

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Biologie Moléculaire et
Cellulaire



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Sciences de
La Nature et de la Vie**
Filière : Sciences Biologiques

Option : Toxicologie Fondamentale et Appliquée

Thème

**Etude phytochimique et activité antibactérienne des
extraits d'une plante médicinale (*Urtica. dioica L*)**

Membres de Jury

Présidente : Dr. Balli Nassima

Examineur : Dr. Khen Ilyas

Encadrant : Dr. Amira Widad

Présenté par

Chaabna Safia

Menighed Rania

Dermouchi Nesrine



Année Universitaire 2021-2022

Numéro d'ordre (bibliothèque)

Remerciements

Nous tenons à remercier dieu de nous avoir donné la force et la volonté pour réaliser ce travail

Nous tenons à formuler nos gratitudees et nos profonds remerciements à : Mme : Amira d'avoir diriger ce travail, pour sa générosité, sa conscience et sa compréhension

Nos remerciements vont également :

- Au membre de jury, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner ce mémoire*
- A tous nos collègues de la filière pour leurs soutiens amicaux*
- En fin, nous remercions nos familles pour leur compréhension et leur encouragement.*

Nous tenons à citer nos parents.

Rania, Safia et Nesrine

Dédicaces

*Je remercie le bon Dieu qui m'a donnée le courage et la force d'accomplir ce
modeste travail*

A mes chers parents

*Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières
tout au long de mes étude*



A ma chère sœur

*Ses encouragements permanents, et son soutien
moral : INAS*



A mes chers frères

Pour leur appui et leur encouragement : Mohamed, Hicham, Anis

A mes chère trinômes Safia et Nesrine

A toute ma famille

Pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

A mes chères amies

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles :

hadjer, Selma, Zineb, Aida

Rania

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A celle qui symbolise pour moi l'espoir et le bonheur

Ma très chère mère

Je dédie tout particulièrement ce travail à ma mère, symbole de tendresse et de sacrifice pour son soutien morale et assistance inestimable pendant toutes mes longues années d'études et pour tout l'amour qu'elle m'a donnée pour tout ça Merci maman.

Que dieu te garde pour nous.

A mon cher père

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de consentir, vous avez fait plus qu'aucun père n'a fait pour que ses enfants suivent le bon chemin, je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond respect et amour. Que dieu te garde pour nous.

A ma chère sœur Nabihia

Tu es mon ange gardien, toujours présente à mes côtés pour me soutenir, m'aider et m'encourager. Je ne te remercierai jamais assez pour tout ce que tu as fait pour moi que dieu te bénisse et te guide vers le meilleur incha'Allah

A mes chers frères : Abderahim, Ilyas, Aimad et Anis

qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance et de courage.

A mon cher Mari

merci d'être à mes côtés dans les moments les plus difficiles et merci pour votre patience ;

A mes chères trinômes Rania et Nesrine

A tous ceux qui occupent une place dans mon cœur

Quant à mes proches, est-il besoin de préciser

Toute l'aide et le soutien qu'ils m'ont apporté ?

***Safia***

Dédicaces

Je dédie ce mémoire A :

A mes très chers parents

Ceux qui me sont les plus chers Au monde pour leurs sacrifices et leurs soutiens tout au long de mes études.

A mes chers parents que je n’Ai jamais eu A exprimer mon Amour

Vos prières ont été pour moi la raison de mon succès et la réalisation de toutes mes ambitions. Que Dieu vous apporte santé, bonheur et longue vie.

Je le dédit également ;

À mes frères Houssam et Ramzi et mes sœurs Amel et Assil



À Mon fiancé Moussa



A mes très chers ;

Chaima et Amina mes amis avec qui j’ai partagé la vie universitaire avec ses bon et ses mauvais cotés

A mon trinôme Safia et Rania

Je t’aime Mama, Je t’aime Papa. Je t’aime Ma merveilleuse famille.

A tous mes amis et mes collègues qui m’ont toujours encouragé, A qui je souhaite plus de succès.

Nesrine

Liste des abréviations

Abréviation	Désignation
<i>U. dioica</i>	<i>Urtica dioica</i>
ATB	Antibiotique
E. coli	Escherichia coli.
S. aureus	Staphylococcus aureus
MH	Mueller Hinton
BN	Bouillon nutritif
GN	Gélose nutritive
EAM	Extrait aqueux macéré
EMET	Extrait méthanolique
AlCl ₃	Trichlorure d'aluminium
HCl	Acide chlorhydrique
NaOH	Hydroxyde de sodium
CHCl ₃	Chloroforme
FeCl ₃	Chlorure ferrique
Na ₂ CO ₃	Carbonate de sodium
ERO	Espèces réactives de l'oxygène
UDA	Urtica Dioica Agglutinine
kDa	kilo Dalton
UV	Ultra-violet
CMI	Concentration minimale inhibitrice
CMB	Concentration minimale bactéricide
OMS	Organisation Mondiale de la Santé

Liste des figures

N	Titre	Page
01	<i>Urtica dioica</i> L	10
02	La feuille d' <i>Urtica dioica</i>	11
03	Tige dressée d' <i>Urtica dioica</i>	11
04	Poile urticant de l'ortie	12
05	Racine d' <i>Urtica dioica</i>	12
06	Fleure d' <i>Urtica dioica</i>	13
07	Fruit d' <i>Urtica dioica</i>	13
08	La structure d'une cellule bactérienne	18
09	Paroi cellulaire des bactéries Gram positif et Gram négatif	19
10	Cellule bactérienne et modes d'action des antibiotiques	22
11	Les différents mécanismes de résistance aux antibiotiques	24
12	Protocole général de l'extraction aqueux	27
13	Etape d'évaporation sous vide de récupération des extraits d' <i>Urtica dioica</i>	28
14	Protocole général de l'extraction méthanolique	28
15	Protocole de dosage des polyphénols totaux	31
16	Protocole de dosage des flavonoïdes	32
17	Les rendements des extraits méthanolique et aqueux de l'U.dioica.	36
18	Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.	38
19	Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.	39
20	Concentration des composés phénoliques des deux extraits d'U.dioica	39
21	Diamètre des zones d'inhibition des deux extraits d'Udioica	45
22	Diamètre des zones d'inhibition de l'extrait méthanolique	45
23	Diamètre des zones d'inhibition de l'extrait aqueux.	46
24	Comparaison des diamètres des zones d'inhibition des extraits et des antibiotiques sur des souches bacteriennes	48

Liste des tableaux

N	Titre	Page
01	Les constituants chimiques de feuilles d'ortie	14
02	La composition chimique de l'ortie dioïque	15
03	Activité pharmacologique et effet thérapeutique d'Urtica dioica	16
04	Criblage Phytochimique	30
05	Nature des souches testées	33
06	La différente concentration utilisée dans l'activité antibactérienne	34
07	Rendement d'extraction méthanolique et aqueuse d'Urtica dioica.	36
08	Le criblage phytochimique	37
09	Diamètre des zones d'inhibition de E. méthanolique et E. aqueux d'U.dioica sur les souches testées	41
10	Diamètres d'inhibitions des souches étudiées vis-à-vis des antibiotiques.	47

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	

Introduction	1
---------------------------	---

Partie bibliographique

Chapitre I. Plantes médicinales et ces principes actifs

I.1. Généralités	3
I.2. Plante médicinale.....	3
I.3. L'origine des plantes médicinale.....	3
I.3.1. Plantes sauvages.....	3
I.3.2. Plantes cultivées.....	4
I.4. Phytothérapie	4
I.5. L'aromathérapie	4
I.6. Médecine traditionnelle en Algérie	5
I.7. Les principes actifs des plantes médicinales	5
I.7.1. Métabolites primaires	5
I.7.2. Métabolites secondaires.....	5
I.7.2.1. Les composé phénoliques.....	6
I.7.2.2. Phénole simple	6
I.7.2.3. Flavonoïdes	6
I.7.2.4. Tanins.....	7
I.7.2.5. Terpènes	7
I.7.2.6. Composés azotiques (alcaloïdes).....	7
I.8 Propriétés thérapeutiques des composés phénoliques.....	8
I.9 Modes d'action des polyphénols.....	8

Chapitre II. Description de la plante « *Urtica dioica* L. »

II.1. La famille urticaceae	9
II.2. Position systématique	9
II.3. Dénomination.....	9
II.4. Distribution géographique	10

II.5. Description botanique	10
II.5.1. Appareil végétatif	11
II.5.1.1. Les feuille	11
II.5.1.2. La tige	11
II.5.1.3. Les poils urticants	12
II.5.1.4. Les racines	12
II.5.2. Appareil reproducteur	13
II.5.2.1. Les fleurs	13
II.5.2.2. Fruits et graines	13
II.6. Composition chimique d' <i>Urtica dioica</i> L.....	14
II.7. Utilisation de la plante en médecine traditionnelle	16
II. 8. Activité pharmacologique et effets thérapeutiques.....	16

Chapitre III : L'activité antibactérienne

III.1. Généralités sur les bactéries	18
III.2 Les différents types de bactéries.....	19
III.2.1. Les bactéries à gram négatif	19
III.2.1.1. Escherichia coli	19
III.2.1.2. Pseudomonas aeruginosa	20
III.2.2. Bactéries à gram positif	20
III.2.2.1. Staphylococcus aureus.....	20
III.3. Culture des bactéries.....	21
III.4. Les Antibiotiques	21
III.4.1. Définition	21
III.4.2. Mode d'action des antibiotiques.....	21
III.4.3. Classification	22
III.4.4. La résistance bactérienne aux antibiotiques	23
III.4.5. Principaux mécanismes de résistance aux antibiotiques	23
III.5. Activité antibactérienne des composés phénoliques	25

Partie expérimentale

Chapitre I. Matériels et Méthodes

I.1. Récolte et préparation du matériel végétal.....	26
I.2. Préparation des extraits.....	26
I.2.1. Extrait aqueux.....	26
I.2.2. Extrait méthanolique.....	27

I.3. Rendement d'extraction.....	29
I.4. Etude phytochimique des extraits.....	29
I.4.1. Analyses qualitatives	29
I.4.2. Analyse quantitative des composés phénoliques.....	31
I.4.2.1. Dosage des polyphénols totaux.....	31
I.4.2.2. Dosage des flavonoïdes.....	32
I.5. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	33
I.5.1. Souches bactériennes.....	33
I.5.2. Repiquage des souches bactériennes.....	33
I.5.3. Préparation de l'inoculum bactérien.....	33
I.5.4. Test de sensibilité aux extraits de la plante : Aromatogramme.....	34
I.5.4.1. Principe de l'aromatogramme.....	34
I.5.4.2. Préparation des concentrations.....	34
I.5.4.3. Application	35
I.5.4.4. Lecture des résultats	35
I.5.5. Test de sensibilité aux antibiotiques : technique d'antibiogramme.....	35
I.5.6. Traitement statistique.....	35

Chapitre II. Résultats et Discussions

II.1. Rendement des extractions.....	36
II.2. Etude phytochimiques.....	37
II.2.1. Tests généraux de caractérisation.....	37
II.2.2 Dosages spectrophotométrique des composés phénoliques	38
II.3. Activité antibactérienne.....	40
II.4. Les extraits.....	46
II.5. Antibiogramme.....	47
Conclusion.....	49
Référence bibliographique	50
Annexe.....	58
Résumé.....	59

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales sont une source d'une grande variété de composés biologiquement actifs depuis de nombreux siècles mais sont encore largement inexplorées et ont été largement utilisées comme matière brute ou comme composés purs pour traiter diverses maladies. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 80 % de la population mondiale dépend de la médecine traditionnelle pour ses besoins de soins de santé primaires.

