plaies, en raison de leurs effets antimicrobiens, (Frieri *et al.*, 2017).

Le genre *Erica* contient divers composés antioxydants, ce qui en fait une source potentielle d'antioxydants naturels (Ay *et al.*, 2007 ; Ștefanescu *et al.*, 2019). L'étude réalisée par Zengin *et al.*, (2019), pour l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait d'*E. arborea* L. a montré que cette espèce pourrait être une source prometteuse d'antioxydants (Zengin *et al.*, 2019).

En Algérie, les feuilles et les fleurs de cette plante ont été signalées comme agents anti-lithiatiques (Ahmed *et Hasan.*, 2017).

Il y a un intérêt croissant pour l'étude de la composition phytochimique des espèces d'*Erica arborea* L. car ces composés sont prometteurs pour le développement de nouveaux médicaments et de produits alimentaires fonctionnels.

En Algérie, la phytothérapie fait partie intégrante de la culture locale et est perçue comme un soin de santé primaire. Ainsi, de nombreuses plantes médicinales traditionnellement utilisées

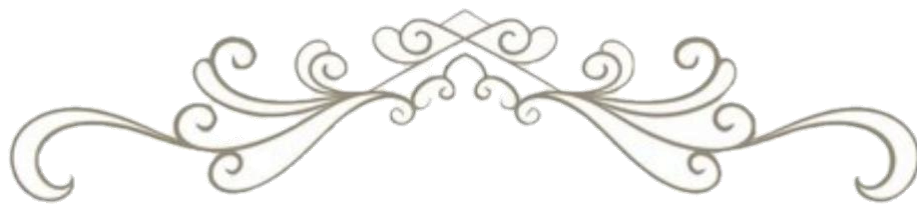
Introduction

sont considérées comme non toxiques, sans effets secondaires et abordables (**Hammiche *et al.*, 2013**).

L'objectif de cette étude est d'explorer les activités biologique et pharmacologique de la plante *Erica arborea* L. et ce selon les étapes suivantes :

- ✚ Extraction, caractérisation chimique et activité biologique et pharmacologique des molécules bioactives de l'extrait d'*Erica arborea* L.
- ✚ Étude in vitro des activités biologiques de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L., impliquant l'activité l'activité antioxydante, antimicrobienne et antilithiasique.

Le manuscrit est divisé en trois grands chapitres : le premier chapitre représente une synthèse bibliographique qui porte la présentation de l'espèce, rien et mécanisme d'action des molécules bioactives ; le deuxième chapitre est consacré à l'expérimentation appliquée, décrivant le matériel végétal, la méthode d'extraction, le screening phytochimique et les méthodes d'évaluation des activités biologiques et le dernier chapitre comprend les résultats et discussion relatifs aux différents tests pratiqués. En fin, une conclusion générale basée sur l'ensemble des résultats obtenus et perspectives de recherche.



***Synthèses
bibliographiques***



I.1 Présentation de l'*Erica arborea* L.

L'*Erica arborea* L. souvent désignée sous le nom de « bruyère arborescente » ou « bruyère blanche », appartient à la famille des *Ericaceae* (Christenhusz et Byng., 2016) qui comprend environ 4250 espèces réparties dans 124 genres. Elle est largement distribuée dans le monde. (Stevens *et al.*, 2004).

Il y a plus de 700 espèces qui font partie du genre *Erica*, dont un certain nombre se trouve en Afrique du Nord (Yaici *et al.*, 2019). *E. arborea* L. est une espèce typique des sols siliceux, couramment présente dans le Tell algérien, où elle forme une part importante du maquis, souvent associée au chêne-liège, au thuya et au chêne vert (Aït Youssef, 2006 ; Brosse *et al.*, 2010).

En plus de son intérêt écologique, *E. arborea* L. est également appréciée pour ses applications dans l'artisanat et la médecine. Traditionnellement, son bois dur est employé dans la fabrication de charbon de bois de haute qualité et de pipes. De plus, ses racines et parties aériennes renferment des composés bioactifs dotés de propriétés antioxydantes, qui ont fait de cette plante médicinale une référence depuis le Moyen Âge pour la prévention des maladies chroniques et infectieuses (Amezouar *et al.*, 2010 ; Johari *et al.*, 2015).



Figure 1: la plante d'*Erica arborea* L. (Amroun,2021)

I.1.1. Nomenclature

- **Arabe** : khlenj chajari, halenj, Cheudef, Ariga
- **Français** : bruyère arborescente, bruyère blanche, lande d'arbre
- **Anglais** : Mediterrean Heath
- **Kabyle** : Khlenj. (Quézel *et Santa.*, 1963 ; Chevalier, 1972 ; Amezouar *et al.*, 2010).

I.1.2. Classification du genre

Selon Cronquist *et al.*, (1988) *Erica arborea* L. est classée comme suit :

Tableau I : Classification de genre d'*Erica arborea* L.

Règne	végétal
Embranchement	Spermatophyta
Sous-embranchement	Angiosperma
Classe	Magnolopsida
Sous-classe	Dilleniidae
Ordre	Ericales
Famille	<i>Ericaceae</i>
Genre	<i>Erica</i>
Espèce	<i>Erica arborea</i>

I.1.3. Description botanique d'*Erica arborea* L .

Erica arborea L., est un arbuste à feuilles persistantes pouvant atteindre 1 à 4 mètres de hauteur, et parfois plus dans des conditions favorables (**Bessah&Benyoussef, 2014 ; Guendouze et al., 2015**). Elle se développe principalement sur des sols acides, pauvres en nutriments (**Ojeda et al., 1998**).

Ses tiges sont fortement ramifiées et érigées, portant une multitude de rameaux blanchâtres souvent couverts de poils irréguliers (**Aubert, 1978**). Les feuilles, très fines et rigides, sont disposées en verticilles de trois à quatre, avec une forme linéaire. Selon **Hamim et al., (2017)**, elles ont une longueur de 4 à 8 mm et présentent un sillon distinctif sur leur face inférieure.



Figure 2 : les différentes parties d'*Erica arborea* L.(Yaici.,2014)

I.1.4.Répartition géographique de *Erica arborea* L.

Erica arborea L., est une espèce à large répartition, représentative des flores africano-méditerranéennes. Elle se trouve autant en Afrique qu'en Europe, ce qui lui donne une distribution disjointe allant des régions méditerranéennes tempérées aux zones montagneuses tropicales (La Mantia *et al.*, 2007 ; Amezouar *et al.*, 2013).

On la trouve surtout dans le sud de l'Europe, notamment en Espagne, au Portugal, en Corse, en Italie et dans le midi de la France. Elle a aussi été introduite en tant qu'espèce naturalisée dans d'autres régions comme les îles britanniques, l'Australie et la Nouvelle-Zélande (La Mantia *et al.*, 2007).

En nord de l'Afrique, on trouve cette espèce en abondance au Maroc, en Tunisie et en Algérie, où elle colonise préférentiellement les zones montagneuses tels que les monts de l'Aurès, le massif du Djurdjura ou encore les monts de Ksour (Ait Youssef, 2006 ; Guendouze *et al.*, 2015). Dans ces zones, *E. arborea* crée souvent un sous-bois épais dans les forêts de chêne-liège et de chêne vert, et elle est régulièrement liée à d'autres espèces telles que le thuya (Moulla, 2003 ; Brosse, 2010). Elle peut se développer jusqu'à 1200 mètres d'altitude, en particulier dans les régions forestières du Tell (Quézel & Santa, 1962–1963).

Elle pousse préférentiellement sur des sols siliceux, acides et bien drainés, ce qui en fait une espèce typique des terrains montagneux et des versants exposés au soleil. Grâce à sa nature thermophile et xérophile, elle peut s'acclimater aux conditions climatiques méditerranéennes, qui se caractérisent par des étés secs et des hivers tempérés (Amezouar *et al.*, 2013).

De ce fait, *Erica arborea* L. assure une fonction écologique significative dans l'organisation des écosystèmes forestiers de l'Algérie, en favorisant la stabilité des sols et en contribuant à la biodiversité.

I.1.5.Profil phytochimique d'*Erica arborea* L.

Erica arborea L. a fait l'objet de nombreuses investigations phytochimiques en raison de sa richesse en métabolites secondaires bioactifs.

Plusieurs études ont permis d'isoler et d'identifier une grande diversité de composés, notamment des flavonoïdes, des acides phénoliques, des tanins, des terpènes, ainsi que des huiles essentielles.

Tableau II : Principaux composés phytochimiques identifiés dans *Erica arborea* L.

Classe des composés	Exemples	Références
Flavonoïdes	Quercitrine, épicatechine, tricétine 4'-O- α -L-rhamnopyranoside, isorhamnétine 3-O- α -L-rhamnopyranoside, quercétine, myricétine-3-O-rhamnoside, quercétine-3-O-glucoside	(Ait Youcef ,2006 ;Ay <i>et al.</i> ,2007 ; Nazemiyeh <i>et al.</i> , 2008 ; Amroun <i>et al.</i> ,2021 ;Zengin et al., 2019)
Acides phénoliques	Acide caféique, acide <i>p</i> -coumarique, acide cinnamique, acide chlorogénique, 5-O- <i>p</i> -coumaroylquinic acid	(Guendouze-Bouchefa <i>et al.</i> , 2015 ;Amroun <i>et al.</i> , 2021 ; Zengin <i>et al.</i> , 2019)
Tanins	Tanins catéchiques, galliques, ellagiques, tanins condensés	(Guendouze et al., 2015 ;Mederreg et Tayeb,2018 ;Belarbi ,2018)
Saponines	Divers types (environ 35 saponines identifiées)	(Mederreg et Tayeb ,2018)
Huiles essentielles	Palmitate, 9,12,15-octadecatride-1-ol, β -fenchyl alcohol, β -caryophyllène, eugénol, ionol, géranylacétone	(Bessah <i>et al.</i> , 2014)
Terpénoïdes	Diterpènes, triterpènes	(Ait Youcef ,2006 ; Bahadori <i>et al.</i> ,2007 ;Suna <i>et al.</i> , 2018)
Glycosides phénylpropanoïdes	Éricarboside, 1,2-erythro-1-(3,4,5-triméthoxyphényl)-2-(β -D-glucopyranosyloxy)propan-1,3-diol	(Demirkiran <i>et al.</i> , 2010)

Glucosides phénoliques	Arbutine (arbutoside)	(Ay <i>et al.</i> , 2007; Mederreg et Tayeb ,2018)
Autres composés	Mucilages, stérols, composés réducteurs	(Boubaker <i>et al.</i> , 2004 ;Belarbi ,2018)

I.1.6. Propriétés pharmacologiques et intérêts thérapeutiques d'*Erica arborea* L.

Erica arborea L. est une plante médicinale reconnue pour ses propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et diurétiques, grâce à sa richesse en composés phénoliques (Amezouar *et al.*, 2013 ; Zengin *et al.*, 2019).

Tableau III : Propriétés pharmacologiques et intérêts thérapeutiques d' *Erica arborea* L.

Activité biologique	Mécanisme d'action	Applications thérapeutiques	Partie utilisée	Références
Antioxydante	Neutralisation des radicaux libres (polyphénols, flavonoïdes)	Prévention du vieillissement, stress oxydatif, maladies chroniques	Feuilles, fleurs	(Amezouar <i>et al.</i> , 2013)
Antimicrobienne	Inhibition de la croissance des bactéries uropathogènes (<i>E. coli</i>)	Infections urinaires, intestinales, cutanées	Feuilles, tiges	(Bouaziz <i>et al.</i> , 2016)
Antifongique	Inhibition de la croissance de champignons (<i>Candida albicans</i> ..)	Traitement des mycoses	Feuilles	(Zengin <i>et al.</i> , 2019)
Anti-inflammatoire	Réduction de l'inflammation (inhibition des cytokines pro-inflammatoires)	Rhumatismes, douleurs musculaires	Feuilles, rameaux	(Zengin <i>et al.</i> , 2019)
Diurétique	Stimulation de l'excrétion urinaire	Cystites, purification de l'organisme	Racines, tiges	(Ait Youssef, 2006 ; La

I.2.Rein

I.2.1.Description anatomique du rein

Le rein est un organe pair, en forme de haricot rougeâtre, il est situé dans l'espace rétro-péritonéal, entre la douzième vertèbre thoracique et les trois premières vertèbres lombaires, de part et d'autre de la colonne vertébrale, entre le péritoine et la paroi postérieure de la cavité abdominale. La partie supérieure de chaque rein est protégée par la onzième et la douzième paire de côtes, appelées côtes flottantes. À noter que le rein droit est légèrement plus bas que le rein gauche, en raison de la présence du foie, qui occupe un espace important dans cette région (Derrickson et Tortora., 2016).

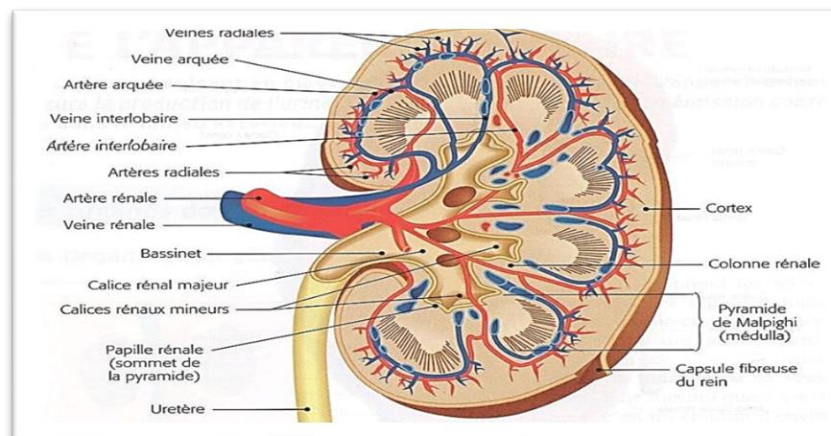


Figure 3 : Coupe coronale vue postérieure du rein (Rabiller, 2013)

Le néphron constitue l'unité fonctionnelle du rein. Il est responsable de la production de l'urine, qui est ensuite rejetée par les voies urinaires. Chaque néphron se compose de deux éléments : le corpuscule et le tubule urinaire. Chaque rein renferme entre 1 et 1,5 million de néphrons, qui ne sont pas parfaitement identiques, ce qui entraîne une certaine hétérogénéité néphronique.

I.2.2.Physiologie générale

Les reins sont des organes essentiels au contrôle de l'équilibre hydro-électrolytique et à l'exclusion des déchets issus du métabolisme des protéines. En plus de leur rôle d'épuration, ils assurent également une fonction endocrine importante. **(Chalopin et Chabannes , 2008)**.

Parmi leurs principales fonctions, **(Ifeanyichukwu *et al* ; 2023)** on peut citer :

- L'élimination des déchets solubles, ainsi que la régulation de la composition en eau et en électrolytes des liquides corporels, tout en participant au maintien de l'équilibre acido-basique (pH).
- La participation à l'hématopoïèse, par la production d'érythropoïétine, une hormone qui active la moelle osseuse rouge pour la formation des globules rouges.
- La régulation de la pression artérielle et du fonctionnement rénal via l'émission de rénine.
- Il produit également de la rénine pour réguler la pression artérielle et assure la conversion de la vitamine D en sa forme active

I.2.3.Calculs rénaux

La lithiase urinaire est une pathologie multifactorielle qui se caractérise par la formation et/ou l'existence de calculs au sein du système urinaire **(Kaulanjana *et al.*, 2018)**.

Les calculs urinaires, qui se développent au sein du rein ou de l'uretère sont des dépôts minéraux cristallins (comme l'oxalate ou le phosphate de calcium) ou organiques (tel que l'acide urique ou la cystine) en conjonction avec une matrice protéique. L'incidence de la lithiase urinaire ou les calculs rénaux ne cesse de croître dans les pays industrialisés. En France, la prévalence est d'environ 10 % **(Daudon *et al.*.,2008)**. La prévalence et le type de calculs varient en fonction du sexe, de l'âge de la localisation géographique, du niveau socioéconomique **(Trinchieri ,2008)**. Cette augmentation est étroitement liée aux modifications du comportement alimentaire.

I.2.4.Infections urinaires

Les infections urinaires touchent souvent l'urètre (urétrite), la vessie (cystite) ou les reins (pyélonéphrite). Elles sont parmi les maladies infectieuses les plus courantes au monde, touchant 150 millions de personnes chaque année, avec une morbidité importante **(Flores-Mireles *et al.*, 2015; McCann *et al.*, 2020)**.

On parle d'infection urinaire en présence d'un germe uropathogène dans l'urine en présence d'une symptomatologie compatible, parmi ces symptômes la présence de fièvre et des modifications des caractéristiques des urines. **(Schmiemann *et al.*, 2010).**

Les hommes et les femmes de tout âge peuvent avoir des infections urinaires, mais l'incidence des infections urinaires est plus élevée chez les femmes que chez les hommes en raison de l'anatomie féminine, Les symptômes des infections urinaires varient selon la localisation de ces infections. **(Johnson, 2017).**

I.3.Mécanismes d'action des molécules bioactives

I.3.1.Activité anti-oxydante

Les plantes médicinales sont utilisées depuis longtemps pour leurs nombreux bienfaits pour la santé, surtout leurs bonnes actions contre le stress oxydatif. Cette qualité est surtout liée à la grande quantité de composés phénoliques dans ces plantes, comme des flavonoïdes, des tanins, des acides phénoliques, qui sont les meilleures sources naturelles d'antioxydants **(Aryal *et al.*, 2019).**

Plusieurs recherches ont montré que ces antioxydants naturels aident beaucoup à empêcher le stress oxydatif, un processus lié au développement de différentes maladies **(Almada-Taylor *et al.*, 2018; Pharm *et al.*, 2020; Phuyal *et al.*, 2020).** En effet, leur aptitude à éliminer les radicaux libres peut minimiser les dommages cellulaires et aident à empêcher des maladies tels que : cœur, cancer, diabète ... **(Aryal *et al.*, 2019).**

I.3.2.Activité anti lithiasique

L'activité anti-lithiasique regroupe les effets préventifs et curatifs contre la formation des calculs rénaux, notamment ceux constitués des cristaux d'oxalate de calcium, les plus répandus chez l'être humain **(Ahmed *et al.*, 2018 ; González *et al.*, 2020).**

Face aux limites des traitements classiques tels que l'allopurinol ou la lithotripsie, souvent associés à des effets indésirables comme l'insuffisance rénale ou l'hypertension **(Ammor *et al.*, 2020),** la recherche s'intéresse de plus en plus aux plantes médicinales. Celles-ci contiennent des composés bioactifs, notamment des polyphénols, capables d'inhiber la nucléation, la croissance et l'agrégation des cristaux d'oxalate de calcium, tout en réduisant leur adhésion aux cellules rénales **(Gupta & Kanwar, 2018 ; Zeng *et al.*, 2018 ; Ly *et al.*, 2021).**

Leur activité diurétique favorise l'élimination des cristaux par augmentation du débit urinaire, tandis que leurs propriétés antioxydantes protègent les cellules rénales contre le stress oxydatif, un facteur clé dans la lithogenèse (**Ahmed *et al.*, 2016 ; Shukla *et al.*, 2017 ; Moreno *et al.*, 2021**).