De nos jours, la médecine moderne dépend beaucoup des plantes. Ainsi, sous leurs conditionnements hermétiques, gélules et comprimés contiennent souvent des extraits végétaux ou des produits d'hémisynthèse d'origine naturelle (Clément, 2005).

Le principal avantage de l'utilisation de médicaments dérivés de plantes est qu'ils sont relativement plus sûrs que les alternatives synthétiques, offrant des avantages thérapeutiques profonds et des traitements plus abordables (Dar et al., 2012).

Parmi ces plantes *Urtica dioica* L, communément appelée ortie, une plante herbacée vivace qui pousse dans les zones de friches tempérées et tropicales du monde entier. L'ortie fait partie des plantes clés de la pharmacopée depuis les temps anciens. Elle appartient à la famille des Urticaceae dans l'ordre des Rosales qui contient environ 60 genres et plus de 700 espèces. Depuis longtemps, *U. dioica* est utilisé dans la médecine alternative, l'alimentation, la peinture, les fibres, le fumier et les cosmétiques. Il a été récemment démontré que *l'U. dioica* possède des activités antibactériennes, antioxydantes, analgésiques, anti inflammatoires, antivirales, anti-coliques, anticancéreuses et anti-Alzheimer (Asgarpanah et Mohajerani, 2012)

Introduction

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits de « *Urtica dioica* L » sur trois souches de références (*E. coli*, *S. aureus*, *pseudomonas*.....).

Cette étude est subdivisée en deux parties :

Partie bibliographique :

- Chapitre I : Plantes médicinales et ces principes actifs
- Chapitre II : Description de la plante « *U.dioica* L »
- Chapitre III : L'activité antibactérienne

Partie expérimentale

- Chapitre I : Matériels et méthodes
- Chapitre II : Résultats et discussions

Enfin une conclusion générale qui fait apparaître les principaux résultats obtenus et les perspectives proposées pour pouvoir compléter, voir améliorer cette étude.

Partie
Bibliographique

***Chapitre I : Plantes médicinales
et ces principes actifs***

I.1 Généralités

Depuis la préhistoire, l'être humain recherche dans son environnement (plantes, animaux, pierres, esprits), de quoi soulager ses maux et traiter ses blessures. La médecine moderne occidentale a rejeté la plupart de ces recours pour développer des médicaments chimiques et une technique de soins sophistiquée ; elle continue cependant d'utiliser certains remèdes à bases de plantes médicinales, une tendance récente conduit même à chercher dans les plantes de nouveaux produits de substitution pour certaines maladies : cancer , paludisme plusieurs espèces végétales recensées de nos jours sur l'ensemble de notre planète vivent dans les pays tropicaux d'Afrique et d'ailleurs .

L'histoire de la médecine montre l'importance de ces espèces dans les thérapies, Toutes les sociétés traditionnelles ayant puisé, pour leurs soins de santé, dans cette pharmacopée végétale d'une très grande richesse (**Sofowora, 2010**).

I.2. Plantes médicinales

Les plantes médicinales sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles. Le groupe consultatif de l'OMS qui a formulé cette définition affirme également qu'une telle description permet de distinguer les plantes médicinales dont les propriétés thérapeutiques et les composants ont été établis scientifiquement des plantes considérées comme médicinales (**Sofowora, 2010**).

I.3. L'origine des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont caractérisées par deux origines. Ce sont les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", et les plantes cultivées (**Ouedraogo et al., 2021**).

I.3.1. Plantes sauvages

Cette catégorie constitue les plus anciennement utilisées et représentant encore aujourd'hui un pourcentage notable du marché mondial. Leur répartition et développement dépend de plusieurs facteurs tels que le type de sol et surtout du climat. Ces plantes sont en effet influencées par la température, la latitude, l'altitude, la composition du sol, etc. Ces conditions édaphiques font de ces plantes des véritables réservoirs de spécificités génétiques (**Ouedraogo et al., 2021**).

I.3.2. Plantes cultivées

Ces plantes permettent, grâce aux techniques de culture standardisées d'obtenir des matières premières de bonne qualité en quantité suffisante et homogènes. En effet, la culture des plantes médicinales répond à des directives de l'OMS sur les bonnes pratiques agricoles et des bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales. Elles s'appliquent à la culture, à la récolte des plantes médicinales et à certaines opérations postérieures à la récolte. Les directives peuvent être adaptées à la réglementation en vigueur dans les différents pays. En plus de tous ces bénéfices sur la qualité, la culture pallie la dispersion ou la disparité des peuplements naturels.

L'importante diversité créée au sein des espèces cultivées, bien que très inférieure à celle de la flore spontanée, constitue aussi un réservoir de spécificités génétiques (**Ouedraogo et al., 2021**).

I.4. La phytothérapie

Le sens étymologique du mot phytothérapie provient de deux racines grecques anciennes "Phyton" (végétal) et "thérapie" (cure) qui, mises ensemble, signifient la thérapie par le végétal ou par les plantes. En effet, les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments, non seulement lorsque les constituants de ces dernières sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments ou comme modèles pour les composés pharmacologiquement actifs (**Jedidi et al., 2018**).

La phytothérapie est un moyen thérapeutique qui fonctionne à partir des principes actifs contenus dans les plantes (**Goetz, 2018**).

I.5. L'aromathérapie

L'étymologie du mot « aromathérapie » (du latin aroma, arôme, et du grec therapia, traitement) pour définir cette thérapie comme le traitement des maladies par les arômes. D'une manière générale, l'aromathérapie peut se définir comme une thérapeutique naturelle utilisant les extraits de plantes aromatiques pour soigner ou prévenir les maladies ; elle s'intègre dans le cadre de la phytothérapie qui, elle, fait appel à toutes les plantes dotées de vertus médicinales l'aromathérapie est préventive et curative (**Lardry et Haberkorn, 2007**).

I.6. Médecine traditionnelle en Algérie

La « médecine traditionnelle » est une notion large qui déborde le champ de la santé et implique directement le social, le religieux, le politique, et l'économique. Les comportements humains se manifestent à travers des pratiques, des usages, des savoirs et des savoir-faire fortement marqués par leur composante socioculturelle et sont transmis de génération en génération. La médecine traditionnelle reflète la mémoire de générations, de cultures qui se transmettent avec le temps au travers de savoirs et d'échanges. En Algérie, la médecine traditionnelle n'a pas évolué dans un cadre réglementaire défini (**Bouzabata et Yavus, 2019**), aucun plan stratégique n'a été élaboré pour l'intégrer dans le système de santé. En dépit de l'évolution de la médecine scientifique, la population reste en partie attachée à une médecine traditionnelle (**Bouzabata et Yavus, 2019**).

I.7. Les principes actifs des plantes médicinales

C'est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'Homme ou l'animal. Le principe actif est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale.

Une drogue végétale en l'état ou sous forme de préparation est considérée comme un principe actif dans sa totalité, que ses composants ayant un effet thérapeutique soient connus ou non (**Pelt, 1980**).

I.7.1. Les métabolites primaires

Les métabolites primaires sont caractérisés par leur caractère nécessaire et vital à la survie de la cellule ou de l'organisme végétale et qui ne présentent aucune activité pharmacologique de base (les glucides tels que la cellulose et l'amidon, les lipides, les enzymes) (**Ouedraogo et al 2021**).

I.7.2. Les métabolites secondaires

Métabolites secondaires ou spécialisés qui sont de composition plus complexe et généralement regroupés dans les grandes familles chimiques telles que les polyphénols, les terpénoïdes et les alcaloïdes (**Ouedraogo et al.,2021**).

I.7.2.1. Composés phénoliques ou les polyphénols

Les polyphénols sont synthétisés par les plantes et constituent un groupe important de substances naturelles présentes dans le règne végétal. A ce jour, les scientifiques en ont identifié plus de 8000, allant de molécules simples à des composés hautement complexes. Ils sont regroupés en différentes classes aux noms sibyllins d'acides cinnamiques, d'acides benzoïques, de flavonoïdes, de lignines et de lignanes, de coumarines, de stilbènes, de tanins... (**Massaux, 2012**).

Les polyphénols sont naturellement présents dans notre alimentation sous différentes formes telles que les vitamines A, C ou E, les carotènes et certains minéraux comme le sélénium et le zinc. On les retrouve en plus grandes quantités dans les fruits, les légumes et les céréales, ainsi que dans des boissons telles que le thé, le café et le vin (**Massaux, 2012**).

I.7.2.2. Les phénols simples ou acide phénoliques

Les acides phénoliques constituent environ un tiers des phénols alimentaires, qui peuvent être présents dans les plantes sous forme libre et liée. Les phénols liés peuvent être liés à divers composants végétaux par des liaisons ester, éther ou acétal (**Ignat et al., 2011**).

Les différentes formes d'acides phénoliques entraînent une adaptation variable aux différentes conditions d'extraction et une sensibilité différente à la dégradation.

Les acides phénoliques se composent de deux sous-groupes, les acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques. Les acides hydroxybenzoïques comprennent les acides galliques, p-hydroxybenzoïque, protocatéchuïque, vanillique et syringique, qui ont en commun la structure C6-C1 (**Ignat et al., 2011**).

I.7.2.3. Flavonoïdes

Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux (**Havsteen, 2002**).

Les flavonoïdes sont rencontrés dans les fruits (notamment du genre Citrus où ils représentent jusqu'à 1 % des fruits frais) et les légumes. Des boissons telles que le vin rouge, le thé, le café et la bière en contiennent également des quantités importantes. Les flavonoïdes sont retrouvés également dans plusieurs plantes médicinales. Des remèdes à base de plantes renfermant des flavonoïdes ont été (et sont) utilisés en médecine traditionnelle de par le monde. (**Ghedira, 2005**).

Leur structure commune est celle des diphenylpropanes qui est constitué de deux cycles aromatiques reliés par trois carbones qui forment généralement un hétérocycle oxygéné. Les flavonoïdes sont parfois présents dans les plantes sous forme des aglycones, bien qu'on les trouve le plus souvent sous forme de dérivés de glycosides (**Bravo, 1998**).

I.7.2.4. Tanins

Les tanins, composés moléculaires relativement élevés qui constituent le troisième groupe important de composés phénoliques, peuvent être subdivisés en tannins hydrolysables et tannins condensés

Les proanthocyanidines (tannins condensés) sont des flavonoïdes polymères. Bien que les voies de biosynthèse des flavonoïdes soient bien comprises, les étapes menant à la condensation et à la polymérisation n'ont pas été élucidées. N'ont pas été élucidées (**Ignat et al., 2011**).

Les tannins ont des effets divers sur les systèmes biologiques puisqu'ils sont des chélateurs potentiels d'ions métalliques, des agents de précipitation des protéines et des antioxydants biologiques. En raison des rôles biologiques variés que les tanins peuvent jouer et en raison de l'énorme variation structurelle, il a été difficile de développer des modèles qui permettraient une prédiction précise de leurs effets dans n'importe quel système. Prédiction précise de leurs effets dans n'importe quel système. Un objectif important des travaux futurs sur les activités biologiques des tanins est le développement de relations structure/activité afin de pouvoir prédire les activités biologiques puissent être prédites (**Ignat et al., 2011**).

I.7.2.5. Terpènes

Les terpènes, également connus sous le nom d'isoprénoïdes, constituent le groupe le plus grand et le plus diversifié de composés naturels que l'on trouve principalement dans les plantes, mais des classes plus importantes de terpènes tels que les stérols et le squalène peuvent être trouvées chez les animaux. Ils sont responsables du parfum, du goût et du pigment des plantes. En général, les terpènes présentent des activités cytotoxiques contre un large éventail d'organismes, allant des bactéries et champignons aux insectes et vertébrés et ont été largement utilisés en phytothérapie contre les infections (**Joshee et al., 2019**).

De nombreux terpènes sont même efficaces contre les virus à membrane. Les terpénoïdes sont largement présents dans les extraits de plantes médicinales (**Joshee et al., 2019**).

I.7.2.6. Composés azotiques (alcaloïdes)

Les alcaloïdes font partis des métabolites secondaires les plus actifs et largement distribués dans le règne végétal (en particulier chez les angiospermes). Leurs structures contiennent un ou plusieurs atomes d'azote soit dans une structure cyclique (vrais alcaloïdes) soit dans une chaîne latérale (pseudoalcaloïdes). Les alcaloïdes sont tristement célèbres en tant que toxines animales et servent principalement de produits chimiques de défense contre les prédateurs (herbivores,

carnivores) et dans une moindre mesure contre les bactéries, les champignons et les virus. Les cibles moléculaires des alcaloïdes et des amines sont souvent des neurorécepteurs, ou elles modulent d'autres étapes de la transduction du signal neuronal, y compris les canaux ioniques ou les enzymes, qui absorbent ou métabolisent les neurotransmetteurs ou les seconds messagers. D'autres alcaloïdes sont mutagènes en ce qu'ils intercalent ou alkylent l'ADN. Plusieurs alcaloïdes qui interfèrent avec l'ADN, les télomères, la télomérase, la topoisomérase, le cytosquelette ou la biosynthèse des protéines induisent l'apoptose (Wink, 2015).

I.8. Propriétés thérapeutiques des composés phénoliques

Les polyphénols possèdent plusieurs activités biologiques *in vitro* (antibactériennes, anti-cancérogène, anti-inflammatoire, antioxydante, etc...) liées à leur caractère réducteur et à leur affinité pour les protéines et les ions métalliques (Japón-Luján et al., 2008).

Des travaux *in vitro* sur les flavonoïdes montrent l'existence des substances antimicrobiennes efficaces contre les micro-organismes (Johnson, 1999).

Les flavonoïdes ont des propriétés anti oxydantes et anti-inflammatoires, pouvant limiter les dommages oxydatifs responsables de certaines maladies chroniques comme le cancer, les maladies cardiovasculaires et les maladies dégénératives. (Said et al., 2016).

Ainsi la quercétine est la substance la plus active des flavonoïdes. Elle a une forte action antioxydante et anti-inflammatoire. Les tanins, l'acide caféique, l'acide férulique et les coumarines possèdent aussi une activité anti-oxydante et peuvent protéger les cellules contre les dommages provoqués par les radicaux libres (Said et al., 2016).

I.9. Modes d'action des polyphénols

Les composés phénoliques exercent une activité antioxydante via plusieurs mécanismes :

- Le piégeage direct des ERO ;
- L'inhibition des enzymes génératrices d'EOR ;
- La chélation des ions de métaux de transitions, responsables de la production des ERO ;
- L'induction de la biosynthèse d'enzymes antioxydantes (Halliwell B., 1994)

***Chapitre II : Description de la
plante « Urtica dioica L »***

II.1. La famille urticaceae

La famille Urticaceae regroupe 48 genres, pour environ 1000 espèces dont la plupart sont herbacées (vivaces ou annuelles), avec également des arbustes, des lianes et même des arbres. La principale caractéristique des Urticaceae est la présence de poils qui recouvrent la plante, certains à cystolithes allongés, d'autres urticants (**Bezanger-Beauquesne et al., 1975**).

Les principales espèces du genre *Urtica* sont : *Urtica dioica* L. (la grande ortie), *Urtica urens* L. (Ortie brûlante ou « petite Ortie »), *Urtica pilulifera* L. (Ortie romaine ou « ortie à pilules »), *Urtica cannabina* L., *Urtica atrovirens* Req., *Urtica membranacea* Poiret. Ce sont les espèces *U. dioica* et *U. urens* qui sont connues pour posséder des propriétés médicinales (**Bezanger-Beauquesne et al., 1980**).

II.2. Position systématique

Selon (**Ghedira et al., 2009**), la plante *Urticadioica* est classée dans :

Règne : Plantae (plantes).

Sous-règne : Tracheobionta (plantes vasculaires).

Embranchement : Magnoliophyta (phanérogames).

Sous-embranchement : Magnoliophytina (angiospermes).

Classe : Magnoliopsida (dicotyledones).

Sous-classe : Rosidae.

Ordre : Urticales.

Famille : Urticaceae.

Genre : *Urtica*.

Espèce : *Urtica dioica* L.

II.3. Dénomination

Français : ortie, ortie commune, grande ortie, ortie dioïque, ortie vivace.

Anglais : common nettle, stinging nettle, nettle leaf.

Arabe : القراص, الحريكة (Hourriga, al quaras)

II.4. Distribution géographique

Originnaire d'Eurasie, l'ortie s'est répandue dans toutes les régions tempérées du monde. On la rencontre plus en Europe du Nord qu'en Europe du Sud, en Afrique du nord, en Asie et en Amérique du Nord et du Sud où elle est largement distribuée (Said et al., 2016).

Elle est aujourd'hui répandue dans les zones tempérées sur tous les continents (Passeport Santé, 2009). On la retrouve surtout dans les milieux habités, les lieux ouverts, les fossés et en bordure des chemins. Elle peut former des colonies près des maisons abandonnées, des écuries, des vieux tas de fumiers compostés ou des anciens sites de compostage. L'ortie préfère les sols humides, fertiles à haute teneur en matière organique, riches en nutriments (en particulier N) et fournissant une eau adéquate, ainsi que les lieux où la terre a été cultivée (Beaudoin et al., 2009 ; Vogl et Hartl., 2003)

II.5. Description botanique

Le terme *Urtica* tire son nom du latin *uro* ou *urere* qui signifie « je brûle », allusion à ses poils urticants dont le contact est très irritant. Le terme *dioica* vient de *dioïque*, ce qui signifie que les fleurs mâles et les fleurs femelles se trouvent sur des pieds séparés (Beaudoin et al., 2009).

L'ortie, *Urtica.dioica* L., est une plante herbacée, vivace par rhizomes, caractérisé par la présence de poils unicellulaires. Le port de l'ortie a une hauteur qui varie de 30 à 150 cm (Said et al., 2016 ; Bhuwan et al., 2014 ; Ghedira et al., 2009).



Figure 01: *Urtica dioica* L (Asgarpanah et Mohajerani, 2012)

II.5.1. Appareil végétatif

II.5.1.1. La feuille

Les feuilles, d'un vert tendre, mesurent de 3 à 15 cm de long et sont portées en opposition sur une tige verte érigée et filiforme (Asgarpanah et Mohajerani, 2012). Les feuilles sont, ovales, allongées, dentées et terminées en pointe. Les feuilles et les tiges sont couvertes de poils urticants comparables à une ampoule munie d'une pointe recourbée, siliceuse qui déverse au contact de la peau un liquide urticant (Said et al., 2016 ; Bhuwan et al., 2014 ; Ghedira et al., 2009).



Figure 02 : La feuille d'*Urtica dioica* (Asgarpanah et Mohajerani, 2012).

II.5.1.2. La tige

La tige est robuste, dressée, velue, non ramifiée et à section carrée. Elle est d'une couleur verte lorsque la plante est jeune, et rouge violet lorsqu'elle est plus âgée (Said et al., 2016).

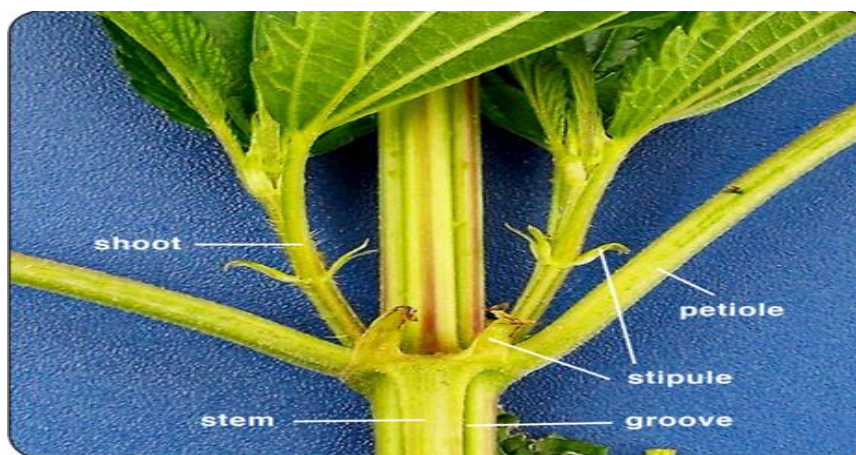


Figure 03 : Tige dressée d'*Urtica dioica* (Reaume, 2010).

II.5.1.3. Les poils

Les poils urticants monocellulaires en forme de pointe aigüe, sur un bulbe basilaire renflé pluricellulaire, fragiles. Ces poils se brisent aisément et se vident de leur contenu très irritant. On peut distinguer deux parties :

-La base ressemblant à une ampoule qui renferme les substances urticantes (Acétylcholine, sérotonine, histamine, acide formique, formiate de sodium).