I.3.3. Activité antimicrobienne

Les antibiotiques sont des substances produites par des micro-organismes et des dérivés de produits semi-synthétiques ou entièrement synthétiques, capables d'inhiber sélectivement certains processus métaboliques des bactéries, sans exercer d'effets toxiques sur les organismes supérieurs (**Sanchez, 2015**). Les antibiotiques bêta-lactamines de troisième génération sont couramment utilisés dans les infections urinaires. Toutefois, leur utilisation excessive a entraîné le développement d'une résistance à un ou plusieurs antibiotiques qui constituent un défi majeur lors du traitement de la maladie, en plus d'autres effets indésirables sur le foie et la moelle osseuse (**Allami *et al.*, 2020**).

Les mécanismes de résistance aux antibiotiques chez les bactéries comprennent les suivants : altération du site cible de l'antibiotique par des mutations génétiques (**Hughes et Andersson, 2017**) ; présence d'enzymes produites par les bactéries qui inactivent les antibiotiques (**Munita et Arias, 2016**).

En parallèle, les composés phénoliques d'origine végétale ont connu pour leur activité antimicrobienne. Les flavonoïdes et autres polyphénols interfèrent avec les membranes, inhibent la formation de biofilms et empêchent la libération de toxines (**Lee *et al.*, 2011 ; Awolola *et al.*, 2014**).



Matériel
&
Méthodes



II.1.Lieux des expérimentations

Les différentes étapes expérimentales de ce travail ont été réalisées sur une période de quatre mois de Février 2025 jusqu'à Mai 2025. Cette période a couvert l'ensemble du processus expérimental, depuis la collecte et la préparation du matériel végétal jusqu'aux analyses phytochimiques et biologiques.

Les expérimentations ont été effectuées dans différents établissements, à savoir :

- ✓ Broyage de la plante : herboristerie à Ouled Yaïch, wilaya de Blida.
- ✓ Extraction, évaporation de l'extrait, le screening phytochimique ainsi que l'activité antioxydante et anti lithiasique: laboratoire de projets de fin d'études (PFE), département de biologie, faculté de sciences de la nature et de la vie, université de Blida 1.
- ✓ Activité antimicrobienne : laboratoire de bactériologie, hôpital Dr Fares Yahia Koléa, wilaya de Tipaza.

Type d'étude

- Etude pharmacologique : identification des composés bioactifs de la plante, détermination des effets biologiques, pharmacologique et le mécanisme d'action d'*Erica arborea* L. sur les infections urinaires et la lithiase urinaire.
- Etude microbiologique : identification des germes uropathogènes responsables de l'infection urinaire.
- Etude du potentiel thérapeutique : évaluation de l'efficacité du l'*Erica arborea* L. dans le traitement et la prévention d'infections urinaires et la lithiase urinaire.

Objectif du travail

L'objectif de cette étude est d'évaluer les activités biologique et pharmacologique de la plante *Erica arborea* L. selon les étapes suivantes :

- ❖ **Extraction, criblage phytochimique qualitatif et identification** des principales classes de métabolites secondaires.
- ❖ **Évaluation des activités biologiques, *in vitro* :**
 - Activité anti-lithiasique : en simulant la formation de calculs rénaux .
 - Activité antioxydante : en effectuant la méthode DPPH standard .
 - Activité antimicrobienne : réalisée sur des souches responsables d'infections urinaires.

II.2. Matériel biologique**II.2.1. Matériel végétal**

Cette recherche utilise des fleurs et des feuilles de la plante *Erica arborea* L. qui fait partie de la famille des Éricacées (Ericaceae) comme matériel végétal. Étant donné leur taille comparable, la distinction entre les fleurs et les feuilletes s'est avérée difficile ; elles ont donc été combinées pour l'étude. La récolte du matériel s'est effectuée le 18 février 2025 dans la région de Chréa, qui se trouve dans la wilaya de Blida. Cette opération a été menée par la Conservation des forêts de la wilaya de Blida.

L'identification botanique de l'espèce a été réalisée par Docteur Akli A., Maître-assistant de classe A, spécialiste en botanique, au département de biotechnologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Blida 1.

II.2.1.1. Présentation de site de la récolte

La plante *Erica arborea* L. a été collectée dans les montagnes de Chréa, qui se trouvent dans la wilaya de Blida, au nord de l'Algérie. Cette chaîne de montagnes, qui fait partie de l'Atlas tellien, se distingue par son climat méditerranéen humide et sa riche biodiversité végétale. L'environnement favorable à la croissance de diverses espèces médicinales dans la région est largement dû à la protection assurée par le Parc National du Chréa, ses hautes altitudes, des sols riches et sa pureté de l'air.

II.2.2.Souches microbiennes

Dans la présente étude, des souches microbiennes American Type Culture Collection (ATCC) ont été obtenus par le laboratoire central, unité de bactériologie de l'hôpital Dr Fares Yahia Koléa, Tipaza.

Tableau IV : Souches de référence American Type Culture Collection (ATCC).

Espèces	Nature	Référence
<i>Staphylococcus aureus</i>	Bactérie Gram +	ATCC 25923
<i>Escherichia coli</i>	Bactérie Gram -	ATCC 25922
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bactérie Gram -	ATCC 27853
<i>Enterococcus faecalis</i>	Bactérie Gram +	ATCC 29212

II.2.3.Population humaine étudié

Cette recherche a ciblé un groupe de 20 patients (homme /femme) avec des antécédents d'infections urinaires. Ces individus ont été recrutés suite à la soumission d'une analyse cyto bactériologique des urines (ECBU) au laboratoire de bactériologie de l'hôpital Dr Fares Yahia Koléa, Tipaza . L'objectif central est d'examiner les profils bactériologiques et les potentielles résistances aux antibiotiques observées, pour mieux identifier les micro-organismes responsables de ce genre d'infection au sein de cette population spécifique.

II.3. Matériel non biologique

Le matériel non biologique est présenté dans l'Annexe 1 .

II.4.Méthodes

Le schéma adopté pour réaliser cette étude est résumé par la figure ci-dessous :

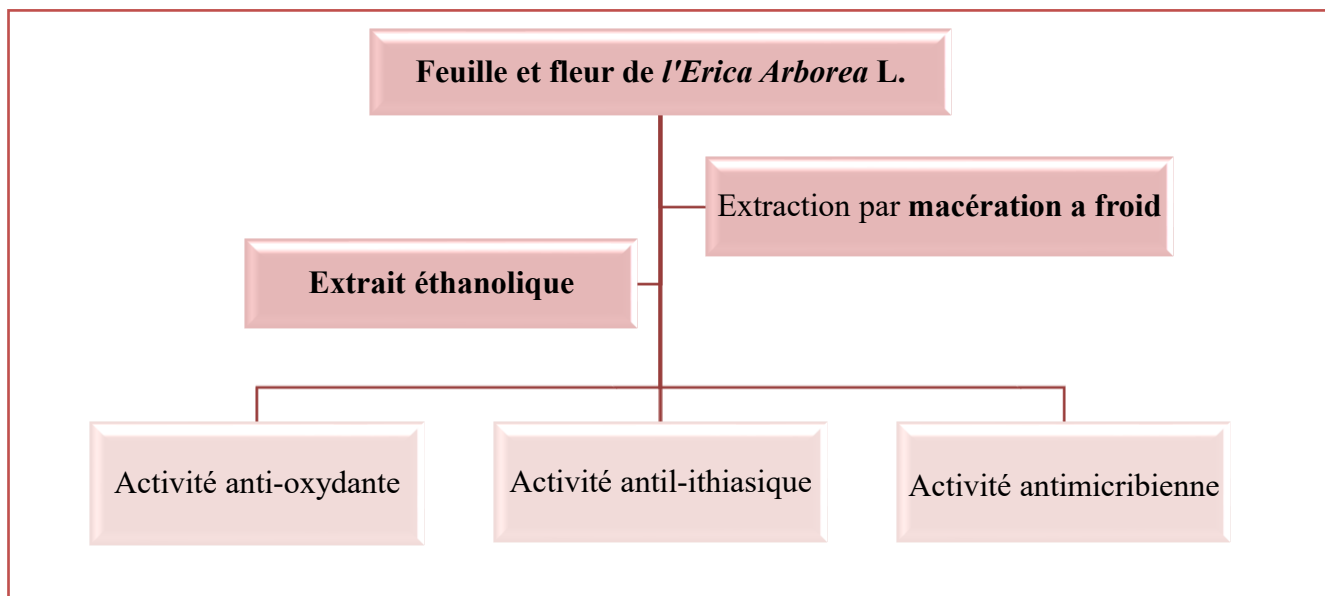


Figure 4 : Organigramme de la démarche expérimental

II.4.1.Préparation de l'extrait

Dans la présente étude, L'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. a été préparé suivant un protocole opératoire, afin d'évaluer son potentiel d'action sur les infections urinaires et la lithiase urinaire. La méthode d'extraction a été utilisée selon le protocole décrit par **Gbala et Anibijuwon, (2018)**.

 Traitement préliminaire du l'*Erica arborea* L.

Erica arborea L. fraîchement récoltée, avec une masse initiale de 5,25 kg a été soigneusement nettoyée de toutes les impuretés , le séchage a été effectué en l'étalant finement sur du papier blanc au sol, dans un endroit frais, bien aéré, à l'abri de la lumière et de la poussière. Un brassage est nécessaire de temps à autre pour une déshydratation uniforme tout en conservant les molécules sensibles à la chaleur et à la lumière.

Après une période de deux semaines de séchage , où les parties aériennes de la matière sèche (les feuilles et les fleurs) ont été broyées dans un broyeur électrique pour former une fine poudre homogène de 0,600 kg. Cette poudre a été conservée dans un bocal en verre, à l'abri de l'humidité et de la lumière, pour une utilisation ultérieure.

II.4.2.Cinétique d'extraction et rendement

Parmi les différentes techniques disponibles, l'extraction par macération à froid a été retenue, conformément au protocole décrit par **Gbala et Anibijuwon, (2018)**.

Pour ce faire, 100 g de poudre de plante sèche ont été mis en contact avec 500 ml d'éthanol à 96 %, sous agitation continue, pendant une durée de 72 heures à une température ambiante. Après la macération, le mélange a été filtré afin de séparer le résidu végétal du solvant, puis le filtrat a été soumis à une évaporation contrôlée à une température de 90 C à l'aide d'un évaporateur rotatif stuart pour éliminer le solvant résiduel.

L'extract éthanolique d'*Erica arborea* L. obtenu a ensuite été conservé dans des flacons en verre, secs et stérilisés, à l'abri de la lumière et à une température de 4°C.

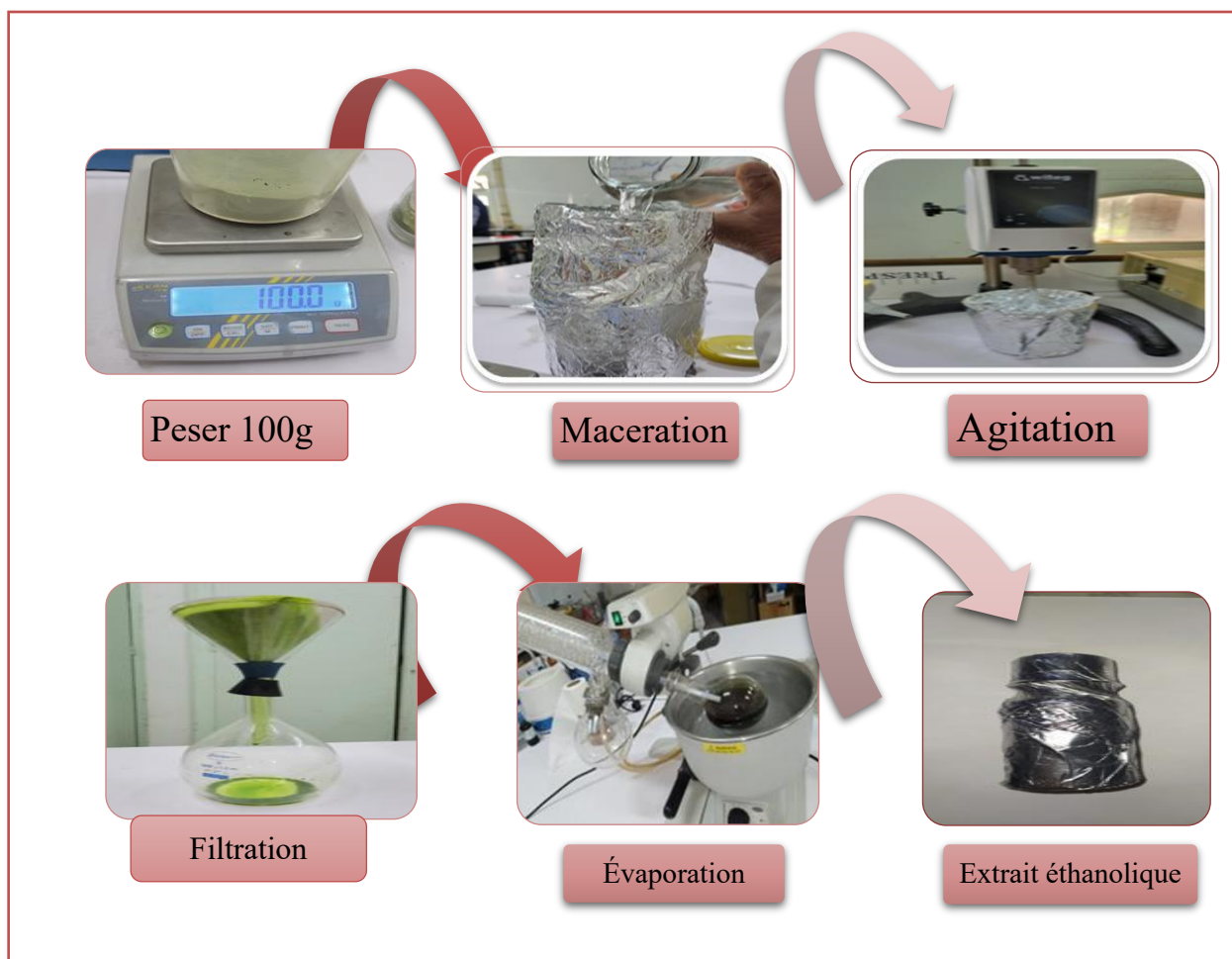


Figure 5: Procédé de l'extraction (Photo originales, 2025)

II.4.3.Calcul du rendement

Le rendement d'extraction représente un rapport entre la masse de l'extrait sec et celle de la matière végétale sèche initialement utilisée. Il est calculé selon la formule proposée par **Falleh *et al.*, (2008)**.

$$R\% = (M_{\text{ext}}/M_{\text{éch}}) \times 100$$

R : c'est la production rentable d'extraits (%).

M ext : c' est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg.

M éch : c'est la masse sèche de l'échantillon végétal en mg.

II.4.4.Screening phytochimique

Le criblage phytochimique appliqué à la matière végétale est basé sur des réactions de précipitation ou des réactions colorimétriques. Ces essais ont pour but de mettre en évidence la présence ou l'absence de certains principes actifs, tels que les tanins, les alcaloïdes, les flavonoïdes, les saponines et les composés réducteurs. Le but de cette approche est de déterminer la composition chimique des feuilles et des fleurs de la plante *Erica arborea* L.

- **Les saponines** : 2 g de poudre a été mélangé à 20 mL d'eau distillée, ensuite chauffé jusqu'à l'ébullition pendant 15 minutes. Le mélange puis est filtré. Une fois refroidi, 10 ml du filtrat sont dilués avec 5 ml d'eau distillée, puis agités pendant 2 minutes. L'apparition d'une mousse persistante, dépassant 1 cm de hauteur après 15 minutes, met en évidence la présence de saponines (**Bekroyes *et al.*, 2007 ; Amin *et al.*, 2013**).
- **Les tanins** : 0,75g de poudre d'écorces a été met dans un tube à essai contenant 10 ml de méthanol. Après 15 minutes d'agitation, le mélange est filtré. Ajouter quelque goutte de trichlorure de fer (FeCL3) a 1% au filtrat. Un changement de couleur permet de détecter la nature des tanins présents : une teinte brun noir montre la présence de tanins

galliques (ou hydrolysables), Alors qu'une coloration bleu verdâtre révèle des tanins catéchiques (**Dohou *et al.*, 2003**).