-Une pointe effilée à l'aspect d'aiguille, coiffée d'une petite boule qui se brise facilement lors d'un contact. Elle laisse ainsi s'échapper le contenu de l'ampoule qui pénètre dans la peau, ce qui provoque une irritation locale (Wichtl et Anton, 2003).



Figure 04 : Poile urticant de l'ortie (Asgarpanah et Mohajerani, 2012).

II.5.1.4. Les racines

Le système racinaire est composé d'une racine pivotante qui se ramifie en radicelles fines permettant à la touffe d'ortie de s'étendre (Said et al., 2016).



Figure 05 : Racine d'*Urtica dioica* (Asgarpanah et Mohajerani, 2012).

II.5.2. Appareil reproducteur

II.5.2.1. Les fleurs

L'ortie est dioïque, ayant des pieds mâles et femelles séparés. Les fleurs sont unisexuées, très petites, apparaissant de juin à septembre, et sont disposées à l'aisselle des feuilles, en grappes ramifiées (Said et al., 2016).



Figure 06 : Fleure d'*Urtica dioica* (Asgarpanah et Mohajerani, 2012).

II.5.2.2. Le fruit et la graine

Le fruit est un akène ovale rempli de minuscules graines ayant une couleur brunâtre et noirâtre (Said et al., 2016).



Figure 07 : Fruit d'*Urtica dioica* (Reaume, 2010).

II.6. Composition chimique d'*Urtica dioica*

Les feuilles de l'ortie sont riches en flavonoïdes, ainsi qu'en composés phénoliques, en acides organiques, en vitamines et en sels minéraux. Les principaux flavonoïdes de l'ortie sont la quercétine, le kaempférol et la rutine (**Tableau 1**).

L'ortie constitue également une importante source de protéines et de chlorophylle, des tanins, de l'acide caféique et de l'acide férulique.

L'action urticante de l'Ortie est due au liquide contenu dans ses poils. Ce liquide renferme au moins trois composés qui pourraient être à l'origine de ses réactions allergiques : l'acétylcholine, l'histamine et la sérotonine (5-hydroxy-tryptamine).

La racine d'ortie contient les polysaccharides, les stérols et les lignanes. Elle contient aussi une lectine appelée *Urtica Dioica Agglutinine* (UDA). Cette lectine est quelque peu atypique ; elle a une faible masse moléculaire de l'ordre de 8 à 9kDa et est constituée d'une chaîne polypeptidique unique de moins de 100 acides aminés (**Said et al., 2016**).

Tableau 01 : Les constituants chimiques de feuilles d'ortie (**Ghedira et al., 2009**).

Famille	Constituants chimique
Acide phénoliques	Acide caféique et ses esters (acide cafeyl-malique), acide chlorogénique, acide ne chlorogénique
Flavonoïdes	3-glucosides et 3-rutinosides du quercetol, du kaempferol et de l'isorhamnetol
Vitamines et Oligoéléments	Acide ascorbique (vitamine C), (vitamine E), (vitamine K), cuivre, zinc, nickel
Pigments	Chlorophylle (1à 5 %) : 75% α - chlorophylle et 25% β -chlorophylle, Carotène ; β -carotène et xanthophylles
Autres	Glycoprotéine, sel minéraux lipides, acides aminés libres, sucres, huile essentielle, tanins

Tableau 02 : La composition chimique de l'ortie dioïque (Said et al., 2016).

Partie utilisés	Composition chimique
Racine	Polysaccharidesacides ; glycanes, arabinogalactaneethamnogalacturonans
	Flavonoïdes : Myricétine, Quercétine, kaempférol, Quercétine-3-O-rutinoside (rutine), kaempférol-3-O-rutinoside etisorhamnetine.
	ElémentsminérauxetOligo Éléments : Calcium, Magnésium, Zinc, Manganèse, Cuivre
	Lectines : L'UDA(Urticadioicaagglutinin), composée d'une simple chaîne polypeptide de 89 acides aminés avec une grande proportion de glycine, cystéineettryptophane
	Phytosterols :3- β -sitostérol, sitostérol-3-O- β -D-glucoside(6'-O-palmitoyl) sitosterol-3-O- β -D-glucoside,7 β -hydroxysitosterol,7 α -hydroxysitosterol,7 β -hydroxysitosterol- β -D-glucoside,7 α -hydroxysitosterol- β -glucoside,24R-ethyl5 α -cholestane-3 β ,6 α -diol, stigmasterol, campesterol, stigmast-4-en-3-on, hecogenin.
	Lignanes:(+) -neoolivil,(-) -secoisolariciresinol,dehydrodiconiferylalcool, isolariciresinol,pinoresinolet3,4-divanillyltetrahydrofurane
	Coumarines : scopoletine
Fruite	Huilefixe : Acides gras saturés et insaturés
Graines	Caroténoïdes : β Carotène,LutéineetViolaxantine
	Polysaccharide

II.7. Utilisation de la plante en médecine traditionnelle

Ortie dioïque est Utilisée empiriquement depuis des millénaires dans le traitement de nombreuses pathologies (Said et al., 2016 ; Bhuwan et al., 2014 ; Ghedira et al., 2009).

Toutes les parties de la plante sont utilisées en médecine traditionnelle. La plante entière est employée pour ses vertus diurétiques, anti hypertensives, antidiabétiques, dépuratives, hémostatiques, anti asthéniques, anti anémiques, antispasmodiques, antirhumatismales et comme remède dans les maux de tête et les coups de froid. L'ortie est également utilisée pour traiter les affections spléniques, rénales et dermiques. D'autres utilisations traditionnelles, contre la tuberculose et les lithiases biliaires et rénales, ont été aussi décrites dans la littérature. En usage externe, elle est utilisée dans le traitement des aphtes et des hémorroïdes/ Ses graines sont administrées par voie orale pour leurs effets galactogènes et aphrodisiaques et par voie locale pour traiter la gale et le prurit (Said et al., 2016).

II.8. Activité biologique et effets thérapeutiques

Les métabolites secondaires de l'ortie ont des propriétés pharmacologiques marquées.

Plusieurs études ont prouvé l'effet antidiabétique et la capacité des plantes de ce genre à réduire la production et l'absorption du glucose intestinal par l'inhibition de l' α -glucosidase (Hilal et al., 2015) et contre le diabète induit par l'alloxane (Elhawary et al., 2011). Les extraits bruts des plantes de ce genre possèdent aussi des activités antiinflammatoires et anti-nociceptives (Kupeli et al., 2007 ; Wang et al., 2006), analgésiques et antipyrétiques (Requena et al., 1987), antimicrobienne (Besbes et al., 2012), hépatoprotectives, antioxydantes et antivirale (Elhawary et al., 2011; Hlilab et al., 2015 ; Wang et al., 2006 ; Wang et al., 2013 ; Rahmounib et al., 2018), cytotoxique (Lehbilia et al., 2018 ; Lehbilib et al., 2018).

Tableau 3 : Activité pharmacologique et effet thérapeutique d'*Urtica dioica* (Ghedira et al., 2009).

Domaine d'activités	Matériel et auteur	Mode d'action
Rhumatisme, in vitro	Extrait isopropanol que de feuille d'ortie (extract IDS 30	Effet sur maturation des cellule dendritiques myéloïde des humaines avec diminution de l'induction la réponse des cellules T primaires du rhumatisme articulaire
Effet anti-allergique, in vitro		Effets sur les récepteurs clé et les

		enzymes associés à la rhinite allergique
Effet diurétique in vivo (rats Wistars anesthésie)	Etude de l'effet de l'extrait aqueux comparé au furosémide à faible (4mg /kg par heure) et fort dose (24mg/kg par heure)	Effet cardiovasculaire Effet diurétique et natriurétique Effet toxique à forte dose
Effet antirhumatismal Clinique	Extrait aqueux 152 Patients, 3 semaines de traitement	Chats : administration par canule de 26,6 ml/kg Complément au traitement des lésions rhumatismales articulaires
Effet sur la fonction cérébrale et la mémoire. Les auteurs concluent que la feuille d'ortie est capable de diminuer la transcription des facteurs de l'inflammation, et peut être aussi de stimuler la performance cérébral	Chez le rat effet de la nage et d'un repas enrichi en feuille d'ortie (<i>Urtica dioica</i>) à raison de 1 % de drogue séchée.	Les souris sont traitées de telle manière à détériorer les récepteurs Cérébraux par le N-méthyl-D-aspartate La supplémentation par l'ortie associée à la nage permet de protéger les cerveaux des souris Wistar. L'ortie fait décroître le niveau des espèces réactives de l'oxygène, alors que l'activité de liaison de l'ADN par NF-kappa B est augmenté mais surtout celle engendrée par la Protéine AP1 (activator protein 1)
Effet antidiabétique		Inhibition de l'a-glucosidase par un extrait aqueux

*Chapitre III : L'activité
antibactérienne d'Urtica
dioica L*

III.1. Généralités sur les bactéries

Les bactéries sont des microorganismes unicellulaires classés parmi les procaryotes, car ils ne possèdent pas de membrane nucléaire. Elles ont généralement un diamètre inférieur à 1 μ m. On peut les voir au microscope optique. Leur forme peut être sphérique (cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrions) ou spiralée (spirochètes) (Nauciel et Vildé, 2005).

En tant que procaryote, la structure de la cellule est simple. Le volume intérieur, appelé cytoplasme, est délimité par la membrane plasmique. La membrane contrôle les flux entrants et sortant de la bactérie et sert de support à certaines enzymes. Ce volume est continu et ne contient en général pas de structure secondaire complexe. Toutes les réactions chimiques sources d'énergie, ou permettant l'entretien et la multiplication de la bactérie, ont lieu dans le cytoplasme. Elles peuvent néanmoins être localisées sur la membrane (Lesseur, 2014).

Le matériel génétique est localisé dans le nucléoïde, une région discrète qui habituellement n'est pas séparée du reste du cytoplasme par une membrane. Les ribosomes et les inclusions sont dispersés dans le cytoplasme. Enfin, de nombreuses bactéries utilisent des flagelles pour leur locomotion (Prescott et al., 2018).

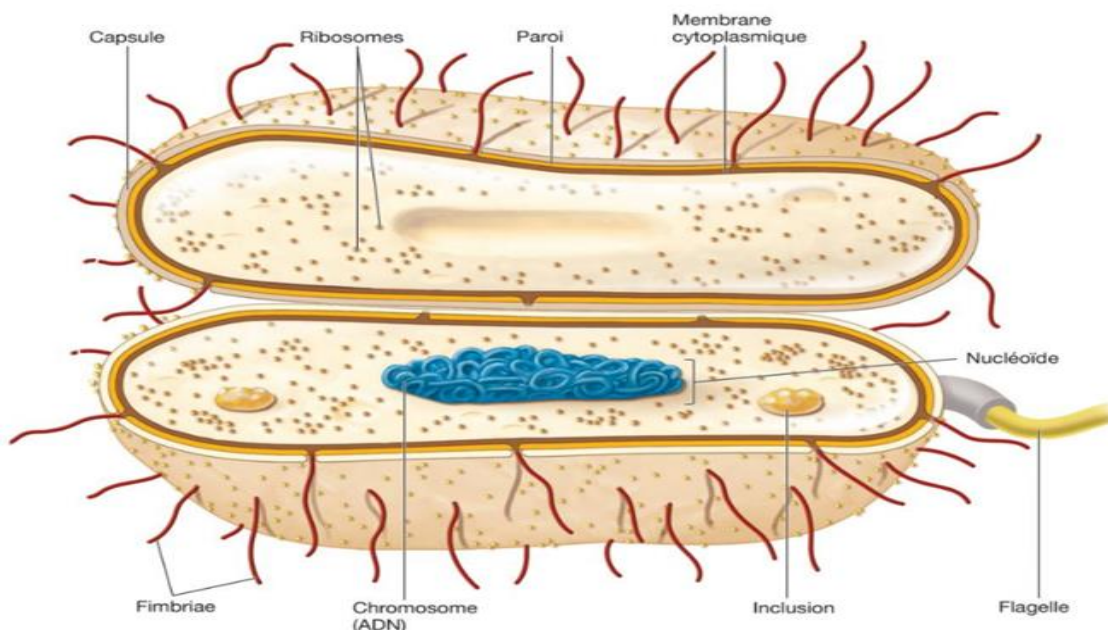


Figure 08 : La structure d'une cellule bactérienne (Prescott et al., 2018).

III.2. Les différents types de bactéries

Les bactéries sont classées en gram positif et gram négatif (avec quelques exceptions, comme les mycobactéries) en fonction de la structure de leur membrane cellulaire procaryote.

Les bactéries gram positives possèdent une paroi cellulaire épaisse constituée de couches de peptidoglycane et l'acide téichoïque ancrées sur la membrane cytoplasmique. D'autre part, les bactéries gram négatives ont une fine couche de peptidoglycane qui est entourée d'une membrane interne (IM) et d'une membrane externe (OM) formant ainsi l'espace périplasmique (Domalaon, 2018).

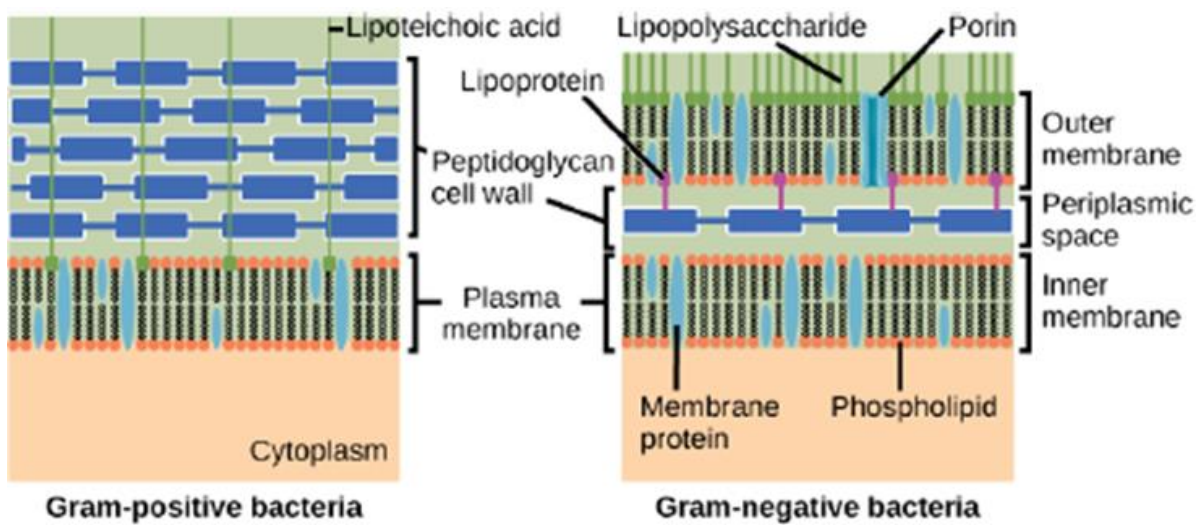


Figure 09 : Paroi cellulaire des bactéries Gram positif et Gram négatif (Samanthi, 2018).

III.2.1. Les bactéries à Gram Négatif

III.2.1.1. Escherichia coli

Escherichia coli fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Il s'agit de courts bâtonnets mobiles au moyen de flagelles péritriches, Gram négatifs, anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase négative, mesurant de 2 à 4 µm de long et d'un diamètre d'environ 0,6 µm. Ils sont capables de fermenter plusieurs sucres, mais leur fermentation du lactose avec production de gaz est caractéristique. La multiplication à 44°C, la production d'indole et la présence d'une activité β-glucuronidase, sont également caractéristiques (Salifou et al., 2013 ; Feng, 2001 ; Eslava et al., 2003).

Escherichia coli est un locataire habituel de la flore commensale intestinale de l'homme et des animaux à sang chaud (Salifou et al., 2013).

Cependant certaines souches sont pathogènes pour l'homme, à l'exemple de *Escherichia coli* entérohémorragiques ou EHEC (*Enter- Hemorrhagic E. coli*), dont la plus connue est *E. coli* O157:H7 et ayant un lien épidémiologique assez étroit avec le bœuf (Fernandes., 2009 ; Bailly et al., 2012).

III.2.1.2. *Pseudomonas aeruginosa*

Le genre *Pseudomonas* est constitué de bacilles Gram négatifs, droits ou légèrement incurvés, ayant une taille de 0,5 à 1,0 µm de diamètre sur 1,5 à 5,0 µm de longueur, aérobies stricts, oxydase positifs, non sporulés et généralement mobiles grâce à une ciliature polaire. Certains produisent des pigments hydrosolubles fluorescents, de couleur jaune-vert qui ont un rôle de sidérophores. La plupart des espèces sont psychrotrophes. Leur croissance est possible entre 4 °C (voire moins) et 43 °C (Euzéby, 2007). Les *Pseudomonas* sont ubiquistes et peuvent vivre dans des niches écologiques très diverses. Peu virulentes, plusieurs souches sont des pathogènes opportunistes pour l'homme et des agents d'altération des viandes, poissons et produits laitiers (Euzéby, 2007). Leur présence au niveau des chaînes d'abattage et en particulier dans les chambres froides constitue une source permanente de contamination des viandes. *Pseudomonas* est principalement utilisé comme indicateur d'altération des viandes fraîches et du lait (Bailly et al., 2012 ; Salifou et al., 2013).

III.2.2. Bactéries à gram positif

III.2.2.1. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est un germe de la famille des *Micrococcaceae*. Il s'agit de cocci à coloration de Gram positive, mesurant 0,5 à 1 µm de diamètre souvent disposés en grappe, non sporulés, coagulase positive. Cette espèce fait partie des bactéries aéro-anaérobies facultatives, mais préférant le métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile, capable de se multiplier entre 4 °C et 46 °C, de manière optimale à 37 °C. C'est un germe halophile et xérophile car il se développe même en présence de sel et du sucre et survit dans les aliments déshydratés (Salifou et al., 2013 ; Fosse et al., 2004 ; Bailly et al., 2012).

Staphylococcus aureus est un germe commensal de la flore cutanée des animaux et un agent possible de mammite chez les femelles en lactation. Chez l'homme, il vit dans la cavité nasale, dans les glandes sébacées et sudoripares, dans les bulbes pileux. Le principal site pour les mains est le bout des doigts (Salifou et al., 2013).

III.3. Culture des bactéries

On utilise habituellement pour cultiver les bactéries des milieux de culture complexes à base d'extraits ou d'hydrolysats enzymatiques de viandes. Ces milieux peuvent être liquides (bouillons) ou solides. Le processus de la solidification est obtenu par l'addition de gélose (un extrait d'algues) qui a la propriété de fondre à l'ébullition et se solidifier à des températures inférieures à 40°C.

En milieu liquide : les bactéries se dispersent librement et leur multiplication se traduit par un trouble, le plus souvent homogène.

En milieu solide : les bactéries se déposent à la surface. Lorsque la quantité de bactérie est faible, chaque bactérie va pouvoir se multiplier sur place jusqu'à former un amas de bactéries visible à l'œil nu que l'on appelle colonie. (Si la densité bactérienne est trop élevée dans l'échantillon ensemencé, les colonies sont confluentes et forment une nappe), l'emploi de milieux solides permet ainsi le dénombrement des bactéries viables dans un échantillon (**Nauciel et Vildé, 2005**).

III.4. Les Antibiotiques

III.4.1. Définition

Le mot antibiotique vient du grec (anti : contre, biotikos : concernant la vie) utilisé pour la première fois en 1889, en référence à une substance synthétisée par un organisme pour en détruire un autre (**Muylaert et Mainil, 2013**). Ils ont la capacité d'inhiber la multiplication des bactéries (effet bactériostatique) ou de détruire les bactéries (effet bactéricide) (**Chaussade et al., 2013**).

Depuis leur découverte, les antibiotiques ont radicalement modifié le pronostic des infections bactériennes car ils ont permis de guérir des maladies mortelles, telles les endocardites bactériennes, la syphilis, les méningites tuberculeuses et la peste (**Dedet, 2007**).

III.4.2. Mode d'actions des antibiotiques

Les antibiotiques sont utilisés en médecine pour lutter contre des infections bactériennes et doivent être choisis en fonction de leur efficacité sur la bactérie responsable de l'infection. Il en existe de très nombreux, répartis en différentes familles. Ils sont très efficaces contre les infections bactériennes, mais n'ont aucun effet sur les infections virales (**Lesseur, 2014**). Ces molécules ont soit un effet bactériostatique qui provoque une inhibition réversible de la croissance de l'organisme cible, soit un effet bactéricide qui entraîne la mort de celui-ci (**Demoré et al., 2012**).

Le mécanisme d'action de tous les antibiotiques actuellement utilisés en clinique a été déterminé après leur découverte. La majorité des antibiotiques exercent leur action soit en inhibant la paroi cellulaire bactérienne ou la synthèse des protéines. Les exceptions sont les quinolones qui inhibent la synthèse de l'ADN et les sulfamides qui inhibent la synthèse des métabolites utilisés pour la synthèse de l'ADN (Singh et Barrett, 2006).