- **Les flavonoïdes** : Une quantité de 2 g de poudre d'échantillon a été mélangée avec 2 mL d'une solution de NaOH à 2 %. La formation d'une couleur jaune intense révèle la présence de flavonoïdes. Ce résultat est valide par l'extinction de la couleur jaune après l'ajout de quelques gouttes d'acide chlorhydrique (HCl), qui entraîne la formation d'une solution incolore (**Yadav et Munin, 2011**).
- **Les couramines** : Dans un tube à essai, 2 g de poudre d'échantillon sont ajoutés dans 20 mL d'éthanol, puis agités pendant 15 minutes avant filtration. Puis, 5 mL du filtrat sont associés à 10 gouttes de solution de KOH à 10 %, suivies de quelques gouttes d'acide chlorhydrique à 10 %. La disparition de la couleur jaune, accompagné de l'apparition d'un trouble ou d'un précipité, constitue un résultat positif révélant la présence de coumarines dans l'échantillon.
- **Les terpénoïdes** : 1g de poudre végétale a été mélangé à 2 mL de chloroforme et 3 mL d'acide sulfurique concentré. L'apparition d'une coloration brun rougeâtre montre la présence de terpénoïdes (**Edeoga *et al.*, 2005 ; Amin *et al.*, 2012**).
- **Les glycosides** : 2g de la poudre végétale ont été ajoutés à 10 mL d'acide sulfurique (H₂SO₄). L'apparition d'une coloration rouge brique, évoluant ensuite vers le violet, révèle la présence de glycosides.
- **Les acides aminés** : on dissout 1g de la poudre végétale dans 2 mL d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 20 %, puis quelques gouttes de sulfate de cuivre (CuSO₄) à 2 % sont ajoutées. Une coloration violette, avec une teinte rougeâtre, apparaît.
- **Les anthocyane (leuco-anthocyane)** : 2g de poudre végétale sont introduits dans un erlenmeyer contenant 20 mL d'un mélange de propanol et d'acide chlorhydrique . L'ensemble est ensuite chauffé au bain-marie dans de l'eau bouillante pendant quelques minutes. La formation d'une coloration rouge révèle la présence de leuco-anthocyanes.
- **Les alcaloïdes** : une macération 5g de la poudre dans 20 ml d'eau distillée pendant 24 heures, suivis d'une filtration. Puis, quelques gouttes de réactif Dragendorff sont ajoutées au filtrat. L'apparition d'une couleur rouge indique la présence des alcaloïdes. (**Yves *et al.*, 2007**).
- **Les anthracéniques (anthraquinons libre)** : 0,5 g de poudre végétale a été met dans un tube à essai, puis mélangée à 5 ml de chloroforme. Après une agitation manuelle de 5 minutes, le mélange est filtré. Puis, 5 mL d'une solution d'ammoniaque à 10 % (v/v)

sont ajoutés au filtrat. Un changement de couleur de la phase aqueuse vers un rose vif indique la présence de composés anthracéniques (**Raja et al., 2012**).

- **Les phénols :** Une goutte de chlorure ferrique (2%) est ajoutée à 2 ml d'extrait. L'apparition d'une couleur bleu noirâtre ou verte foncée indique la présence des phénols.
- **Les quinones libres :** Sur un volume nos extraits, on ajoute quelques gouttes de NaOH 1%. L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres (**Oloyde, 2005**).
- **Les Composé réducteurs :** Dans un tube à essai, on ajoute 1 ml de liqueur de Fehling est à 1 ml d'extrait et puis le mélange est incubé pendant 8 minutes dans un bain marie, L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence des composés réducteurs.

II.4.5.Screening pharmacologique

Extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. a été utilisé comme principe actif, doté des propriétés antioxydantes, anti lithiasiques et antimicrobiennes.

II.4.5.1.Activité antioxydante *in vitro*

L'activité antioxydante de l'extrait éthanolique d'*E. arborea* L. a été déterminée par le dosage DPPH (1, 1-diphényl-2-picryl-hydrasyl), qui a été réalisé pour estimer la capacité de l'extrait à piéger les radicaux libres du DPPH (**Charef et al., 2015**).

Le DPPH est un radical stable qui exhibe une absorption spécifique à 517 nm en solution, qui lui confère une coloration violette. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit par uncapteur de radicaux libres. (**Brand-Williams et al., 1995**) . Selon le Protocole de (**Hazzit et al.,2009**).

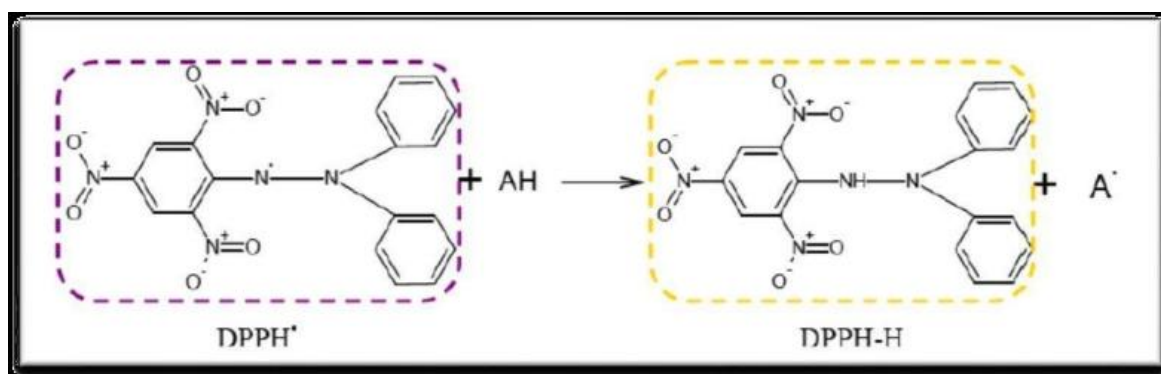


Figure 6 : Structure radicalaire et réduite du DPPH (Alam *et al.* ,2013)**✓ Protocole expérimentale**

Une solution mère de l'extrait a été préparée dans l'éthanol. Par dilution successive, des concentrations de 1000, 500, 250, 125, 62,31, 15 et 7 µg/ml ont été préparées.

Une solution de DPPH a été également préparée en dissolvant 2,4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol.

Pour chaque test, 975 de la solution de DPPH était mélangé avec 25 µl de chaque concentration d'extrait et de la vitamine C utilisée comme témoin positif.

Le mélange est ensuite incubé à l'obscurité pendant 30 minutes et l'absorbance a été mesurée à 517 nm. L'éthanol est utilisé comme blanc et le témoin négatif correspond à la solution de DPPH sans antioxydant.

✓ Détermination du pourcentage d'inhibition

Le potentiel antioxydant de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et le vitamine C est déterminé en évaluant le pourcentage d'inhibition de l'absorbance du radical DPPH (Shariffar *et al.*,2010). Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition \%} = \{(A_c - A_t / A_c) * 100\}$$

A_c : absorbance du contrôle.

A_t : absorbance du l'échantillon.

✓ Estimation de la concentration inhibitrice médiane (IC 50)

La CI50 est la concentration de l'échantillon teste nécessaire pour réduire les radicaux libres DPPH de 50 %.

La valeur IC50 a été calculée par régression linéaire en utilisant la courbe [taux d'inhibition = f (concentration)]. (Ouldyeou *et al.*, 2018).

Il est bien connu que plus la valeur IC50 est faible, plus la capacité antioxydante de l'extrait végétal est élevée (Pharm *et al.*, 2020).

II.4.5.2. Activité anti lithiasique *in vitro*

Les traitements conventionnels de la lithiase urinaire ayant des effets secondaires tels que des lésions rénales ou de l'hypertension... (Ahmed *et al.*, 2018 ; Ammor *et al.*, 2020) .les plantes médicinales comme la bruyère ont suscité un vif intérêt pour leurs propriétés anti-lithiasques.

Riche en polyphénols, la bruyère peut prévenir la formation de cristaux d'oxalate de calcium grâce à ses effets antioxydants, diurétiques et anti-inflammatoires (Shukla *et al.*, 2017 ; Gupta et Kanwar, 2018 ; Moreno *et al.*, 2021).

L'évaluation de l'activité inhibitrice de l'extrait sur la nucléation des cristaux d'oxalate de calcium (CaOx) a été réalisée selon une méthode adaptée de (Salem *et al.*, 2020), avec quelques modifications.

Une solution de chlorure de calcium a été préparée en dissolvant 125 mg dans 250 ml de tampon tris-HCl (pH 6,5), tandis que la solution d'oxalate de sodium a été obtenue en dissolvant 187 mg dans 250 ml dans le même tampon.



**Figure 7 : Préparation des solutions de chlorure de calcium et d'oxalate de sodium
(Photo originale, 2025)**

L'extrait testé et le médicament utilisé comme un control positif (Allopurinol) ont été dilués dans le tampon tris-HCl (pH 6,5), afin d'obtenir des concentrations finales de 62,5, 125, 250,500 et 1000 µg/ml.



Figure 8 : Série de dilutions de l'extrait et de l'allopurinol (Photo originale, 2025)

Pour chaque condition expérimentale, 100 µL de chaque concentration d'extrait ont été mélangés à 950 µL de la solution de chlorure de calcium, puis 950 µL de solutions d'oxalate de sodium ont été ajoutés. Les mélanges finaux ont été incubés pendant 30 min à 37 °C.

L'absorbance des mélanges a ensuite été mesurée à une longueur d'onde de 620 nm. Le pourcentage d'inhibition de la nucléation par les extraits a été calculé à l'aide de la formule mentionnée ci-dessous :

$$I (\%) = 100 \times (A_{\text{contrôle}} - A_{\text{test}} / A_{\text{contrôle}})$$

A contrôle : absorbance du contrôle négatif

A test : absorbance d'extrait et de l'allopurinol.

II.4.5.3. Activité antimicrobienne *in vitro*

Les tests d'évaluation de l'activité antimicrobienne ont été réalisés au niveau du laboratoire de bactériologie, à l'hôpital de Koléa, Tipaza . Les tests bactériologiques ont été réalisés dans des conditions strictement aseptiques, afin d'éviter de toute contamination microbienne.

L'évaluation *in vitro* de l'activité anti bactérienne a été réalisée en par deux méthodes : la diffusion sur gélose à l'aide des disques pour observer les zones d'inhibition, et la dilution en milieu solide afin de déterminer les concentrations minimales inhibitrices (CMI).

✓ Identification des bactéries

Les différentes bactéries isolées à partir des urines reçues au laboratoire ont été identifiées selon :

- Aspect des colonies
- Coloration de Gram
- Tests d'orientation : test à la catalase, test à l'oxydase

- Galerie biochimique

Tableau V: Caractérisation des espèces bactériennes isolées

Espèce	Gram	Macroscopie	Microscopie	Caractères biologiques
<i>Escherichia coli</i>	Négatif	Colonies lisses, grisâtres à bords réguliers	Bacilles, isolés	Aéro-anaérobie facultatif
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Négatif	Colonies muqueuses, brillantes, visqueuses	Bacilles, souvent encapsulés	Aéro-anaérobie facultatif,
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Négatif	Colonies plates, pigmentées (vert-bleu), odeur caractéristique	Bacilles, mobiles	Strictement aérobie
<i>Serratia marcescens</i>	Négatif	Colonies pigmentées (rouges), lisses, brillantes	Bacilles, mobiles	Aéro-anaérobie facultatif,
<i>Morganella morganii</i>	Négatif	Colonies opaques, non pigmentées, parfois légèrement ondulées	Bacilles, mobiles	Aéro-anaérobie facultatif,
<i>Proteus sp.</i>	Négatif	Colonies envahissantes (aspect de voile), odeur	Bacilles, très mobiles	Aéro-anaérobie facultatif,

- Méthode de diffusion en milieu gélosé en utilisant la méthode des disques

✚ Préparation des milieux

○ Préparation de gélose nutritive GN

GN a été préparée pour le repiquage les souches bactériennes. 1000 ml d'eau distille ajouter à 28g de GN en poudre. Le mélange obtenu est soumis à une agitation continue, ensuite chauffé jusqu'à ébullition. L'autoclavage est requis pour la stérilisation. Le milieu préparé est ensuite conservé dans des flacons en verre.

○ Préparation de Mueller Hinton MH

Le milieu MH est utilisé pour l'étude de sensibilité aux antibiotiques, afin d'évaluer l'activité antimicrobienne de l'extrait de la plante.

1000 ml d'eau distillée ajouter à 38g de MH en poudre. Le mélange obtenu est soumis à une agitation continue. L'autoclavage est requis pour la stérilisation. Le milieu préparé est ensuite conservé dans des flacons en verre.



Figure 9 : Préparation des milieux de culture (Photo originale, 2025)

✚ Préparation des disques d'aromatogramme

Les disques ont été préparé partir du papier buvard, avec un diamètre de 6 mm. Qu'on a ensuite stérilisés à l'autoclave et conservés.



Figure 10 : Préparation des disques d'aromatogramme (Photo originale, 2025)

Repiquage des souches bactériennes

Pour avoir des cultures jeunes de 24 heures, On a repiqué les différentes souches bactériennes sur GN selon la technique des 4 quadrants à l'aide d'une anse de platine stérile. On les a ensuite incubées dans l'étuve à 37°C pendant 24 heures.

Préparation de l'inoculum bactérien

Pour chaque souche, un inoculum bactérien de 0,5 McF a été préparé en dissolvant 1 à 3 colonies (selon la taille de la colonie) bien isolées et parfaitement identiques dans 5 ml d'eau distillée

Ensemencement des souches

L'ensemencement se fait à l'aide d'un écouvillon dans les conditions standards de l'antibiogramme ;

- Un écouvillon stérile a été trempé dans la suspension bactérienne.
- L'écouvillon fermement a été essoré en tournant sur la paroi interne du tube, pour décharger au maximum.
- L'écouvillon a été frotté sur la totalité de la surface gélosée de haut vers le bas.
- Cette opération a été répétée 3 fois, en tournant la boîte Pétri de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même.
- Les 4 disques d'extrait a été déposé ainsi que le disque d'antibiotique (contrôle positif) à la surface du milieu à l'aide d'une pince stérile.

Incubation et lecture:

Après une incubation de 24 heures à 37 °C dans l'étuve, les résultats sont analysés en mesurant le diamètre des zones d'inhibition (en millimètres).

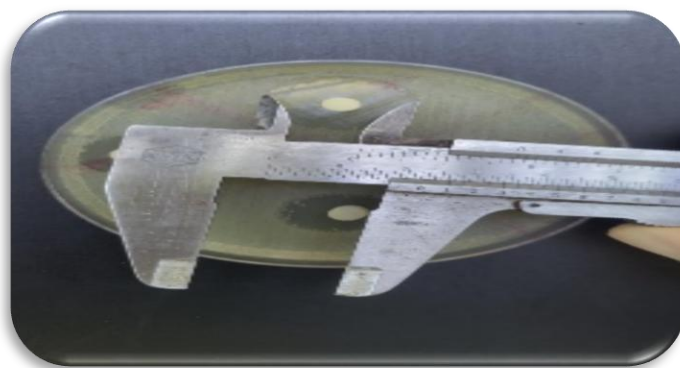


Figure 11: lecture des zones d'inhibition (Photo originale, 2025)

➤ **Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice :**

La Concentration Minimale Inhibitrice (**CMI**) désigne la concentration la plus faible d'un extrait végétal qui permet inhiber clairement le développement d'un microorganisme après une période d'incubation standardisée (de 18 à 24 heures). Elle offre la possibilité d'évaluer l'efficacité d'extrait contre un type spécifique de bactérie.

➤ **Protocole expérimentale**

Une micro dilution d'extrait de la plante *Erica arborea* L. à examiner est réalisée dans une microplaque contenant 90 µl de MH liquide. L'éventail de concentration est donc généré dans les puits. 90 µl de L'extrait *Erica arborea* L. a été ajouté dans le premier puits de chaque rangée, à partir duquel une dilution successive est réalisée. Ensuite, inoculez chaque puits avec 10 µl de la suspension bactérienne. Chaque deux rangée sont attribuée à une souche spécifique. Cette étude a été menée sur vingt souches, (**Figure12**). La CMI est déterminée à partir du premier puit de la série où il n'y a pas de croissance microbienne après une incubation de 18 à 24 heures à 37°C (**Chebaibi et al., 2016**). La résazurine a été utilisée comme indicateur de variabilité bactérienne. Permet de révéler la croissance microbienne par un changement de couleur du bleu au rose.

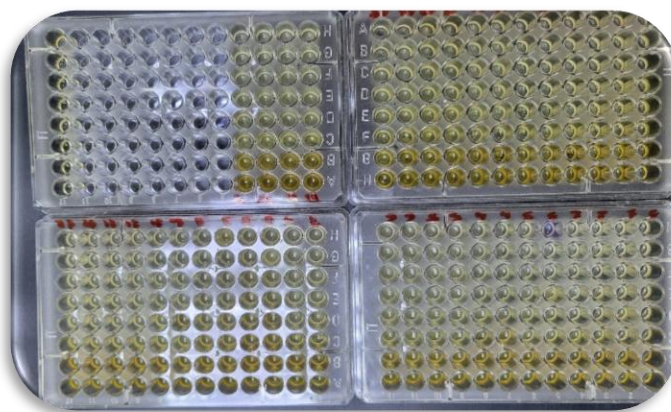


Figure12 : Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice

(Photo originale, 2025)

III.4.5.4. Etude statistique

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide d'un logiciel statistique Excel. Cette analyse visait à comparer l'effet antimicrobien de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. aux initibioatique références existants, ainsi à comparer l'effet antioxydant de l'extrait à celui acide ascorbique utilisée dans l'étude comme témoin positif. Aussi comparer l'effet anti lithiasique de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. À allopurinol c'est un traitement utilisé comme témoin positif

Pour ce faire, le test ANOVA (Analysis of Variance) a été utilisé, en considérant un seuil de signification $\alpha=0,05\%$, avec :

- $P > 0.05$: la différence est non significative.
- $P < 0.05$: la différence est significative.



Résultats
&
Discussion



III.1.Résultat du rendement

La méthode d'extraction représente une phase essentielle lors de l'isolement et de la récupération des composés phytochimiques présents dans une plante (**Do et al., 2014**). Elle est affectée par la composition chimique des substances bioactives, le procédé employé, et la dimension de l'échantillon végétal examiné (**Stalikas, 2007**).

L'éthanol à 96 % a été utilisé comme un solvant d'extraction en raison de ses caractéristiques physico-chimiques, le rendant particulièrement efficace pour extraire des composés bioactifs. Son caractère lui confère la capacité d'extraire efficacement une vaste variété de molécules, notamment les polyphénols, les flavonoïdes, les alcaloïdes et certains terpènes. En outre, l'éthanol est un solvant, non nocif et biodégradable, ce qui le rend particulièrement approprié pour des utilisations dans les secteurs pharmaceutique, alimentaire et cosmétique. Sa récupération après évaporation est également facilitée par son point d'ébullition, ce qui permet d'obtenir des extraits concentrés sans résidus nocifs.

Dans cette étude, Le rendement d'extraction d'*Erica arborea* L. par a été déterminé par rapport au matériel végétal sec. Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VI : Rendement d'extrait éthanolique par rapport à la matière végétale.

<i>Erica arborea</i>	Masse de la matière végétale	Masse de l'extrait	Rendement d'extraction (%)
Extraction	100g	16.62%	16,62%

D'après les résultats obtenus, le rendement d'extraction est modérément élevé. Il est de 16,62 % par rapport au poids initial de la poudre végétale.

Dans le présent travail les résultats sont proches à ceux obtenus par **Belarbi, (2018)**, qui montrent que l'extraction des composés phénoliques de l'extrait méthanolique des tiges de la plante *Erica Arborea* L. a donné un rendement d'environ de 16%.