La figure 10 présente les différents modes d'action des antibiotiques sur une cellule bactérienne :

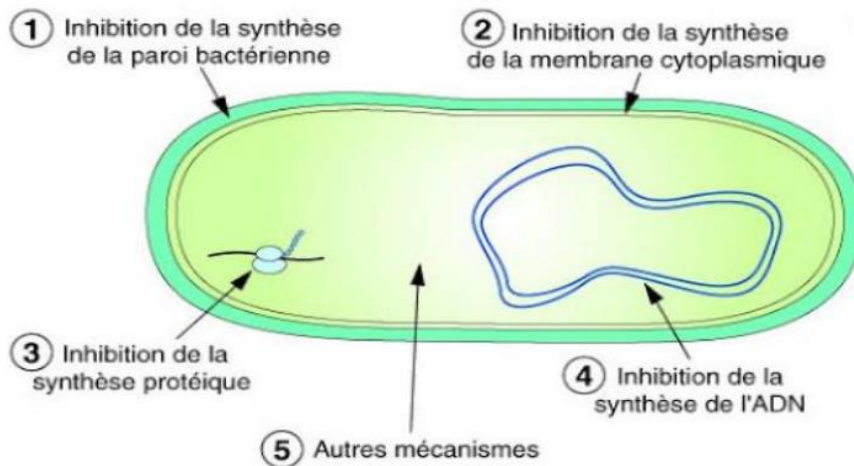


Figure 10 : Cellule bactérienne et modes d'action des antibiotiques (Lesseur, 2014).

III.4.3. Classification

Leur classification est multiple, elle peut se faire selon :

1. La nature chimique : car il existe souvent une structure de base sur laquelle il y a une hémissynthèse définissant ainsi une famille d'antibiotique (Ex : β -lactamines).

2. Le site d'action spécifique à chacun :

***Inhibition de la synthèse de la paroi bactérienne** (β -lactamines, glycopeptides, fosfomycine).

***Inhibition de la synthèse protéique** (aminosides, cyclines, phénicolés, acide fusidique, macrolides, oxazolidinones, mupirocine, synergistines).

***Action sur la synthèse des acides nucléiques** (quinolones, nitroimidazolés, rifamycines, sulfamides triméthoprimine).

***Action sur les membranes** (polymyxines, daptomycine) (Demoré et al., 2012).

3. Le spectre antibactérien : il représente l'ensemble des bactéries sur lesquelles l'antibiotique est actif et permet de prévoir son potentiel ainsi que ses limites.

***Les antibiotiques à spectre large** sont efficaces sur un grand nombre de types d'agents pathogènes. Ainsi, l'antibiotique sera actif sur une grande partie de tous les cocci et tous les bacilles. Ils sont utilisés lorsque la bactérie n'est pas identifiée et que la pathologie peut être due à différents types d'agents pathogènes (Demoré et al., 2012).

***Les antibiotiques à spectre étroit** sont efficaces sur un nombre limité d'agents infectieux leur permettant de cibler une pathologie en particulier (Demoré et al., 2012).

III.4.4. La résistance bactérienne aux antibiotiques

La résistance aux antibiotiques est un phénomène général observé pour toutes les espèces bactériennes rencontrées chez l'homme. De plus, on assiste à des multi-résistances : une bactérie est résistante à plusieurs familles d'antibiotiques. Les bactéries ont un grand pouvoir d'adaptation qui leur permet d'acquérir de nouvelles propriétés (modification de leur génome ou information génétique nouvelle) leur permettant de résister aux antibiotiques (Lesseur, 2014).

On distingue la **résistance naturelle** et la **résistance acquise** :

- La résistance naturelle** : concerne toutes les souches d'une espèce bactérienne et pré-existe à l'usage des antibiotiques. Cette résistance est chromosomique et a un caractère permanent transmissible aux cellules filles lors de la réplication bactérienne.
- La résistance acquise** : ne concerne qu'une partie des souches d'une espèce bactérienne normalement sensible et apparaît à la suite de l'utilisation des antibiotiques. L'acquisition d'un nouveau mécanisme de résistance résulte soit d'une mutation survenant sur le chromosome bactérien, soit de l'acquisition d'une information génétique provenant d'une bactérie déjà résistante (Lesseur, 2014).

III.4.5. Principaux mécanismes de résistance aux antibiotiques

Les principaux mécanismes de résistance qui sont actuellement connus :

1-Diminution de la quantité d'antibiotique atteignant la cible : L'antibiotique n'est pas modifié, mais il ne peut pas accéder à sa cible au sein de la bactérie :

* Soit parce qu'il ne peut plus y pénétrer en raison de la baisse de la perméabilité membranaire.

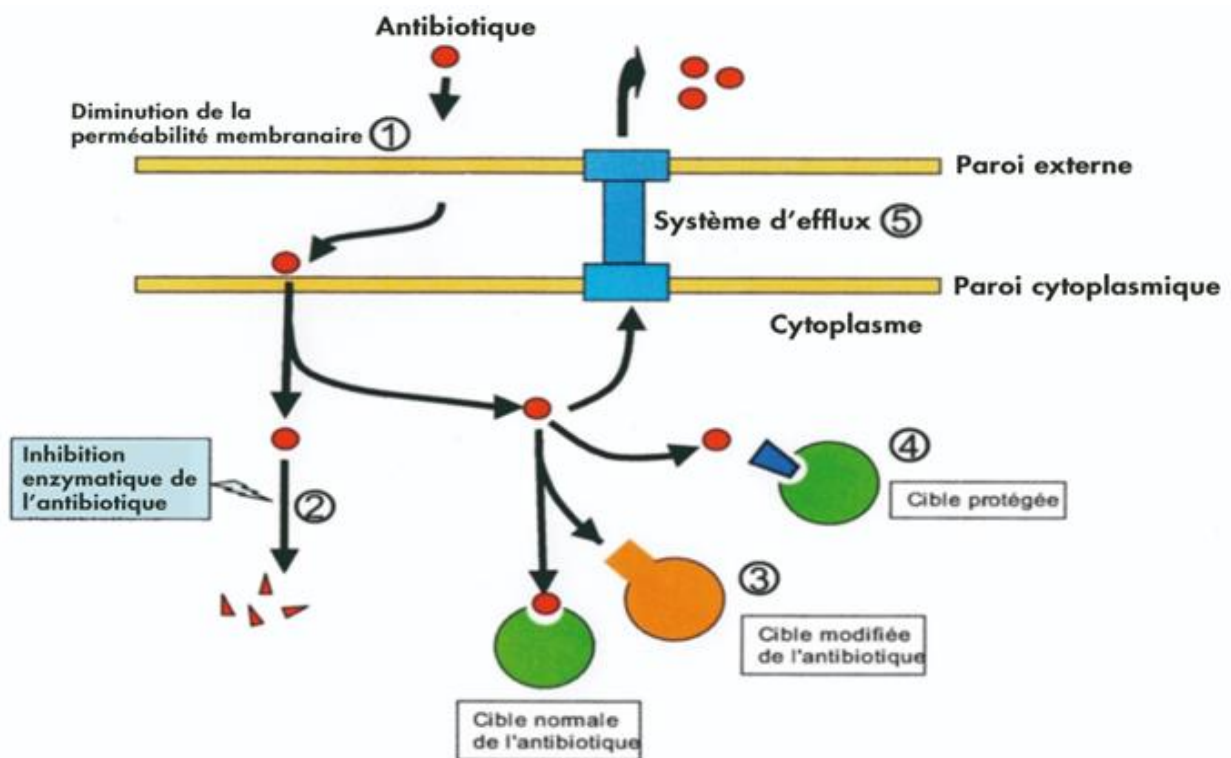
* Soit parce qu'il est expulsé activement vers l'extérieur de la bactérie par des protéines jouant le rôle de pompe (systèmes d'efflux) (Lesseur, 2014).

2-Inactivation de l'antibiotique par une enzyme bactérienne : c'est la situation la plus fréquents.

3-Modification de la cible : la modification de la structure de la cible peut diminuer son affinité pour l'antibiotique. C'est un mécanisme fréquent de résistance acquise (Lesseur,2014).

4-Protection de la cible : c'est une protection réversible de la cible (par des protéines empêchant la fixation des quinolones, par exemple).

5-Système d'efflux : provoque une élimination de l'antibiotique hors de la cellule (Lesseur,2014).



- (1) Diminution de la pénétration de l'antibiotique dans la bactérie.
- (2) L'antibiotique peut être inactivé par l'action d'une enzyme.
- (3) La modification de la cible empêche la fixation de l'antibiotique.
- (4) La protection de la cible empêche la fixation de l'antibiotique.
- (5) Les systèmes d'efflux provoquent une élimination de l'antibiotique hors de la cellule.

Figure 11 : Les différents mécanismes de résistance aux antibiotiques (Lesseur, 2014).

III.5. Activité antibactérienne des composés phénoliques

Plusieurs études *in vitro* et *in vivo* ont été focalisées sur l'évaluation des propriétés antimicrobienne des polyphénols. A l'heure actuelle, cet effet est certain et démontré par de nombreuses recherches expérimentales. Les polyphénols notamment les flavonoïdes et les tannins sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes. Le mécanisme de toxicité peut être lié à l'inhibition des enzymes hydrolytiques (les protéases et les carbohydrases) ou d'autres interactions pour inactiver les adhésines microbiennes, les protéines de transport et d'enveloppe cellulaire (Cowan, 1999).

Partie expérimentale

Chapitre I : Matérielles et Méthodes

I.1. Récolte et préparation du matériel végétal

Notre étude s'est portée sur une plante médicinale spontanée de la famille des *Urticaceae* (*Urtica dioica*) dans le laboratoire pédagogique de microbiologie et de contrôle de qualité de l'université de Jijel. La récolte de la plante a été effectuée durant le mois de Mai 2022, dans la région de Texanna (la wilaya de Jijel).

Le matériel végétal fraîchement collecté a été séché, pendant quelques jours, sur du papier, à température ambiante et dans un endroit sec, à l'abri de la lumière et de l'humidité, afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules (Daira et al., 2016).

Les échantillons séchés ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique de type Sub en une poudre très fine, pour augmenter la surface d'échange entre le solide et le solvant et faciliter l'extraction.

Une fois broyées, les poudres obtenues ont été tamisées à l'aide d'un tamis de type AFNOR-ASTM dont le diamètre des pores est inférieur à 250 μm . La poudre ainsi obtenue a été conservée dans un flacon en verre, bien hermétique, à l'abri de la lumière, en vue de procéder aux différentes manipulations.

I.2. Préparation des extraits

Afin d'extraire les principes actifs de la plante testée, une extraction de type solide/liquide (macération) a été utilisée.

La macération est une opération qui consiste à laisser la poudre du matériel végétal en contact prolongé avec un solvant pour en extraire les principes actifs. C'est une extraction qui se fait à température ambiante (Ouedraogo et al., 2021).