Le rendement d'extraction de la présente étude est légèrement plus élevé que l'étude réalisée par **Amari et al.,(2023)** à Bejaia),où ils ont trouvé un rendement estimé à 15,81% dans

l'extrait méthanolique des feuillets et un rendement de 12,20% dans l'extrait des fleurs séparément

Le rendement obtenu par macération dans la présente étude sont supérieurs à ceux obtenus par décoction des feuilles rapportés par **Yaici *et al.*,(2021)**, mais inférieurs à ceux obtenus par décoction des fleurs dans la même étude.

Cette différence est liée à plusieurs facteurs tels que : la méthode d'extraction utilisée, le type de solvant, origine géographique de la plante et à la période de la récolte. Il y a d'autres facteurs comme : l'âge de la plante, la partie traitée de la plante, l'état du matériel végétal avant l'utilisation (**Abdelmounaim, 2013**).

III.2.Description de l'extrait obtenu

L'extrait obtenu par la macération à froid des feuillets et les fleurs de la plante *d'Erica arborea* L. est caractérisé par une couleur verte foncée, un aspect visqueux et une odeur végétale.

Les propriétés organoleptiques de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau VII: Couleur, aspect et odeur de l'extrait éthanolique de *Erica arborea* L.

	Couleur	Odeur	Aspect
Extrait éthanolique d' <i>Erica arborea</i> L.	verte foncée	végétale	visqueux

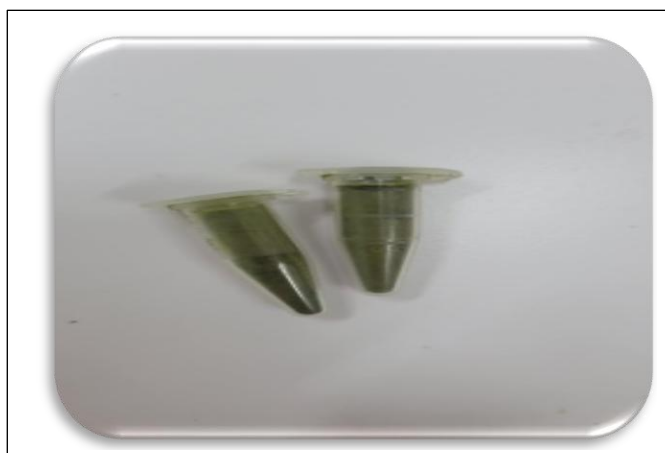


Figure 13 : Extrait des feuillets et des fleurs d'*Erica arborea* L.(Photo originale,2025)

III.3.Résultats du screening phytochimique

Le Screening phytochimique est une étape préliminaire qui permet d'identifier les principales catégories de métabolites secondaires présentes dans l'extrait de la plante d'*Erica arborea* L. à savoir ; les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins et les saponines, entre autres, qui sont reconnus pour leurs diverses activités biologiques.

Le criblage phytochimique repose sur les réponses spécifiques essentiellement liées à ; un changement de couleur, à la précipitation ou à la formation de mousse.

Les résultats sont classés selon l'apparition en :

-  forte présence : +++
-  présence modérée : ++
-  faible présence : +
-  absente :-

Le tableau ci-après reproduit les résultats obtenus qui relèvent les différentes classes de métabolites secondaires identifiées dans l'extrait de la bruyère :

Metabolites secondaires	Résultat
Terpanoide	+++
Glycoside	+++
Anthocyane (leuco-anthocyane)	+++
Tanins hydrosolubles	+++
Flavonoïdes	+++
Anthraquinones	–
Quinones libres	++
Acides aminés	–
Saponines (saponosides)	+++ (2,5 cm)
Coumarine	+
Polyphénol	+++
Alcaloïdes	++
Composés réducteurs	+++

Tableau VIII: Caractérisation des substances chimiques de l'extrait de la plante *Erica arborea* L.

Une première analyse phytochimique d'*Erica arborea* L. montre une richesse en composés bioactifs confirmant son intérêt dans le cadre de la phytothérapie. Le criblage de cette espèce se caractérise par une forte présence de terpènes, des glycosides, des composés réducteurs, des polyphénols, des saponines (saponosides), des tanins hydrosolubles, flavonoïdes, et des anthocyanes (leuco-anthocyane) . De présence modérée, alcaloïdes et

quinones libres ainsi qu'un faible taux de coumarines ont été également mis en évidence. En revanche, aucun acide aminé ou anthraquinone n'a été détecté.

Chacun de ces composés est connu pour ses effets pharmacologiques. Les polyphénols, des flavonoïdes et des anthocyanes se caractérisent particulièrement par leur très forte activité antioxydante piégeurs de radicaux libres (**Amari et al.,2023**). Les terpènes et les saponines possèdent des effets anti-inflammatoires, antimicrobiens et immunomodulateurs, soutenant l'utilisation traditionnelle de la plante en cas de problèmes respiratoires et urinaires (**Djouher et al., 2021**).

Des études antérieures soutenant son intérêt thérapeutique sont à la fois consacrés à son activité anti-urolithiasique par inhibition de la cristallisation de l'oxalate de calcium (**Amari et al., 2023**).

Ces résultats sont conformes à ceux rapportés par **Guendouze et al., (2015)** qui ont trouvé de fortes concentrations de flavonoïdes (y compris la quercétine, le kaempférol et la myricétine) dans les extraits de feuilles d'*E. arborea* L. De même, **Amari et al .,(2023)** ont démontré une forte teneur totale en polyphénols, flavonoïdes , terpénoïdes et tanins hydrosoluble dans les extrait de la plante.

La présence modérée en quinones libres, ainsi que la présence de saponines ont été confirmées par **Amari et al., (2023)**, en attribuant de possibles rôles dans les activités antimicrobien efficace de la plante.

D'autre part, la présence des anthocyanes en forte concentration dans la présente étude ne correspond pas avec leur absence totale dans étude de (**Amari et al.,2023**). Leur détection au sein de nos résultats pourrait être due aux conditions écologiques spécifiques du site de récolte ou aux techniques d'extraction particulières utilisées.

Certaines études convergent avec nos données concernant la détection de glycosides et des composés réducteurs (**Yaici et al., 2021 ; Amari et al.,2023**).

L'absence des anthraquinones ainsi que des acides aminés concorde parfaitement avec les données de littérature qui documentent rarement leur présence.

III.4.Résultats du screening pharmacologique

III.4.1Résultats l'activité antioxydante

L'activité antioxydante de l'extrait éthanolique réalisé par le test DPPH a été exprimée en pourcentage d'inhibition d'extrait les radicaux libres DPPH et en concentration inhibitrice médiane (IC50).

Sur la base des mesures effectuées sur l'extrait éthanolique de la plante, les pourcentages d'inhibition du DPPH ont été calculé selon la formule précédemment décrite.

Le pourcentage d'inhibition augmente progressivement en fonction de la concentration de l'extrait

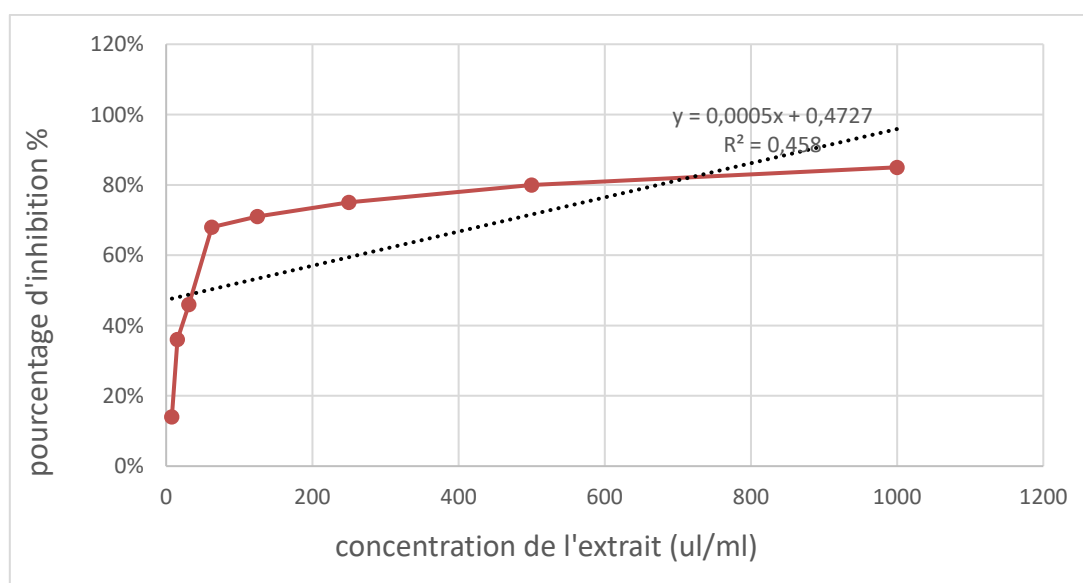


Figure 14 : Pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L.

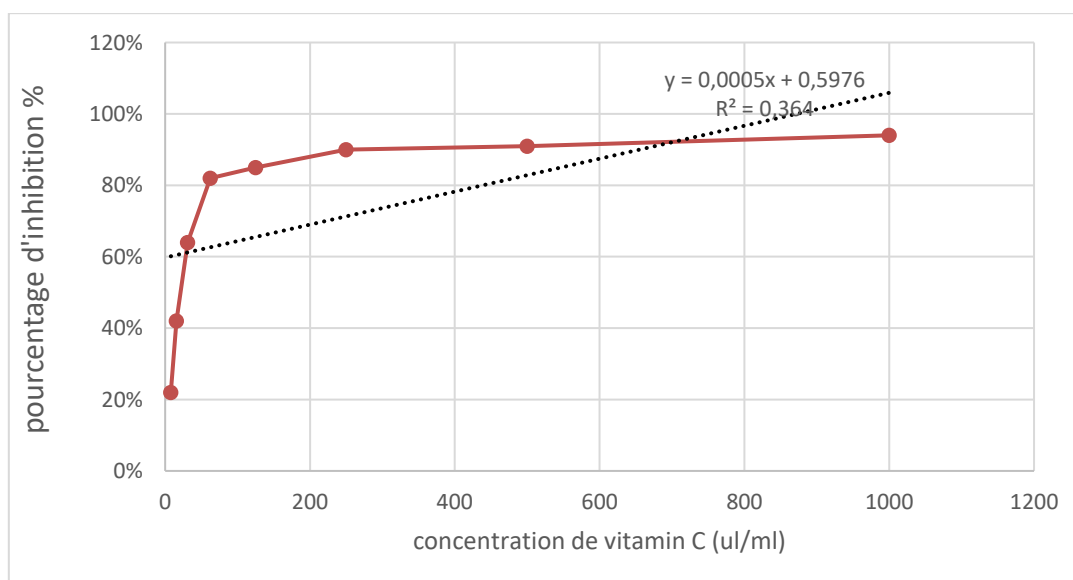


Figure 15 : Pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'acide ascorbique

L'activité antioxydante de l'acide ascorbique (vitamine C) utilisé comme témoin positif est nettement supérieure à celle de l'extrait. Ce dernier présente des pourcentages assez importants dans les concentrations les plus élevées.

Ces résultats suggèrent que l'extrait d'*Erica arborea* L. a une activité antioxydante significative. Cette évolution dose-dépendante indique une corrélation directe entre la concentration de l'extrait et sa capacité anti radicalaire.

Résultats d'IC50

L'IC50 correspond à la concentration nécessaire de l'extrait pour inhiber 50 % du radical DPPH. Les IC50 sont généralement calculées graphiquement.

D'après les graphes, L'analyse effectuée a montré que l'extrait a la capacité de diminuer le DPPH en cédant un atome d'hydrogène. Les données (Figure) ont démontré que l'extrait a capturé le radical DPPH, avec une valeur (CI50 = 36.6 µg/ml). Ce chiffre dépasse celui de la vitamine C, qui possède une valeur CI50 de 21.2 µg/ml

En comparaison avec d'autres recherches, une étude antérieure sur les extraits des fleurs d'*Erica Arborea* L.a démontré une concentration inhibitrice des radicaux libres de DPPH de $15,31 \pm 1,2$ mg/ml (Yaici *et al.*, 2019).

Selon la recherche d'Ay *et al.*,(2007), l'extrait d'acétate d'éthyle provenant des parties mixtes (feuilles et fleurs) d'*E. arborea* L..a démontré une activité antioxydante supérieure comparée aux autres extraits lors du test DPPH.

D'après une étude réalisée par Amari *et al.*,(2023), l'ensemble des extraits a démontré sa capacité à capturer le radical DPPH, avec des valeurs du CI50 entre 38,18 et 60,16 µg/ml pour les feuilles, et entre 17,72 et 65,29 µg/mL pour les fleurs séparément.

En outre, une autre recherche utilisant des feuilles séchées de la même plante, macérées dans du méthanol, a révélé des indices d'inhibition plus élevés (approximativement 154,73 µg/mL) (Suna *et al.*, 2018).

Ainsi, l'importante capacité antioxydante des extraits d'*E. arborea* L. provenant de différentes parties de la plante pourrait être attribuée à leur concentration en composés antioxydants naturels (Luis *et al.*, 2011 ; Köroğlu *et al.*, 2018).

III.4.2. Résultat de l'activité anti-lithiasique

L'activité anti-lithiasique *in vitro* de l'extrait éthanolique de la plante a été évaluée par son effet sur la nucléation des cristaux d'oxalate de calcium (CaOx). Le tableau ci-dessous montre le pourcentage d'inhibition obtenu à différentes concentrations de 62,5 à 1000 µg/ml par rapport à l'allopurinol, un médicament standard largement utilisé contre la lithiase urinaire.

Les résultats de l'évaluation de l'activité anti-lithiase d'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. sont représenté dans les graphes suivants :

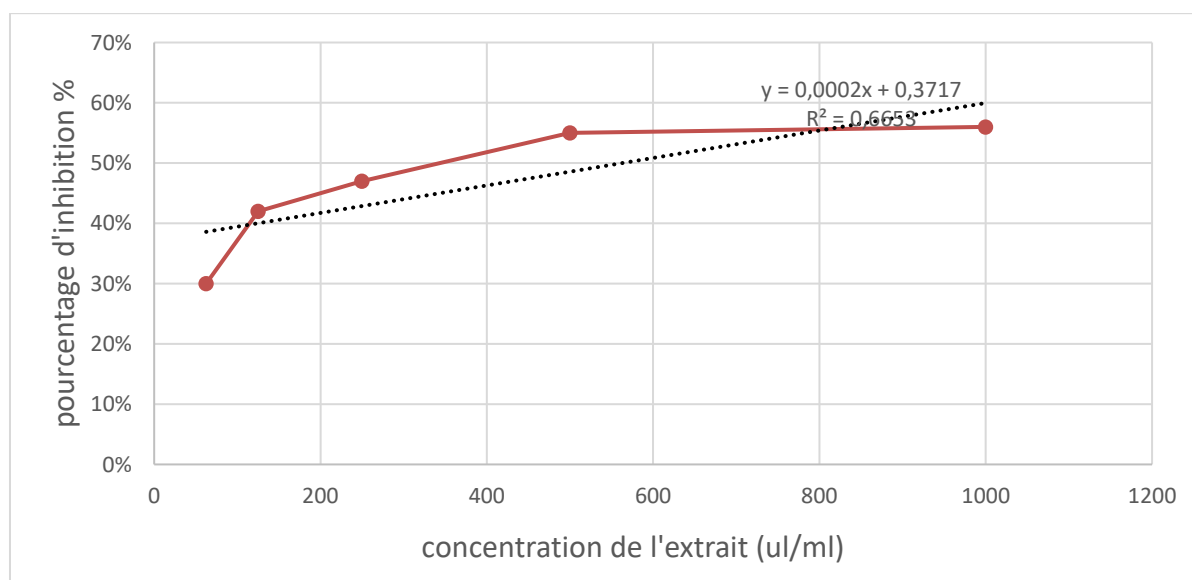


Figure 16 : Pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L.

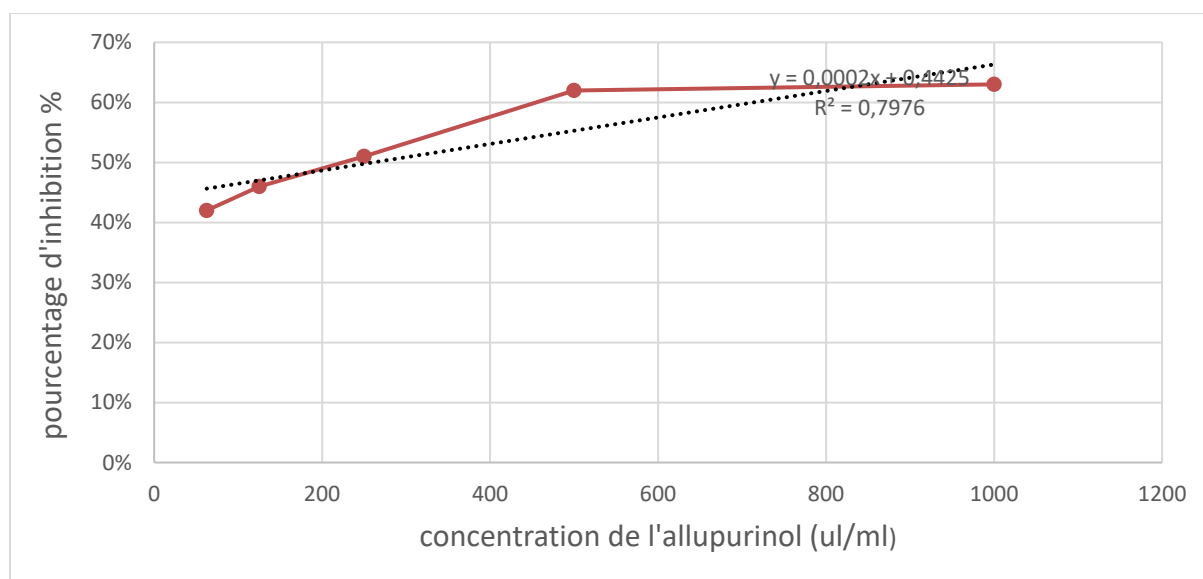


Figure 17 : Pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'allopurinol.

L'effet inhibiteur de l'extrait de plante *Erica arborea* L. sur la nucléation augmente proportionnellement avec la concentration.