Les extraits utilisés pour la réalisation de cette étude sont en nombre de deux :

I.2.1. Extrait aqueux

Selon la méthode de (Ghedadba et al., 2015) modifiée, 5g de la poudre végétale a été mise à une extraction par macération, sous agitation, avec 50 ml d'eau distillée, pendant 24h et à température ambiante, L'extrait aqueux obtenu est ensuite centrifugé à 1000 tours/min pendant 10 minutes pour se débarrasser des débris de plante. La phase aqueuse du macérat a été ensuite filtrée sur un papier filtre. L'extrait a été ensuite évaporé à sec, à température ambiante, pour obtenir un extrait sec qui a par la suite été repris, par l'eau distillée, avec la concentration désirée.

✚ Le protocole d'extraction aqueuse est résumé dans la figure 12 :

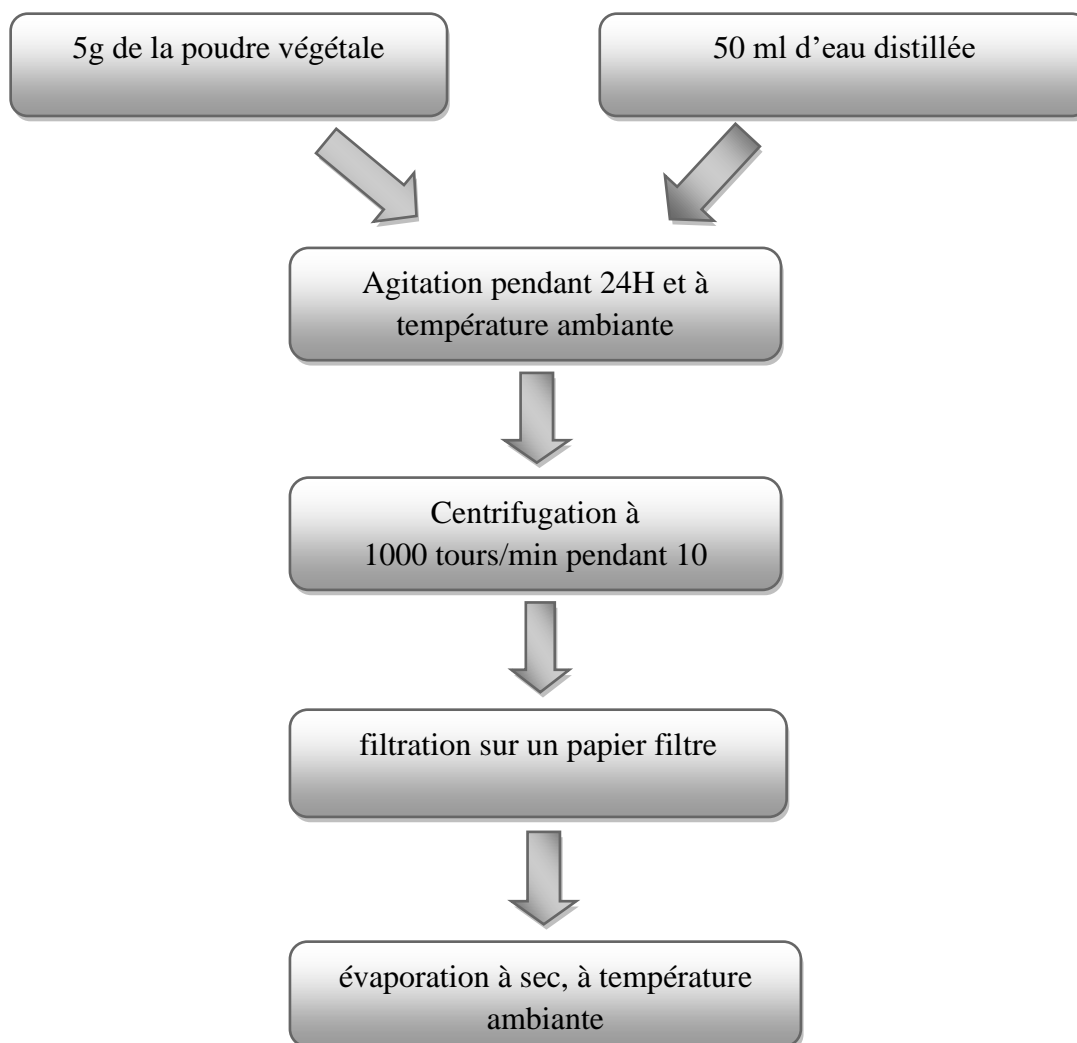


Figure 12 : Protocole général de l'extraction aqueuse.

I.2.2. Extrait méthanolique

La méthode utilisée pour l'extraction des composés phénoliques est celle de **(Daoudi et al., 2015)** modifiée.

Ainsi, Une prise d'essai de 5 g de la poudre végétale a été macérée, sous agitation, à température ambiante dans 50ml de méthanol (80%), pendant 24 heures.

Une filtration sur papier Whatman du macérât fut ensuite réalisée ; puis, le filtrat a été évaporé à sec sous pression réduite et à 40°C à l'aide d'un évaporateur rotatif de type Heidolph (figure) puis, a été séchées à l'étuve à 40°C jusqu'à ce que le méthanol soit totalement évaporé.

L'extrait sec obtenu a par la suite été repris dans le méthanol avec la concentration désirée.

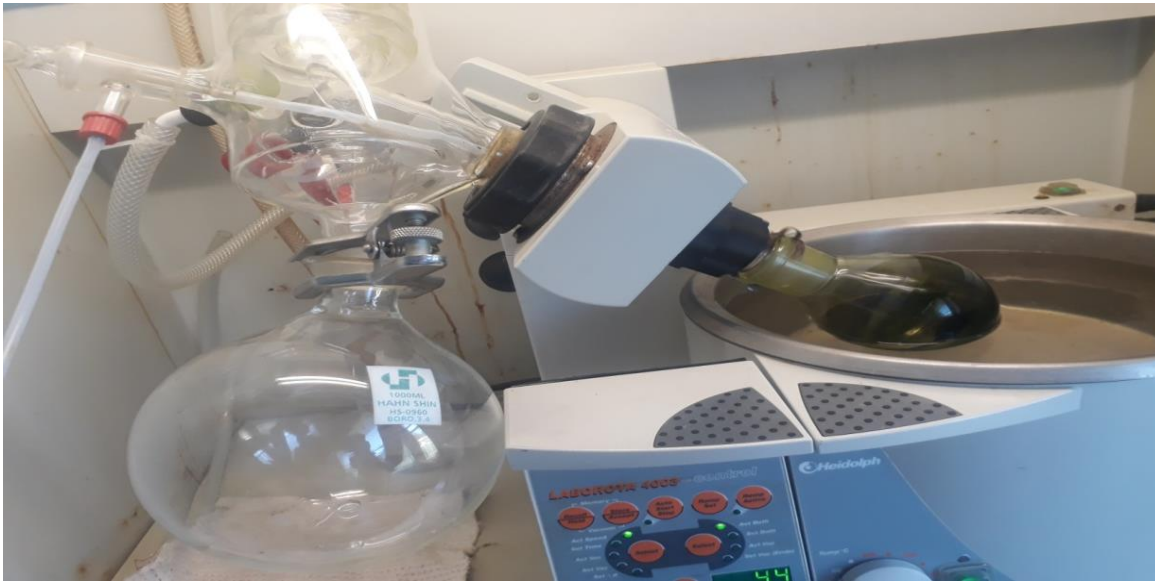


Figure 13 : Etape d'évaporation sous vide de récupération des extraits d'*Urtica dioica*.

✚ Le schéma général de l'extraction méthanolique est résumé dans la figure 14 :

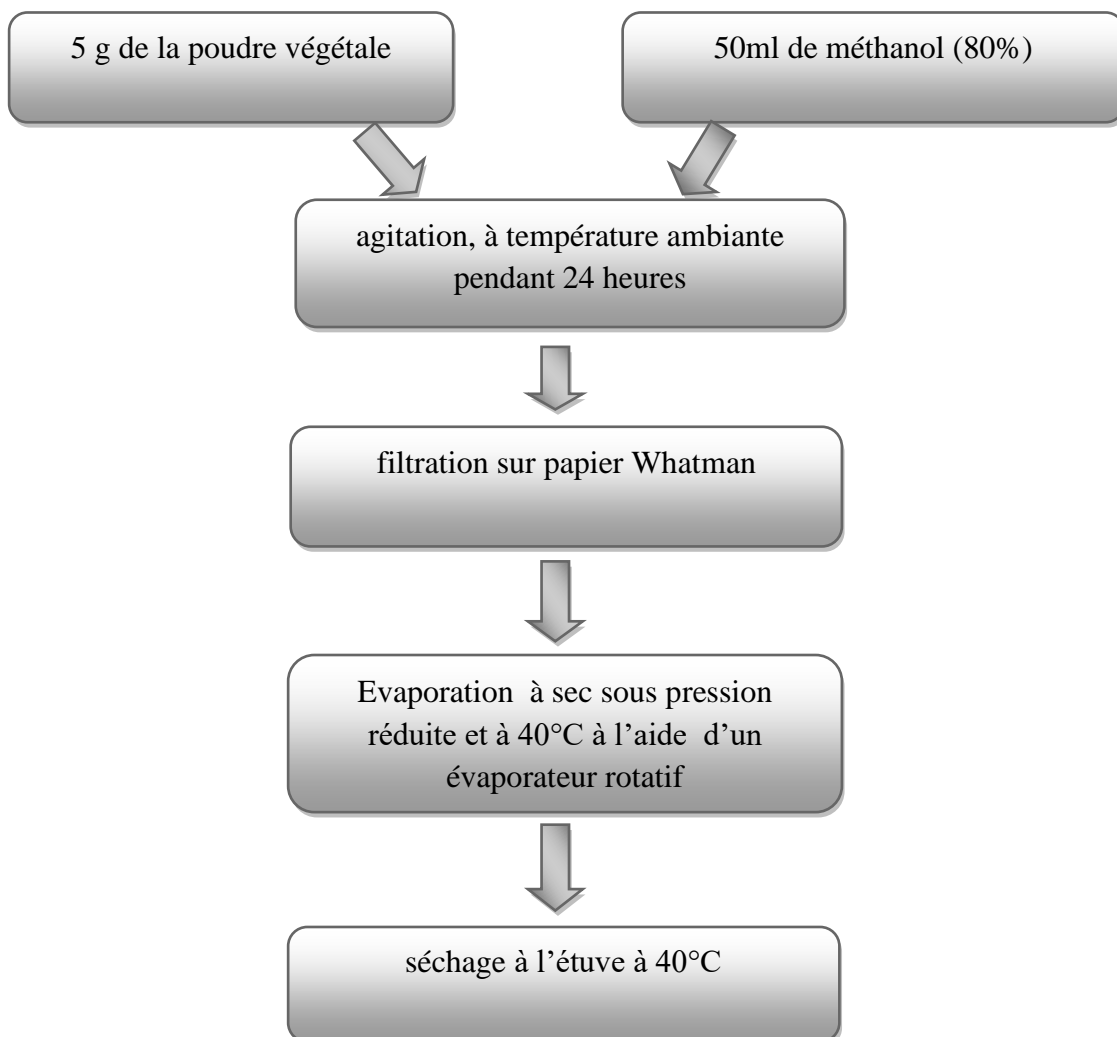


Figure 14 : Protocole général de l'extraction méthanolique.