À la dose la plus faible (62,5 µg/mL), le pourcentage d'inhibition est de 39 %. Ce dernier augmente progressivement jusqu'à atteindre 56 % à 1 000 µg/mL. Bien que, l'allopurinol a montré des taux d'inhibition plus élevés sur toute la plage de concentrations (42 % à 62,5 µg/mL et 65 % à 1000 µg/ml), les résultats de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L.s'approchent de ceux de ce médicament allopuniriol avec un écart de 07% dans les plus grandes concentrations.

D'après les graphes, ces résultats montrent que l'extrait de la plante possède une activité anti-lithiasique modérée et présente un effet inhibiteur dose-dépendant sur la nucléation des cristaux d'oxalate de calcium.

Ces observations sont similaires avec les travaux antérieurs rapportés par **Amari et al.,(2023)**, qui ont démontré que l'extrait méthanolique d'*E. arborea* L. présentait un taux d'inhibition très élevé.

Les différences qu'a été observées dans la présente étude pourraient être attribuées à la nature des plantes étudiées, à la méthode d'extraction, ou encore à la composition chimique spécifique des extraits utilisés.

Selon **Ahmed et Hasan.,(2017)**, les parties aériennes de la plante, en particulier les feuilles et les fleurs, sont reconnues pour leurs effets anti-lithiasiques. En effet, ce sont les composés tels que les flavonoïdes, les tanins, les terpénoïdes et les saponines qui jouent un rôle

important dans l'activité anti-lithiasique en interférant avec la croissance des cristaux d'oxalates de calcium (Ahmed *et al.*, 2018 ; Gupta et Kanwar., 2018).

III.4.3.Resultat de l'activité antimicrobienne

III.3.4.3.1.Résultats d'étude clinique

Au total, 20 patients (homme /femme) présentant des symptômes cliniques d'infection urinaires ont été inclus dans cette étude. Les différents résultats analytiques sont présentés sous forme de tableaux récapitulatifs et de graphiques.

📊 Répartition des patients selon l'âge

La répartition des patients par âge était clairement dominée par les adultes, représentant 95 % des cas, tandis que les enfants ne représentaient que 5 %. Cette prédominance s'explique par le fait que les adultes sont plus exposés aux facteurs de risque favorisant ces infections.

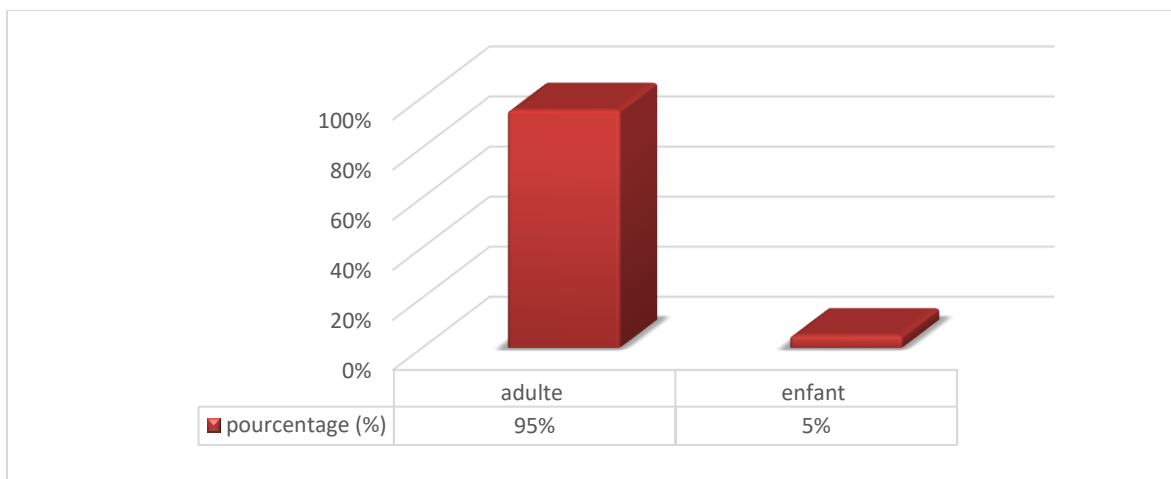


Figure 18 : Répartition des patients selon l'âge.

📊 Répartition des patients selon le sexe

Dans la population étudiée, on constate une nette prédominance féminine, avec 70 % des cas chez les femmes et 30 % chez les hommes. Cette différence est aux facteurs anatomiques et physiologiques qui rendent les femmes plus sensibles aux infections urinaires.

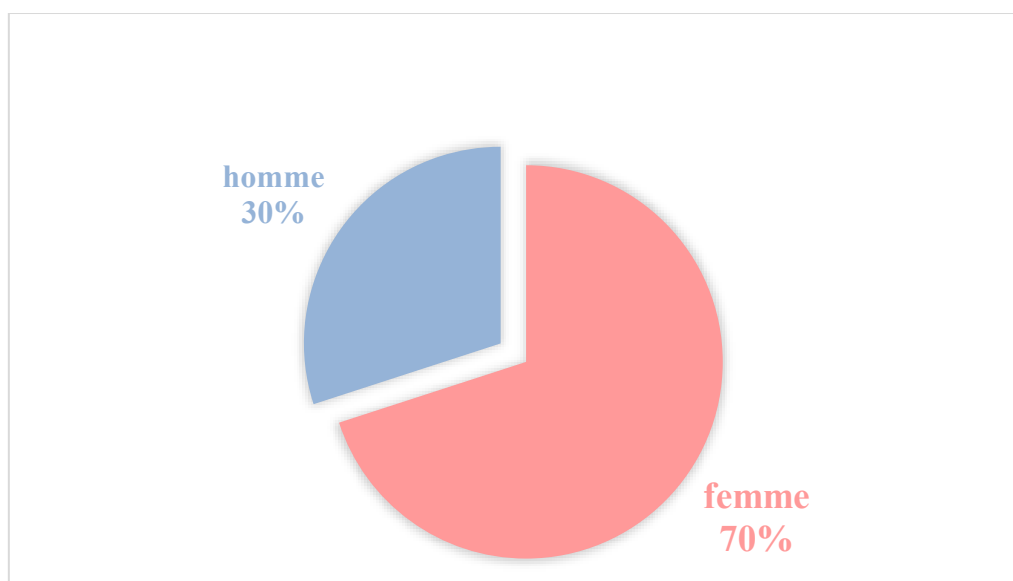


Figure 19 : Répartition des patients selon le sexe.

🚦 Répartition selon la fréquence des germes isolés

Parmi les agents uropathogènes isolés, *Escherichia coli* était le plus fréquent (45%), suivi de *Klebsiella pneumoniae* (25 %) et de *Pseudomonas aeruginosa* (15 %). Des espèces moins courantes telles que *Serratia marcescens*, *Morganella morganii* et *Proteus sp* représentaient chacune 5 % des isolats. Cette répartition confirme la prédominance d'E. coli dans les infections urinaires.

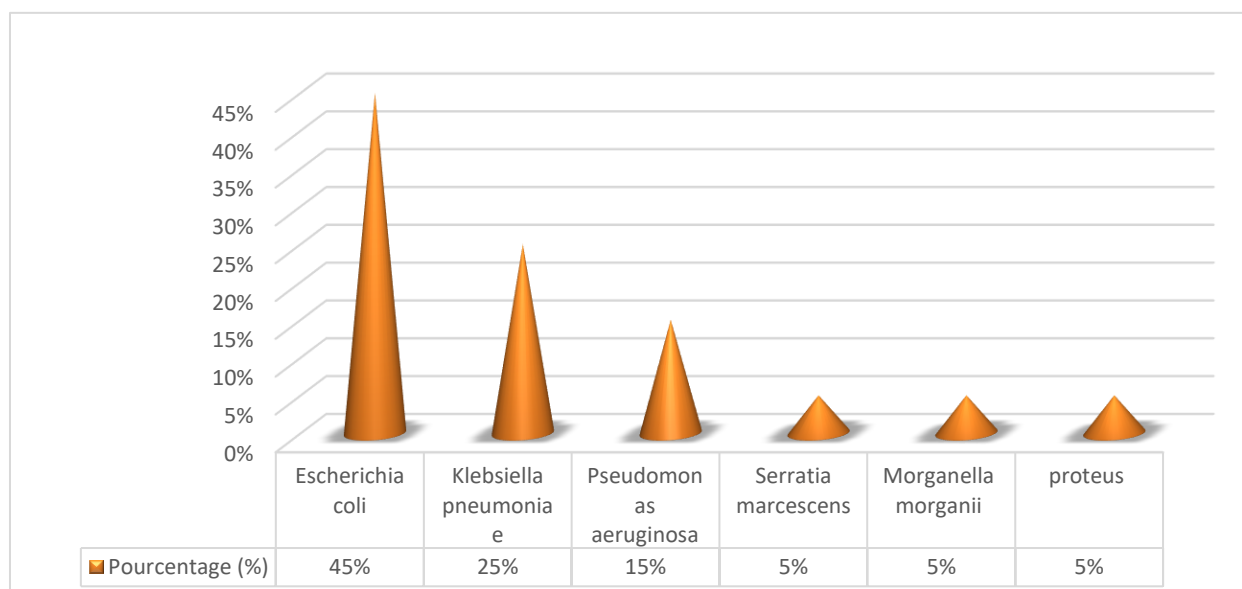


Figure 20 : Répartition selon la fréquence des germes isolés

L'ensemble des souches isolées ont été caractérisés en fonction de leurs caractéristiques de coloration de Gram, de leurs caractéristiques morphologiques et de leurs propriétés biochimiques.

Tableau IX : Caractéristiques biochimiques des bactéries isolées.

les souches	La forme	Coloration de gram	Oxydase	Catalase	Coagulation	Hémolyse
<i>Escherichia coli</i>	Bacille (bâtonnet)	-	-	+	/	β -hémolyse (variable)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bacille	-	+	+	/	β -hémolyse (variable)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cocci en grappe (sphere)	+	-	+	+	β -hémolyse
<i>Enterococcus faecalis</i>	Cocci en chaînette	+	-	+	/	γ ou α -hémolyse
<i>Klebsiella pneumonia</i>	Bacille	-	-	+	/	γ -hémolyse
<i>Serratia marcescens</i>	Bacille	-	+	+	/	β -hémolyse
<i>Morganella morganii</i>	Bacille	-	+	+	/	γ -hémolyse
<i>Proteus sp</i>	Bacille pléomorphe	-	+	+	/	β -hémolyse

Résultat de la méthode de diffusion en milieu gélosé en utilisant la méthode des disques.

Selon la méthode décrite par **Boudjouref,(2011)**. L'échelle d'interprétation de l'activité antimicrobienne, proposée par **Mutai et al., (2009)**, classe les diamètres observés en cinq catégories :

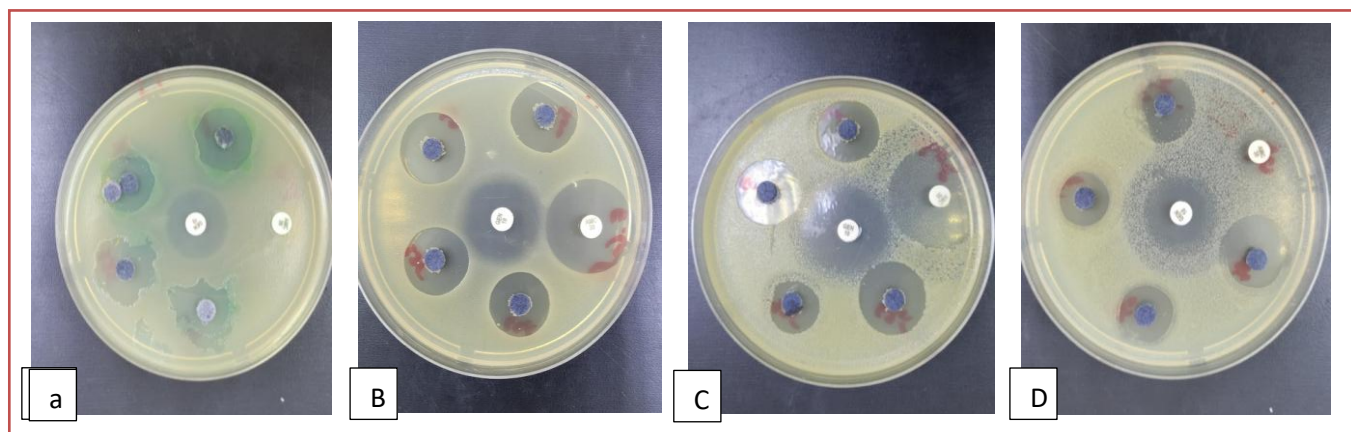
- ≥ 30 mm: très fortement inhibitrice.
- 21 mm à 29 mm: fortement inhibitrice.
- 16 mm à 20 mm: modérément inhibitrice.
- 11 mm à 15 mm: légèrement inhibitrice.
- < 10 mm: non inhibitrice.

La mesure de diamètre d'inhibition, contre 4 espèces des souches bactériennes de références (ATCC) (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Entrecoccus faecalis*), et 7 souches uropathogènes (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acintobacter baumannii*, *Morganella morgani*, *Serratia marcescens*, *proteus sp*).

✚ Les résultats de l'activité antimicrobienne de l'extrait éthanolique vis-à-vis des souches bactérie (ATCC) vis-à-vis sont résumés dans le **Tableau X et la Figures 21**.

Tableau X : Diamètres des zones d'inhibition des souches des références (ATCC).

Extrait d' <i>Erica arborea</i> L(mm)			Antibiotique (mm)			
Souches ATCC	50ul/ml	Interprétation	Ampicilline	Interprétation	Gentamicine	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	23±0,2mm	Fi	0	Ni	21±0,3 mm	Fi
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	19±0,1mm	Fi	32±0,2mm	Tfi	23±0,2mm	Fi
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	22±0,1mm	Fi	32±0,2mm	Tfi	28±0,1mm	Fi
<i>Entrecoccus faecalis</i> ATCC 29212	20±0,2mm	Mi	12±0,1mm	Li	23±0,1mm	Fi
Tfi : très fortement inhibitrice, Fi : fortement inhibitrice, Mi : modérément inhibitrice, Li : légèrement inhibitrice, Ni : Non inhibitrice.						



A: *Pseudomonas aeruginosa* B: *Escherichia coli* C: *Staphylococcus aureus* D: *Enterococcus faecalis*

Figure 21 : Activité antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L.

(Photos originale, 2025)

Dans cette étude les résultats de l'activité antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*E. arborea* L. vis-à-vis d'*E.coli* et *Pseudomonas aeruginosa* sont en désaccord avec les résultats de **Yaici *et al.*, (2019)** qui rapportent une absence totale d'activité des extraits aqueux des feuilles et des fleurs d'*Erica arborea* L. contre ces dernières et une activité contre ; *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Bacillus cereus*.

Les résultats obtenus de l'activité antimicrobienne sur les bactéries uropathogènes vis-à-vis de l'extrait éthanolique sont résumés dans le Tableau XI et la Figures 22.

Tableau XI : Diamètres des zones d'inhibition des souches uropathogènes.

Souches uropathogènes	Zone d'ihinibition d'Extrait d' <i>Erica arborea</i> (mm)		Zone d'ihinibition d'Antibiotique (mm)			
	50ul/ml	Interprétation	kanamycine	Interprétation	gentamicine	Interprétation
<i>Escherichia coli</i> 1	21± 0,3mm	Fi	/	/	14±0,2mm	Li
<i>Escherichia coli</i> 2	21±0,1mm	Fi	/	/	18±0,1mm	Mi
<i>Escherichia coli</i> 3	20±0,1mm	Mi	/	/	22±0,4mm	Fi
<i>Escherichia coli</i> 4	20±0.2mm	Mi	/	/	0	Ni
<i>Escherichia coli</i> 5	12±0,4mm	Li	/	/	22±0,4mm	Fi
<i>Escherichia coli</i> 6	21±0,2mm	Fi	/	/	26±0,3mm	Fi

<i>Morganella morgana</i> 7	22±0,2mm	Fi	/	/	15±0,3mm	Li
<i>Serratia marcescens</i> 8	20±0,1mm	Mi	/	/	19±0,3mm	Mi
<i>Klebsiella pneumonia</i> 9	13±0,1mm	Li	/	/	9±0,1mm	Ni
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 10	24±0,4mm	Fi	/	/	20±0,1mm	Mi
<i>Escherichia coli</i> 11	29±0,3mm	Fi	11±0,3mm	Li	/	/
<i>Escherichia coli</i> 12	29±0,1mm	Fi	11±0,1mm	Li	/	/
<i>Escherichia coli</i> 13	14±0,3mm	Li	20±0,1m	Mi	/	/
<i>Klebsiella pneumonia</i> 14	17±0,2mm	Mi	0	Ni	/	/
<i>Klebsiella pneumonia</i> 15	20±0,2mm	Mi	16±0,2mm	Mi	/	/
<i>Klebsiella pneumonia</i> 16	22±0,2mm	Fi	23±0,2mm	Fi	/	/
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 17	23±0,1mm	Fi	0	Ni	/	/
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 18	22±0,3mm	Fi	18±0,1mm	Mi	/	/
<i>Serratia marcescens</i> 19	20±0,1mm	Mi	23±0,2mm	Fi	/	/
<i>Proteus</i> 20	24±0,1mm	Fi	0	Ni	/	/
Tfi : très fortement inhibitrice, Fi : fortement inhibitrice, Mi : modérément inhibitrice, Li : légèrement inhibitrice, Ni : Non inhibitrice.						

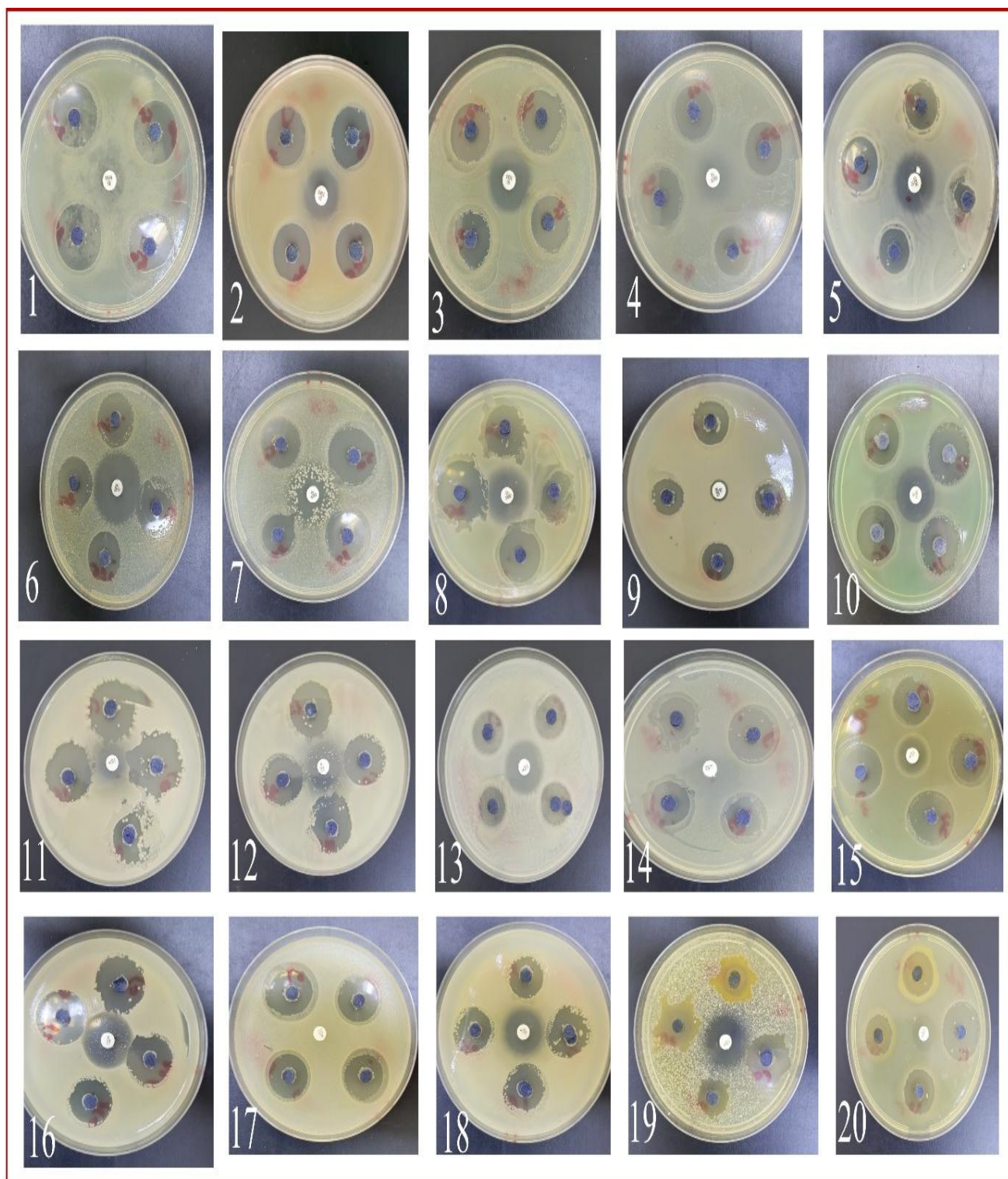


Figure 22 : Sensibilité des souches bactériennes contre l'extrait éthanolique

(Photos originales, 2025)

Dans la présente étude, l'activité antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*E.arborea* L vis-à-vis d'*E.coli* sont en accord avec les données de nombreux auteurs (Sebti *et al.*, 2010 ;

Guendouz et al., 2015). Ainsi, dans une étude menée par **Guendouze et al .,(2015)** sur l'effet antimicrobien de l'extrait méthanolique de la partie aérienne d'*E.arborea* L. a donné un effet antimicrobien vis-à-vis d'*E.coli* et *P.aeruginaso* .

Tandis que les résultats de cette étude, sont nettement supérieure à celui publiés par **Amari et al .,(2023)**, qui ont trouvé que des zones d'inhibition de 10,11 mm à 11,94 mm pour l'extrait méthanolique des feuilles et 7,73 à 13,88 mm pour l'extrait méthanolique des fleurs.

La méthode d'évaluation de l'activité antimicrobienne, le type et la structure moléculaire des composants actifs, la dose ajoutée, le type des micro-organismes ciblés sont des facteurs pouvant largement influencer l'activité antimicrobienne (**Cowan, 1999**).

Résultat de la concentration minimale inhibitrice

CMI obtenu pour l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. a été trouvé avec des valeurs qui varient de 5 mg /ml à 10 mg/ml.

Les résultats de la CMI montrent que la concentration minimale inhibitrice de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. relativement modérée, ce qui est certainement lie à la composition complexe de l'extrait éthanolique ou à certaines molécules bioactives .

La présentation photographique des différents résultats obtenus par la méthode de macrodilution.

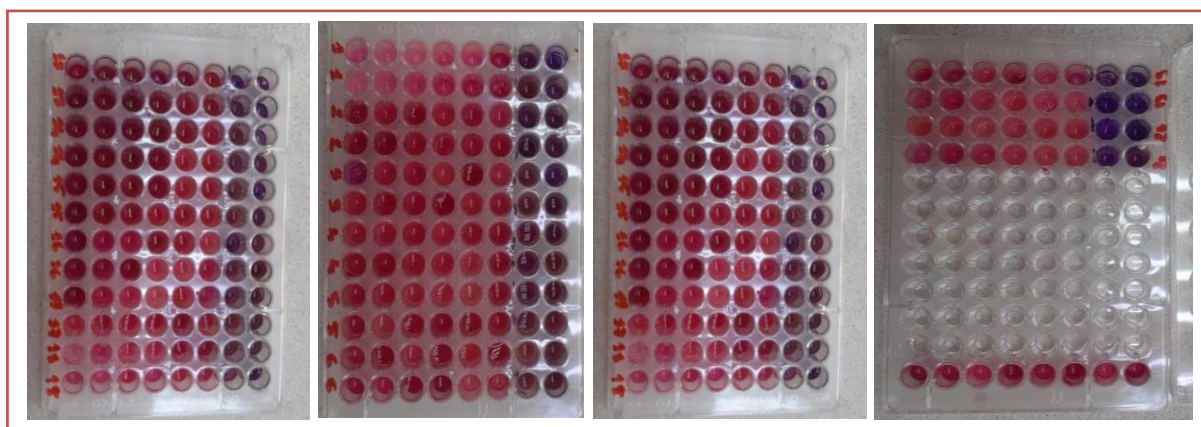


Figure 23 : Détermination la concentration minimale inhibitrice de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L.

Ces résultats corroborent ceux de **Guendouze-Bouchefa *et al.*, (2015)**, qui ont constaté que l'extrait avait des effets antimicrobiens sur les parties aériennes d'*Erica arborea* L. avec une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 500 mg/ml.

De plus, une étude sur *Erica arborea* L. menée en Turquie a révélé que l'extrait de cette espèce avait des effets actifs. Il avait un effet inhibiteur significatif contre *Escherichia coli*. La CMI de l'extrait fluctuait entre 31,25 et 62,50 µl/ml (**Kivçak *et al.*, 2013**).

Par ailleurs, selon **Amari *et al.*, (2023)**, Les résultats de cette étude ont montré que les extraits de feuilles et de fleurs d'*Erica arborea* L. présentaient des concentrations minimales inhibitrices (CMI) variables, qui étaient respectivement de $1,07 \pm 1,14$ mg/mL et de $2,45 \pm 0,49$ mg/mL.



Conclusion



Conclusion

En conclusion, cette étude met en évidence le potentiel thérapeutique d'*Erica arborea* L., une plante médicinale traditionnelle dont les propriétés biologiques ont été scientifiquement évaluées.

Les résultats montrent que l'extrait des feuilles et des fleurs de cette plante possèdent des activités intéressantes sur plusieurs plans. Sur le plan anti-lithiasique, *Erica arborea* a montré une capacité à inhiber la nucléation des cristaux d'oxalate de calcium de manière dose-dépendante, ce qui suggère un rôle potentiel dans la prévention des calculs rénaux.

Par ailleurs, son activité antimicrobienne est révélée efficace contre différentes souches uropathogènes, notamment (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumonia*, *Serratia marcescens*, *Morganella morganii* et *proteus sp*) avec des diamètres des zones d'inhibition intéressantes. Les zones d'inhibition observées, allant de 12 mm à 29 mm. Ces résultats confirment l'efficacité de cette plante médicinale contre des bactéries uropathogènes variées et appuient son usage traditionnel dans le traitement des infections urinaires. Ils suggèrent également la possibilité de développer des formulations antimicrobiennes à base de cette plante, notamment dans un contexte de résistance croissante aux antibiotiques classiques.

En ce qui concerne l'activité antioxydante de l'extrait éthanolique a montré une capacité inhibitrice significative comparativement avec l'acide ascorbique avec un IC 50 égal à 36.6 µg/ml, indiquant une richesse en composés phénoliques. Ces résultats soutiennent l'utilisation traditionnelle de cette plante dans le traitement des infections urinaires.

Ces différentes activités biologiques soulignent l'intérêt d'approfondir les recherches sur cette plante, notamment à travers des études in vivo et une analyse phytochimique plus poussée, afin de mieux identifier et isoler les principes actifs responsables de ces effets. L'étude approfondie de la plante *Erica arborea* L. ouvre des perspectives prometteuses dans le domaine de la phytothérapie des affections urinaires, Grâce à ses propriétés antilithiasiques démontrées, cette plante pourrait servir de base à la formulation de médicaments naturels destinés à la prévention ou au traitement de la lithiase urinaire, ainsi que des infections urinaires associées. Par ailleurs son usage traditionnel sous forme de tisane pourrait être valorisé scientifiquement comme solution complémentaire ou alternative dans le traitement des calculs rénaux.

A

Abdelmounaïm, K.H., Mourad, B., Fethi, B., Chafika, B., Djamel-Eddine, A., Alin, M., & Jean, C. (2013). Evaluation of the MRSA sensitivity to essential oils obtained from four Algerian medicinal plants. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(7), 18-24.

Ahmed, S., & Hasan, M.M. (2017). Antiurolithiatic plants of Acanthaceae ... *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(5), 156-182.

Abdelmounaim, K. (2013). Effet inhibiteur de certains extraits de plantes aromatiques sur des souches de *Staphylococcus aureus*. Mémoire de Master, [Université], 158 p.

Ahmed, S., Hasan, M.M., & Mahmood, Z.A. (2016). Antiurolithiatic plants: multidimensional pharmacology. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(2), 4–24.

Ahmed, S., Hasan, M.M., Khan, H., Mahmood, Z.A.S., & Patel, S. (2018). The mechanistic insight of polyphenols in calcium oxalate urolithiasis mitigation. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 106, 1292–1299.

Ait Youssef, M. (2006). Plantes médicinales de Kabylie (pp. 37–38). Ibis Press, Paris.

Alam, M.N., Bristi, N.J., & Rafiquzzaman, M. (2013). Review on in vivo and in vitro methods for evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21(2), 143–152.

Almada-Taylor, G., Díaz-Rubio, L., Salazar-Aranda, R., Waksman de Torres, N., Uranga-Solis, C., Delgadillo-Rodríguez, J., et al.(2018). Biological activities of extracts from aerial parts of *Salvia pachyphylla* Epling ex Munz. *Plants*, 7, 1055.

Allami, R.H., Mouhamad, R.S., Abdulateef, S.A., & al-Khafaji, K.A. (2020). Antimicrobial activity of a herbal mixture extract combination on microorganisms isolated from urinary tract infection. *Research*, 5, 1346–1351.

Amezouar, F., Benaissa, M., Hsaine, M., Badri, W., Bourhim, N., & Fougrach, N. (2010). Contribution à la valorisation des ressources naturelles marocaines via une étude phytochimique et biologique des feuilles de la bruyère arborescente (*Erica arborea* L.). *GEPROC4*, 2, 1–10.

Amezouar, F., Badri, W., Hsaine, M., Bourhim, N., & Fougrach, H. (2013). Évaluation des activités antioxydante et anti-inflammatoire de *Erica arborea* L. du Maroc. *Pathologie Biologie*, 61, 254–258.

Références Bibliographiques

Ammor, K., Mahjoubi, F., Boust, D., & Chaqroune, A. (2020). Ethnobotanical survey of medicinal plants used in the treatment of kidney stones in the region of Fez-Meknes, Morocco. *Ethnobotany Research and Applications*, 19, 50.

Amroun, D., Hamoudi, M., Khennouf, S., Boutefnouchet, S., Harzallah, D., Amrane, M., & Dahamna, S. (2021). In-vivo anti-inflammatory activity and safety assessment of the aqueous extract of Algerian *Erica arborea* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 271, 113881.

Aryal, S., Baniya, M.K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from western Nepal. *Plants*, 8, 96.

Aubert, G. (1978). Relations entre le sol et cinq espèces d'Éricacées dans le sud-est de la France. *Oecologia Plantarum*, 13, 253–269.

Awolola, G.V., Koorbanally, N.A., Chenia, H., Shode, F.O., & Baijnath, H. (2014). Antibacterial and anti-biofilm activity of flavonoids and triterpenes isolated from extracts of *Ficus sansibarica* Warb. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 11(3), 124–131.

Ay, M., Bahadori, F., Öztürk, M., Kolak, U., & Topçu, G. (2007). Antioxidant activity of *Erica arborea*. *Fitoterapia*, 78, 571–573.

Amin, M.M., Mir Sawhney, S.S., & Jassal, M.M.S. (2013). Qualitative and quantitative analysis of phytochemicals of *Taraxacum officinale*. *Wudpecker Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2(1), 1-5.

Amari, S., Karbab, A., Arrar, L., & Charef, N. (2023). Fractionation, phytochemical screening and antioxidant activity of different sub-fractions from leaves and flowers of *Erica arborea* L. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 11(4), 830-837.

Azzi, R., Djaziri, R., Lahfa, F., Sekkal, F.Z., Benmehdi, H., & Belkacem, N. (2012). Ethnopharmacological survey of medicinal plants used in diabetes treatment in NW & SW Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6, 2041-2050.

Références Bibliographiques

B

Beghalia, M., Ghalem, S., Allali, H., Belouatek, A., & Marouf, A. (2008). Inhibition of calcium oxalate monohydrate crystal growth using Algerian medicinal plants. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2, 66-70.

Bekroyves, A., Janat, A., Mamyr, B.B., Boua, B., Fézan, H.T., & Ehouan, E. (2007). Étude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthamiana*. *Sciences & Nature*, 4(2), 217-225.

Belarbi, K. (2018). Étude phytochimique et activité biologique de deux plantes médicinales de la région de Tlemcen : *Teucrium pseudo-scorodonia* Desf. et *Erica arborea* L. Thèse de doctorat, Université Abou-Bekr-Belkaid, Tlemcen, 105 p.

Benarba, B., Belabid, L., Righi, K., Bekkar, A.A., Melouissi, M., Khaldi, A., & Hamimed, A. (2015). Ethnobotanical study of medicinal plants in Mascara (Algeria). *Journal of Ethnopharmacology*, 175, 626-637.

Ben Sassi, A., Harzallah-Skhiri, F., Bourgougnon, N., & Aouni, M. (2008). Antiviral activity of some Tunisian medicinal plants against HSV-1. *Natural Product Research*, 22, 53-65.

Bessah, R., & Benyoussef, E.H. (2014). Essential oil composition of *Erica arborea* L. leaves from Algeria. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(5), 931-935.

Bouaziz, A., Khennouf, S., Abu Zarga, M., Abdalla, S., Baghiani, A., & Charef, N. (2015). Phytochemical analysis, hypotensive effect and antioxidant properties of *Myrtus communis* L. growing in Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5, 19-28.

Boubaker, A., Kayouli, L., & Buldgen, A. (2004). Composition chimique et teneur en composés phénoliques des espèces arbustives du nord-ouest de la Tunisie. In A. Ferchichi (éd.), *Options Méditerranéennes*, 64(1), 315-317.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. (1995). Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 28, 25-30.

Brosse, J. (2010). Larousse des arbres : dictionnaire de 1600 arbres et arbustes : botanique, mythologie, histoire : pour tout savoir sur les espèces qui peuplent nos contrées. Larousse.

Boudjouref, M. (2011). Étude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Mémoire de Magister, Univ. Ferhat-Abbas, Sétif.

Références Bibliographiques

C

Chalopin, J.-M., & Chabannes, E. (2008). Urologie-néphrologie : clinique et soins infirmiers. Lamarre.

Chebaibi, A., Marouf, Z., Rhazi Filali, F., Fahim, M., & EdDra, A. (2016). Évaluation du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc. *Phytothérapie*, 14, 355–362.

Charef, N., Sebti, F., Arrar, L., Djarmouni, M., Boussoualim, N., Baghiani, A., et al. (2015). Synthesis, characterization, X-ray structures and biological activity of some metal complexes ... *Polyhedron*, 85, 450–456.

Christenhusz, M.J.M., & Byng, J.W. (2016). The number of known plant species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201–217.

Chevalier, A. (1972). Note sur *Erica arborea* et l'emploi de ses souches dans la fabrication des pipes. *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Coloniale*, 74.

Cowan, M.M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564-582.

Cronquist, A. (1988). The Evolution and Classification of Flowering Plants. NYBG.

D

Daudon, M., Traxer, O., Lechevallier, E., & Saussine, C. (2007). Épidémiologie des lithiases urinaires. In *Rapport AFU*, 802-814.

Derrichson, B., & Tortora, G.J. (2016). Manuel d'anatomie et de physiologie humaine (2^e éd.). De Boeck.

Demirkiran, O., Topçu, G., Bahadori, F., Ay, M., Nazemiyeh, H., & Choudhary, I. (2010). Two new phenylpropanoid glycosides from *Erica arborea*. *Helvetica Chimica Acta*, 93, 77–89.

Do, Q.D., Angkawijaya, A.E., Tran-Nguyen, P.L., Huynh, L.H., Soetaredjo, F.E., Ismadji, S., & Ju, Y.H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(3), 296–302.

E

Références Bibliographiques

Eddaikra, N., Boudjelal, A., Sbabdji, M.A., Eddaikra, A., Boudrissa, A.E.K., Bouhenna, M.M., et al. (2019). Leishmanicidal activity of Algerian plants. *Journal of Medical Microbiology and Infectious Diseases*, 7(3), 66-71.

Edeoga, H.O., Okwu, D.E., & Edeoga, B.A. (2005). Studies on leaves of *Ocimum gratissimum*. *Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 2(2), 44-47.

F

Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., et al. (2008). Phenolics of *Cynara cardunculus*. *Comptes Rendus Biologies*, 331, 372-379.

Flores-Mireles, A.L., Walker, J.N., Bauman, T.M., et al. (2016). Fibrinogen on urinary catheters. *Journal of Urology*, 196, 416-421.

Frieri, M., Kumar, K., & Boutin, A. (2017). Antibiotic resistance. *Journal of Infection and Public Health*, 10(4), 369-378.

G

Gizaw, A., Kebede, M., Nemomissa, S., Ehrich, D., Bekele, B., Mirré, V., Popp, M., & Brochmann, C. (2013). Phylogeography of the heathers *Erica arborea* and *E. trimera* in the afro-alpine 'sky islands' inferred from AFLPs and plastid DNA sequences. *Flora*, 208, 453–463.

González, A.F., Pieters, L., & Hernández, R.D. (2020). Effectiveness of herbal medicine in renal lithiasis: A review. *Siriraj Medical Journal*, 72(2), 188–194.

Gupta, S., & Kanwar, S.S. (2018). Phyto-molecules for kidney stones treatment and management. *Biochemistry and Analytical Biochemistry*, 7, 362.

Guvenc, A., & Kendir, G. (2012). The leaf anatomy of some *Erica* taxa native to Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 36, 253–262.

Grubb, P.J. (2003). Outstanding features of Madagascar flora. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6, 125-146.

Guendouze-Bouchefa, N., Madani, K., Chibane, M., et al. (2015). Phenolic compounds of three Ericaceae. *Industrial Crops and Products*, 70, 459-466.

Références Bibliographiques

H

Hammiche, V., Merad, R., & Azzouz, M. (2013). Phytothérapie traditionnelle en Algérie. In *Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen* (pp. 18-20). Springer.

Hamim, H., Miche, B.L., Douaik, A., Mrabet, R., Ouhammou, A., Robin, D., & Hafidi, M. (2017). Diversity of fungal assemblages in roots of Ericaceae in two Mediterranean ecosystems. *Comptes Rendus Biologies*, 340, 1–12.

Hazzit, M., Baaliouamer, A., Veríssimo, A.R., Faleiro, M.L., & Miguel, M.G. (2009). Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des huiles essentielles. *Food Chemistry*, 116(3), 714–721.

Hughes, D., & Andersson, D.I. (2017). Evolutionary trajectories to antibiotic resistance. *Annual Review of Microbiology*, 71, 579–596.

I

Ifeanyichukwu Ogobuiro & Tuma, F. (2023). Physiologie rénale. Central Michigan University.

J

Johari, H., & Jahromi, H.K. (2015). Effects of hydroalcoholic chicory extract on atherosclerosis plaque formation in rabbit. *Advances in Environmental Biology*, 9, 319–325.

Johnson, J.R. (2017). Definitions of complicated UTI and pyelonephritis. *Clinical Infectious Diseases*, 64, 390.

K

Kaulanjana, K., Cerruti, A., Galantine, V., Laine, C., Rose Dite Modestine, J., Gourtaud, G., & Brureau, L. (2018).

Kivçak, B., Erdoğan, T.F., & Gönenç, T. (2013). Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of *Erica bocquetii* and *E. arborea*. *Gümüşhane University Journal of Health Sciences*, 2(1).

Références Bibliographiques

Köroğlu, A., Hürkul, M.M., Kendir, G., & Küçükboyacı, N. (2019). In-vitro antioxidant capacities and phenolic contents of four *Erica* taxa native to Turkey. *Journal of Research in Pharmacy*, 23(1), 93–100.

L

La Mantia, T., Giaimi, G., La Mela Veca, D.S., & Pasta, S. (2007). Traditional *Erica arborea* management practices and cultural landscape. *Forest Ecology and Management*, 249, 63–70.

Luís, Â., Domingues, F., & Duarte, A.P. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of Portuguese shrub species extracts. *Natural Product Communications*, 6(12), 1863–1872.

Ly, H.T., Le, V.M., Nguyen, M.T., Pham, T.H., Nguyen, H.D., & Nguyen, M.K. (2021). Anti-urolithic, anti-inflammatory and anti-bacterial properties of *Musa balbisiana* fruits. *Pharmaceutical Sciences Asia*, 48(4), 388–401.

M

Mederreg, I., & Tayeb, S. (2018). Activités antimitotique et antiproliférative des extraits aqueux de *Erica arborea*. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Moreno, K.G.T., Junior, A.G., Santos, A.C.D., Palozi, R.A.C., Guarnier, L.P., Marques, A.A.M., Romão, P.V.M., Lorençone, B.R., Cassemiro, N.S., Silva, D.V., Tirloni, S.A.S., & de Barros, M.O. (2021). Nephroprotective and antilithiatic activities of *Costus spicatus* (Jacq.) Sw.: Ethnopharmacological investigation of a species from the Dourados region, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 266, 113409.

Moulla, M. (2003). Interactions plantes–insectes chez les Éricacées d’Algérie : *Erica arborea* et *Arbutus unedo*. Thèse de Magister, USTHB, 93 p.

Munita, J.M., & Arias, C.A. (2016). Mechanisms of antibiotic resistance. *Microbiology Spectrum*, 4, 1–2.

Mutai, C., Bii, C., Vagias, C., Abatis, D., & Roussis, V. (2009). Antimicrobial activity of *Acacia mellifera*. *Journal of Ethnopharmacology*, 123(1), 143-148.

N

Nazemiyeh, H., Bahadori, F., Delazar, A., Ay, M., Topçu, G., Nahar, L., et al.,(2008). Antioxidant phenolic compounds from *Erica arborea*. *Natural Products Research*, 22(16), 1385–1392.

McCann, E., Sung, A.H., Ye, G., Vankeepuram, L., & Tabak, Y.P. (2020). Burden of carbapenem-nonsusceptible Gram-negative UTIs. *Clinical Outcomes Research*, 12, 191-200

Références Bibliographiques

O

Ojeda, F., Arroyo, J., & Maranon, T. (1998). Phytogeography of European and Mediterranean heaths. *Journal of Biogeography*, 25, 165–178.

Oloyede, O.I. (2005). Chemical profile of unripe *Carica papaya* pulp. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4, 379-381.

P

Pharm, T.T.H., Nguyen, T.B.T., Nguyen, T.N.T., & Vo, H.K. (2020). Phenolics and antioxidant potential of *Phaseolus vulgaris*. *AIMS Agriculture and Food*, 5(4), 635–648.

Phuyal, N., Jha, P.K., Raturi, P.P., & Rajbhandary, S. (2020). Phenolics, flavonoids and antioxidant activities of *Zanthoxylum armatum*. *Scientific World Journal*, 2020.

Q

Quézel, P., & Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (Tome 2). CNRS, Paris, 603 p.

R

Raja, G., Shaker, I.A., Sailaja, I., Swaminathan, R., Babu, K.S., & Basha, S.S. (2012). Nutritional analysis of *Juglans regia* nuts. *International Journal of Bioassays*, 1(2), 68-73.

S

Salem, P.P., Vieira, N.B., Garcia, D.A., Nicácio, K.J., Dias, D.F., de Paula, A.C., et al., (2020). Anti-urolithiatic and anti-inflammatory activities of *Cissus gongylodes*. *Journal of Ethnopharmacology*, 10, 112655.

Sharififar, F., Yassa, N., & Mozaffarian, V. (2010). Bioactivity of major components from *Bunium persicum* seeds. *Journal of Medicinal Food*, 13(2), 342–348.

Shukla, A.K., Shukla, S., Garg, A., & Garg, S. (2017). Anti-urolithiatic activity of herbal folk plants: a review. *Asian Journal of Biomaterial Research*, 3(2), 1–11.

Stevens, P.F., Luteyn, J., Oliver, E.G.H., Bell, T.L., Brown, E.A., Crowden, R.K., George, A.S., Jordan, G.J., Ladd, P., Lemson, K., McLean, C.B., Menadue, Y., Pate, J.S., Stace, H.M., & Weiller, C.M. (2004). Ericaceae. In K. Kubitzki (Ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants* (Vol. 6, pp. 145–194). Springer-Verlag, Berlin.

Références Bibliographiques

Suna, S., Özcan-Sinir, G., Tamer, C.E., İncedayı, B., & Çopur, Ö.U. (2018). Antioxidant capacity and physicochemical characteristics of carbonated Erica arborea tea beverage. *Beverages*, 4(3), 50.

Sebti, S., Phan, J., Li, Z., Kasprzak, A., Li, B., Guida, W., & Chen, J. (2010). Peptides inhibiting p53–MDM2/MDMX. *Journal of Biological Chemistry*, 285(3), 2174-2183.

Stalikas, C.D. (2007). Methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of Separation Science*, 30, 3268-3295.

T

Trinchieri, A. (2008). Epidemiology of urolithiasis. *Archivio Italiano di Urologia e Andrologia*, 68, 203-250.

Y

Yadav, R., & Munin, A. (2011). Phytochemical analysis of medicinal plants. *Journal of Phytology*, 3(12), 10-14.

Yaici, K. (2020). Thèse de doctorat – caractérisation de Erica arborea. Univ. Ferhat-Abbas, Sétif 1.

YAICI, K. (2021). Thèse de doctorat – forêt de Tamntout, Beni Aziz. Univ. Ferhat-Abbas, Sétif 1.

Yves-Alain, B., Janat, A.M.B., Boua, B., Fézan, H., Tra, B., & Ehouan, E.É. (2007). Étude ethnobotanique de Caesalpinia benthamiana. *Sciences & Nature*, 4(2), 217-225.

Z

Zeng, X., Xi, Y., & Jiang, W. (2018). Protective roles of flavonoids and plant extracts against urolithiasis: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (en ligne).

Zengin, G., Cvetanović, A., Gašić, U., Stupar, A., Bulut, G., Senkardes, I., & Mahomoodally, M.F. (2019). Chemical composition and bio-functional perspectives of Erica arborea extracts. *Industrial Crops and Products*, 142, 111843.

Annexe 1

Instruments, Appareillages et réactifs utilisés

Tableau XII : Matériel utilisé

Matériels non biologique	
Verrerie	Bécher, Erlenmeyers, Tubes à essais, Fiole jaugée, Entonnoir, Eprouvette, Flacons en verre, tube à vise
Appareillage	Etuve, Balance, Plaque chauffante, Agitateur magnétique, Vortex, Autoclave, Bain Marie, Spectrophotomètre, Réfrigérateur, Frigo, La jarre, Bec bunsen, Centrifugeuse, Balance de précision.
Produit chimique	Ethanol 96%, L'eau distillée, L'eau physiologique, Trichlorure de fer (FeCl_3) Hydroxyle de sodium (NaOH), Acide chlorhydrique (HCl), NH_4OH Chloroforme, KOH , Solution d'ammoniaque, Acide sulfurique H_2SO_4 Ninhydrine à 0.2 %, CuSO_4 à 2%, Propanol, DPPH, Dragendorff, Liqueur de Fehling, Colorant de fushine, Crystal violet, Lugol, Benzoate de Sodium, Eau diminéralisée H_2O_2 , tri-hcl, Acide ascorbique, Huile à émersion, allopurinol.
Autres matériel	Papier filtre, Boîtes de Pétri, Pipettes Pasteur, Ecouvillons, Barreau magnétique, Lames / lamelles, Spatule, Eppendorfs, Pissette, Micropipettes, Embouts.

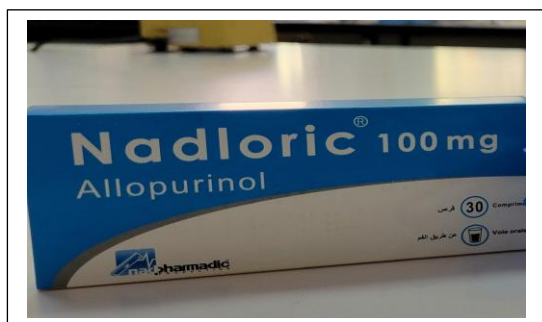


Figure 24 : Allopurinol
(Photo original, 2025)



Figure 25 : autoclave
(Photo originale ,2025)

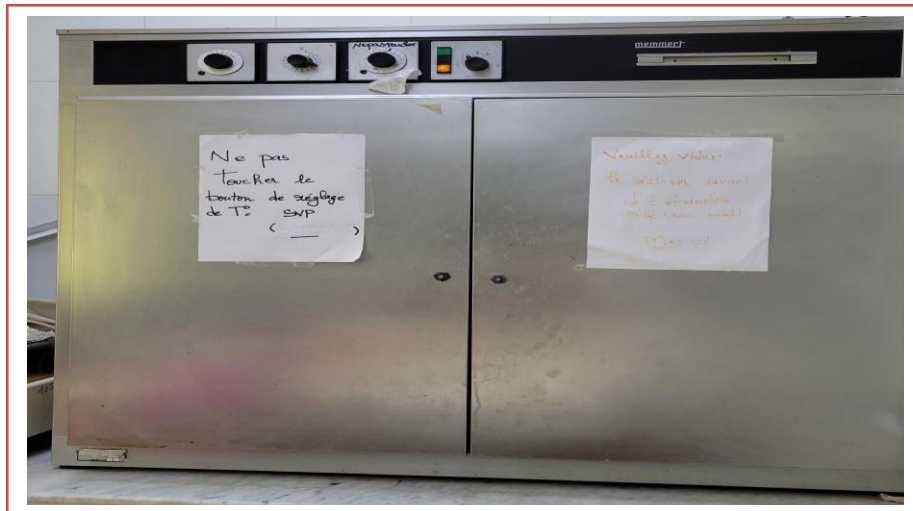


Figure 26: Séchoir (photo originale, 2025)



**Figure 27 : Spectromètre UV visible
(Photo original, 2025).**



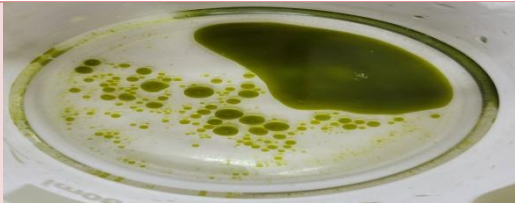
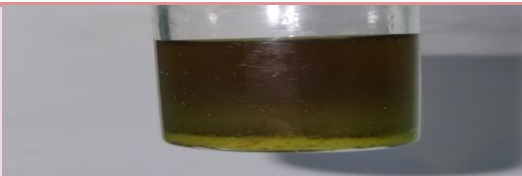
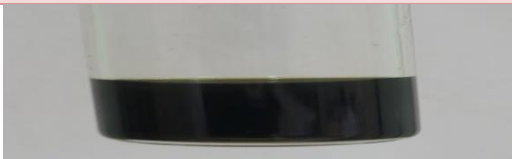
**Figure 28 : Bain-marie
(Photo original, 2025).**

Annexe 2

Tableau XIII : Résultats du screening phytochimique de l'extrait de la plante *Erica arborea L.*

Métabolite recherché	Présence	Observation
Terpanoïde	+++	
Glycoside	+++	
Anthocyane (leuco-anthocyane)	+++	
Acides aminés	—	
Tanins hydrosolubles	+++	
Flavonoides	+++	

Annexes

Anthraquinones	—	
Quinones libres	++	
Saponines (saponosides)	+++	
Coumarine	+	
Polyphenol	+++	
Alcaloides	++	
Composés réducteurs	+++	

+++ : forte présence; ++ : présence modérée; + : faible présence; — : absente

Annexe 3

Tableau XIV : valeurs de l'activité antilithiasique de l'extrait d'*Erica arborea* L. et allopurinol

Le pourcentage d'inhibition (%)		
La dose (ul /ml)	Extrait	Allopurinol
1000	56%	63%
500	55%	62%
250	47%	51%
125	42%	46%
62,5	30%	42%

Tableau XV : Valeur de l'activité antioxydante de l'extrait d'*Erica arborea* L. et vitamine C

Le pourcentage d'inhibition (%)		
La dose (ul /ml)	Extrait	Vitamine C
1000	85%	94%
500	80%	91%
250	75%	90%
125	71%	85%
62,5	68%	82%
31	46%	64%
15,6	36%	42%
7,8	14%	22%

Annex 4

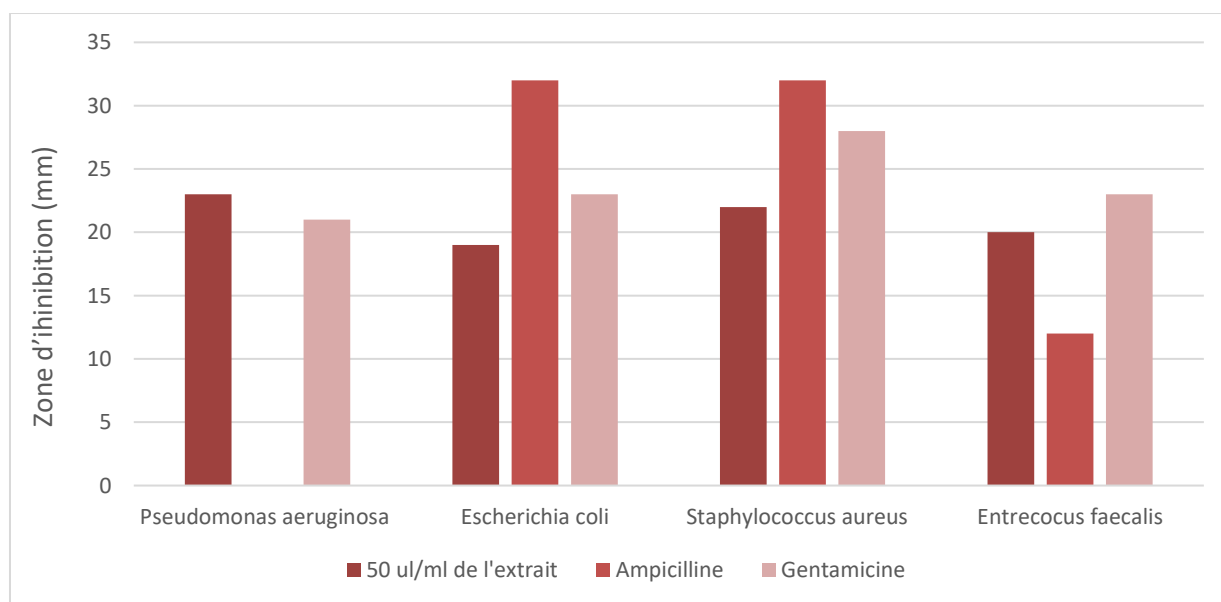


Figure 29 : Diamètres des zones d'inhibition des souches des références (ATCC).

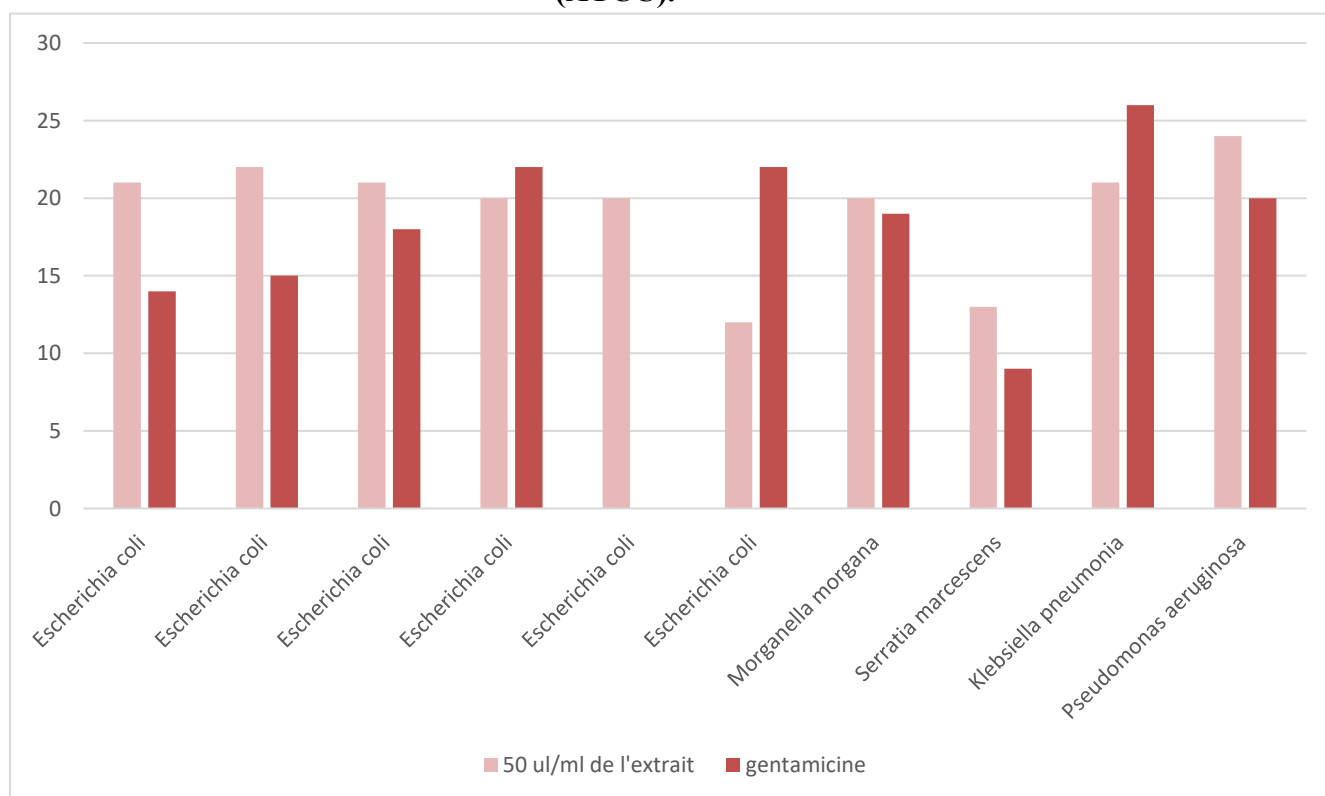


Figure 30 : Diamètres des zones d'inhibition d'extrait éthanolique et gentamicine

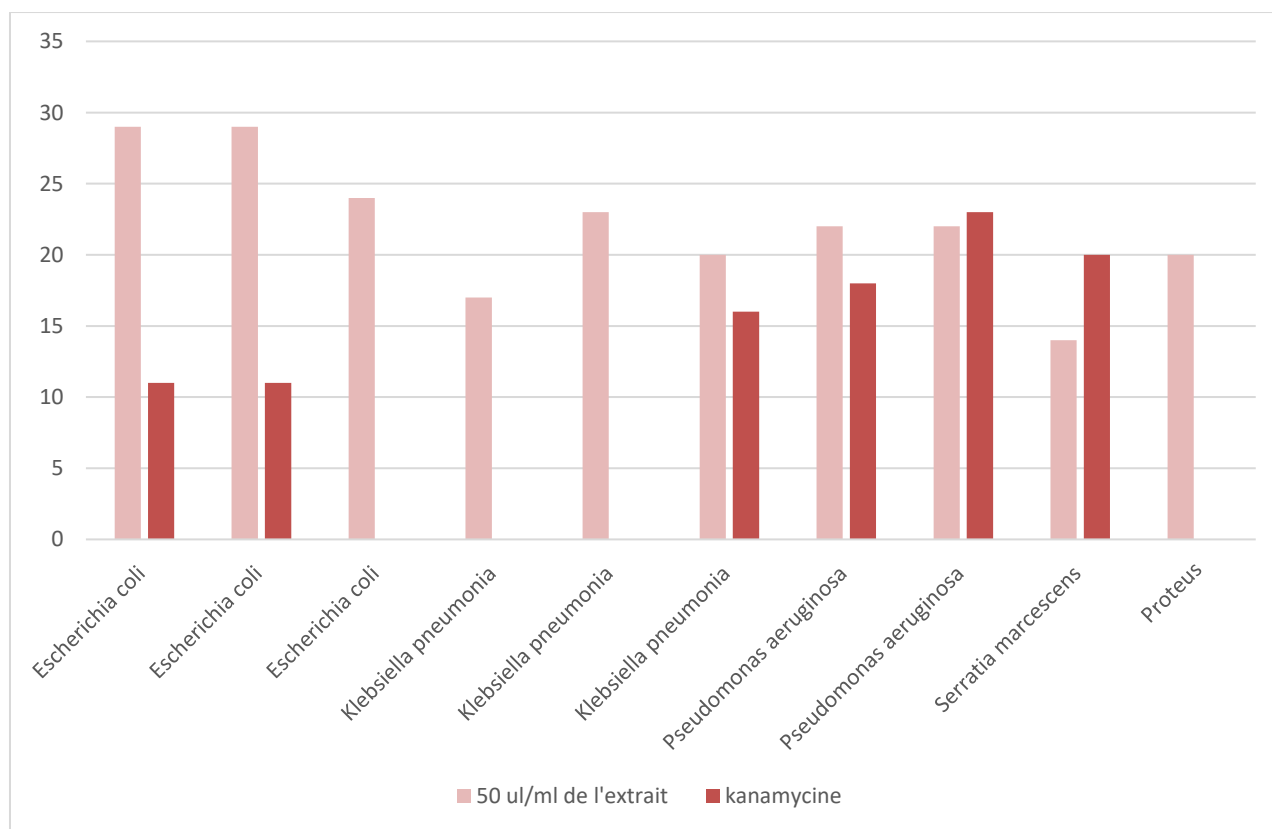


Figure 31 : Diamètres des zones d'inhibition d'extrait éthanolique et kanamycine.

Annexe 5

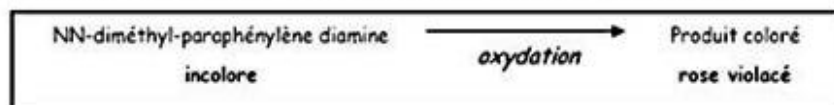
L'OXYDASE

1. Intérêt

La recherche de l'oxydase présente un intérêt taxonomique en ce qui concerne les bactéries à Gram -.

2. Principe

Le test consiste à mettre en évidence la capacité que possède la bactérie à oxyder un réactif incolore (la NN-diméthyl-paraphénylène diamine) en un dérivé rose violacé.



3. Technique

- placer un disque non imprégné sur une lame à l'aide d'une pince flambée,
- déposer une goutte de réactif sur le disque non imprégné,
- avec une pipette Pasteur prélever une colonie sur milieu solide (GO) et la déposer doucement sur le disque

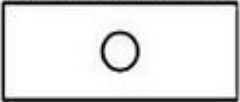


Remarques :

- Ne pas utiliser l'anse métallique pour prélever les bactéries. En effet, le métal peut être recouvert d'un oxyde et donner un résultat faussement positif.
- Le milieu solide ne doit pas contenir d'indicateur de pH, ni de glucides

4. Lecture

Pas de lecture avant 30 secondes environ

Tâche rose violette	Pas de tâche rose violette
La bactérie possède l'activité oxydase, elle est dite :	La bactérie ne possède pas l'activité oxydase, elle est dite :
Oxydase + 	Oxydase - 

Causes d'erreurs :

- réalisation du test sur un milieu glucidique (une fermentation peut cacher une respiration)
- humidification trop importante du disque, entraînant une élimination du réactif
- quantité de bactéries insuffisante
- réactif périmé (l tester avec une souche oxydase + et une souche oxydase -)
- utilisation d'un instrument « oxydase + »
- lecture trop tardive : au delà de 30 secondes

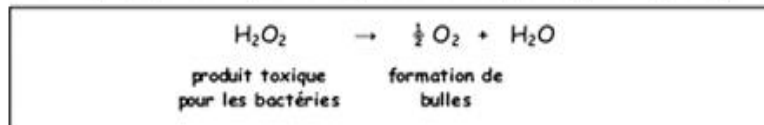
LA CATALASE

1. Intérêt

La recherche de la catalase présente un **intérêt taxonomique** en ce qui concerne les **bactéries à Gram +**.

2. Principe

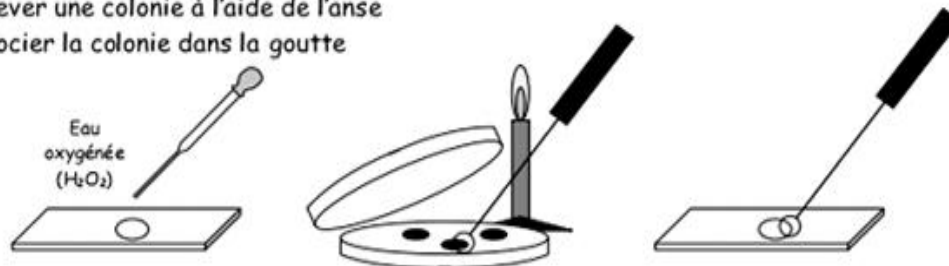
La catalase est une enzyme qui catalyse la dégradation du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) :



Le test consiste à mettre des bactéries en quantité suffisante en contact de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2). Si elles possèdent la catalase, elles dégradent le peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène visible par la **formation de bulles**.

3. Technique

- déposer sur une lame une **goutte d'eau oxygénée** (= peroxyde d'hydrogène) à l'aide d'une pipette Pasteur
- prélever une colonie à l'aide de l'anse
- dissocier la colonie dans la goutte



Remarque : l'utilisation de l'anse est possible à condition qu'elle ne possède pas d'action catalasique, ce que l'on vérifiera facilement par un test sans bactérie.

4. Lecture

Bulles d'oxygène	Pas de bulle
La bactérie possède la catalase, elle est dite :	La bactérie ne possède pas la catalase, elle est dite :
Catalase + 	Catalase - 

Causes d'erreurs :

- réalisation du test sur un milieu contenant la catalase
Exemple : réalisation du test à partir de colonies prélevées sur gélose au sang (l'hémoglobine possède une activité catalasique pouvant donc donner des résultats faussement positifs)
- quantité de bactéries insuffisante
- eau oxygénée périmée (la tester avec une souche catalase +)

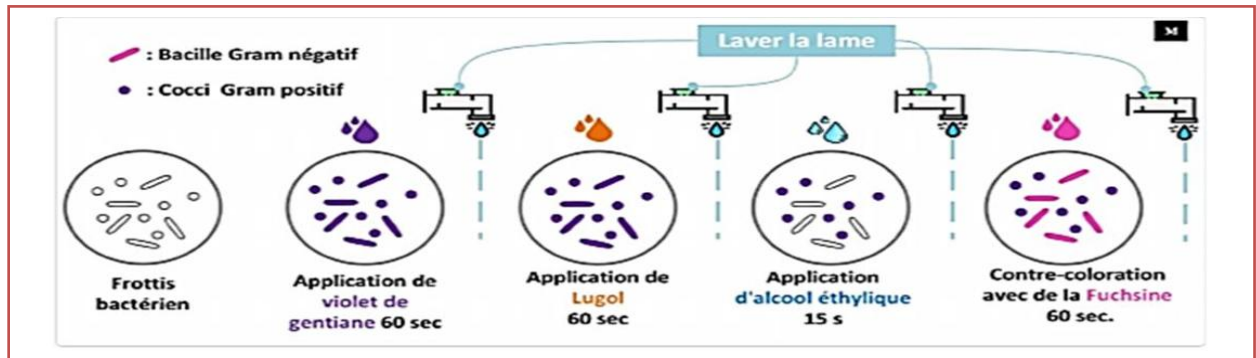


Figure 32 : Les étapes de la coloration de Gram

Annexe 6

Etude statistique

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide d'un logiciel statistique Excel. Cette analyse visait à comparer l'effet antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. aux bactéries ATCC et les bactéries uropathogènes.

Pour ce faire, le test ANOVA (Analysis of Variance) a été utilisé, en considérant un seuil de signification $\alpha=0,05\%$, avec :

- $P > 0.05$: la différence est non significative.
- $P < 0.05$: la différence est significative.

1.

H0 : il n'y a pas de différence significative entre l'effet antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et l'ampicilline sur les ATCC.

H1 : il y'a une différence significative entre l'effet antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et l'ampicilline sur les ATCC.

Analyse de variance: un facteur						
RAPPORT DÉTAILLÉ						
Groupes	bre d'échanti	Somme	Moyenne	Variance		
23	3	61	20,33333333	2,33333333		
0	3	76	25,33333333	133,333333		
ANALYSE DE VARIANCE						
ce des variat	mmme des car	regré de libe	tyenne des car	F	Probabilité	ur critique pour F
Entre Groupes	37,5	1	37,5	0,55282555	0,49846512	7,70864742
A l'intérieur	271,333333	4	67,83333333			
Total	308,833333	5				

La probabilité = 0.49 > à 0.05 H0 est retenu, donc l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. possède une activité antimicrobienne semblable à celle de l'Ampicilline sur les bactéries de références ATCC.

Annexes

2.

H0 : il n'y a pas de différence significative entre l'effet antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et le kanamycine sur les souches uropathogènes.

H1 : il y'a une différence significative entre l'effet antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et le kanamycine sur les souches uropathogènes.

Analyse de variance: un facteur							
RAPPORT DÉTAILLÉ							
Groupes	Nombre d'échantillon	Somme	Moyenne	Variance			
29	9	191	21,2222222	18,1944444			
11	9	111	12,3333333	98,75			
ANALYSE DE VARIANCE							
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Variance des carrés	F	Probabilité	Seuil critique pour F	
Entre Groupes	355,555556	1	355,555556	6,0807601	0,02535133	4,49399848	
A l'intérieur de	935,555556	16	58,4722222				
Total	1291,11111	17					

La probabilité = 0.025 < à 0.05, H0 est rejetée et H1 est retenu, donc y'a une différence significative entre l'effet antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et le kanamycine sur les souches uropathogènes.

Annexes

3.

H0 : il n'y a pas de différence significative entre l'effet antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. de et gentamicine sur les souches uropathogènes.

H1 : il y'a une différence significative entre l'effet antimicrobienne de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et gentamicine sur les souches uropathogènes.

Analyse de variance: un facteur								
RAPPORT DÉTAILLÉ								
Groupes	bre d'échantillon	Somme	Moyenne	Variance				
21	9	173	19,2222222	16,1944444				
14	9	151	16,7777778	62,6944444				
ANALYSE DE VARIANCE								
Source des variations				F	Probabilité	Valeur critique pour F		
Entre Groupes	26,8888889	1	26,8888889	0,68169014	0,4211462	4,49399848		
A l'intérieur	631,111111	16	39,4444444					
Total	658	17						

La probabilité = 0.42 > à 0.05 H0 est retenu, donc l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. possède une activité antimicrobienne semblable à celle de la gentamicine sur les bactéries uropathogènes.

4.

H0 : il n'y a pas de différence significative entre l'activité antilithiasique de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et de l'allopurinol.

H1 : y'a une différence significative entre l'activité anti lithiasique de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et de l'allopurinol.

Analyse de variance: un facteur							
RAPPORT DÉTAILLÉ							
Groupes	Nombre d'échantillon	Somme	Moyenne	Variance			
0,56	4	1,74	0,435	0,01096667			
0,63	4	2,01	0,5025	0,00749167			
ANALYSE DE VARIANCE							
Source des variations					F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,0091125	1	0,0091125	0,98735892	0,35875639	5,98737761	
A l'intérieur de	0,055375	6	0,00922917				
Total	0,0644875	7					

La probabilité = 0.35 > à 0.05 H0 est retenu, donc l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. possède une activité antilithiasique semblable à celle de l'Allopurinol sur la formation des cristaux.

5.

H0 : il n'y a pas de différence significative entre l'activité anti oxydante de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et vitamine C.

H1 : y'a une différence significative entre l'activité anti oxydante de l'extrait éthanolique d'*Erica arborea* L. et vitamine C.

Analyse de variance: un facteur							
RAPPORT DÉTAILLÉ							
Groupes	bre d'échantil	Somme	Moyenne	Variance			
0,85	7	3,9	0,55714286	0,05949048			
0,94	7	4,76	0,68	0,07176667			
ANALYSE DE VARIANCE							
ce des variat	mmme des car	regré de libe	tyenne des car	F	Probabilité	ur critique pour F	
Entre Groupe	0,05282857	1	0,05282857	0,804963	0,38725974	4,74722535	
A l'intérieur	0,78754286	12	0,06562857				
Total	0,84037143	13					

La probabilité = 0.38 > à 0.05 H0 est retenu, donc l'extrait possède une activité anti oxydante semblable à celle de vitamine C sur La réduction des radicaux libres.

République Algérienne Démocratique
Ministère de l'Enseignement Supérieure de la Recherche Scientifique
Université SAAD DAHLEB-Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie
Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV
Filière : Sciences Biologiques
Option : **Biochimie**

Thème

***Erica arborea* L. : caractérisation phyto-chimique, étude de l'activité antioxydante, anti lithiasique et antimicrobienne dans les infections urinaires.**

Présenté par :

Soutenu le : 07/07/2025

Bouchendouka Malak Meriem

Sellam ferial

Devant le jury :

Dr. AMOKRANE A.	MCB/USDB1	Présidente
Mme. EL MAHDI I.	MAA/USDB1	Examinatrice
Dr. OULMI A.	Pharmacienne microbiologiste	Promotrice
Dr. DJAIRENE N.	Docteur / USDB1	Co-Promotrice

Année universitaire : 2024/2025

M^{me} EL MAHDI I.