I.3. Rendement d'extraction

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminée après évaporation du solvant, il est exprimé en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction (**Cheurfa et al., 2013**).

Le rendement d'extraction est estimé par la formule suivante :

$$\text{Rendement d'extraction (\%)} = (P / P0) \times 100$$

R (%) : rendement en pourcentage.

P : poids en gramme de l'extrait sec résultant (g).

P0 : poids en gramme du matériel végétal de départ (g).

I.4. Etude phytochimique des extraits

Dans le but de caractériser les extraits préparés à partir des feuilles d'*Urtica dioica*, des analyses qualitatives et quantitatives ont été effectuées.

I.4.1. Analyses qualitatives (Réactions de caractérisation ou Screening phytochimique)

Il s'agit d'une étude qualitative visant la recherche des principaux groupes chimiques. Les tests de caractérisation sont basés sur des réactions de précipitation et de complexations avec formation de complexes insolubles et colorés. La coloration observée est provoquée par l'utilisation d'un réactif approprié et est due généralement à la formation d'une conjugaison ou d'une instauration dans une molécule (**Daoudi et al., 2015**).

Tableau 4 : Criblage Phytochimique.

Métabolite secondaire	Méthodes	Résultats attendu
Flavonoïdes	On ajoute 1 ml d'acide chlorhydrique concentré et quelques copeaux de magnésium à 1 ml de l'extrait (Najaa et al., 2011).	Dégagement d'hydrogène, Une coloration allant de l'orangé au rouge pourpre.
Tannins	On ajoute quelques gouttes d'une solution aqueuse de FeCl ₃ à 2% à 2 ml d'extrait (Bekro et al., 2007).	Coloration bleu-noir ou vert-noir.
Saponosides	Versés dans un tube à essai 10 ml de l'extrait ; le tube, agité pendant 15 s puis laissé au repos durant 15 min (Daoudi et al., 2015).	Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm.
Quinones	On ajout de quelques gouttes de NaOH 10% à 5ml d'extrait (Kailo et al., 2018).	L'apparition d'une teinte qui vire au jaune, rouge ou violet dans la phase aqueuse.
Coumarines	On ajoute 0,5 ml de NH ₄ OH à 25 % à 2ml de l'extrait (Hamadou et al., 2018)	L'observation sous la lampe UV à 366 nm d'une fluorescence intense.
Anthocyanes	2,5 ml du décocté aqueux sont ajoutés à 1 ml de HCl à 20% (Kailo et al., 2018).	Une coloration rose-rouges 'accentue ; puis l'ajout de 5 ml de NH ₄ OH fait virer la solution au bleu violacé.
Stérols et triterpènes	Ajout de 1 ml de chloroforme CHCl ₃ 1ml de réactif. La solution obtenue est partagée dans deux tubes à essais, puis 2 ml de H ₂ SO ₄ concentré sont ajoutés à l'un des tubes, l'autre servira de témoin (Kailo et al., 2018).	Formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet à la zone de contact.

I.4.2. Analyse quantitative des composés phénoliques

I.4.2.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans les extraits de feuilles de d'*Urtica dioica* a été effectué selon la méthode au réactif de Folin Ciocalteu. Ce réactif est un acide de couleur jaune constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribereau, 1968).

Les polyphénols ont été déterminés par spectrophotométrie, suivant le protocole appliqué par (Bougandoura et al., 2015) : 200 µl de l'extrait dilué ont été mélangés avec 1 ml de réactif de Folin Ciocalteu dilué 10 fois dans de l'eau distillée. Après 4 minutes, 800 µl de carbonate de sodium (Na₂ CO₃) à concentration de 7,5% ont été ajoutés. L'ensemble est incubé à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes et la lecture de l'absorbance a été effectuée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 765nm. La courbe d'étalonnage a été effectuée par l'acide gallique (AG). Les résultats sont exprimés en milligrammes équivalent d'acide gallique par g de matière végétale sèche (mg EAG/gE).

Le mode opératoire pour le dosage de polyphénols est schématisé dans la figure (15)

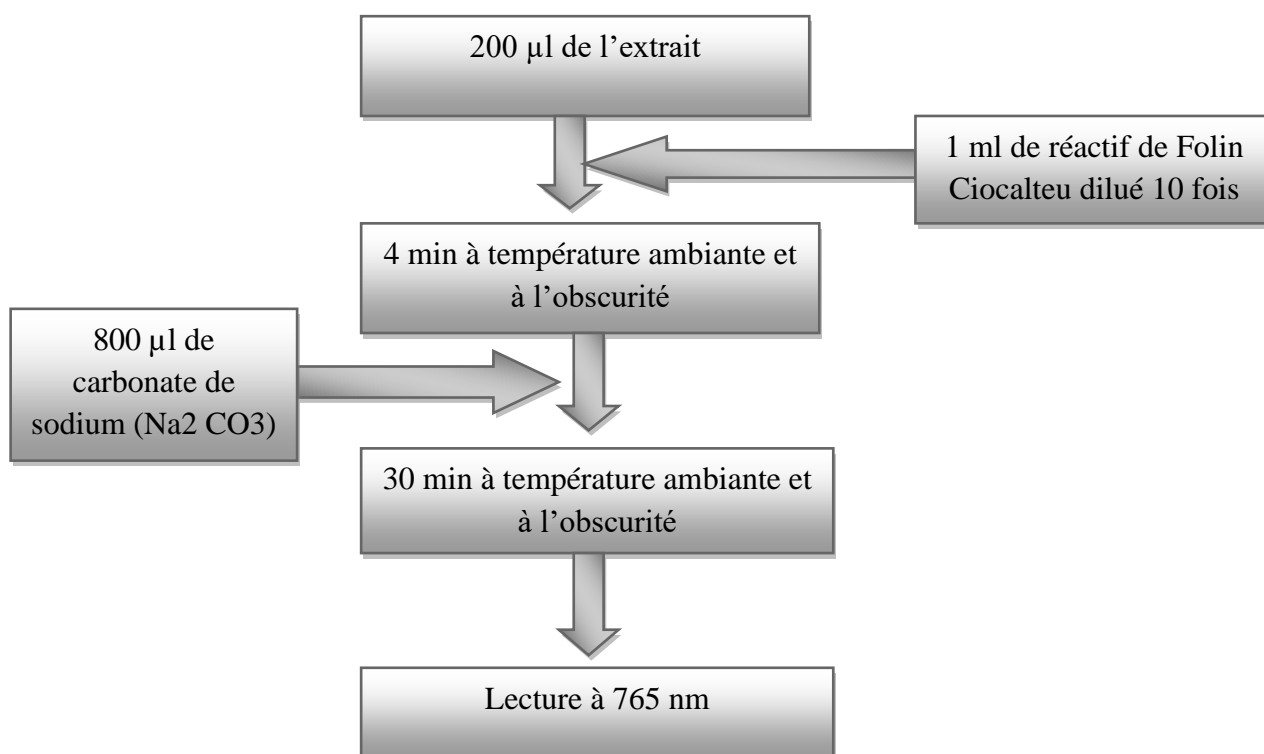


Figure 15 : Protocole de dosage des polyphénols totaux.

I.4.2.2. Dosage des flavonoïdes

La détermination des flavonoïdes a été effectuée par la méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl₃) décrite par (Dirar et al., 2019 ; Ghedadba et al., 2015). Elle est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les différents extraits. L'AlCl₃ forme un complexe jaune avec les flavonoïdes (Hamadou et al., 2018) et absorbe dans le visible à 430 nm. Cette méthode consiste à ajouter 1 ml d'extrait à 1 ml de la solution d'AlCl₃ (2%). Après 10 min d'incubation à 37°C et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée par rapport au blanc préparé de réactif à 430nm.

Les concentrations des flavonoïdes dans les échantillons ont été déduites à partir de la gamme de la courbe d'étalonnage établie avec la quercétine (0-20 mg/ml). Les résultats ont été exprimés en milligrammes d'équivalents de quercétine par gramme d'extrait : (mg EQ/gE).

Le mode opératoire pour le dosage des flavonoïdes est schématisé dans la figure (16)

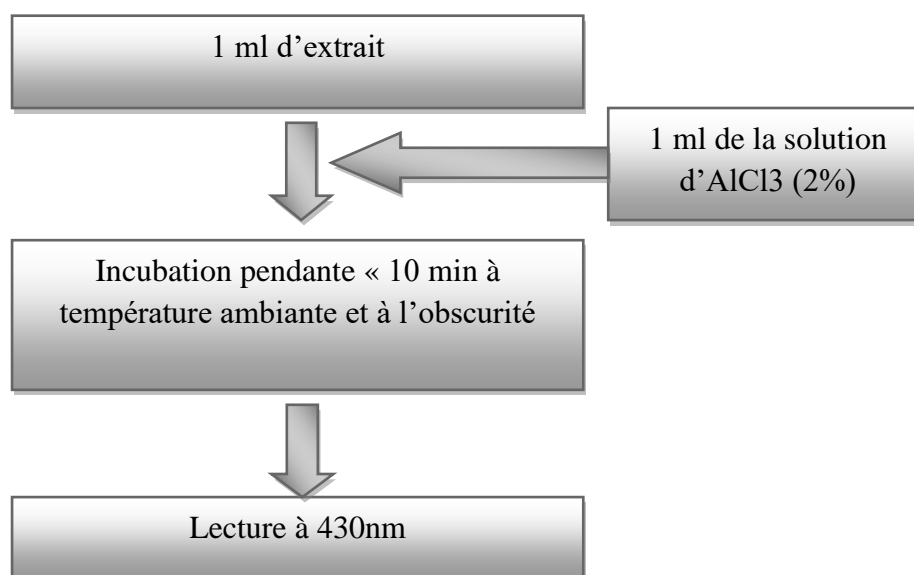


Figure 16 : protocole de dosage des flavonoïdes.

I.5. Evaluation de l'activité antibactérienne

I.5.1. Souches bactériennes

Les tests antibactériens ont été effectués sur des germes couramment responsables de diverses pathologies. Les bactéries étudiées et leurs références sont rapportées dans le tableau 5. Ces souches nous ont été fournies par le laboratoire pédagogique de microbiologie et de contrôle de qualité de l'université de Jijel.

Tableau 5 : Nature des souches testées.

Bactérie	Type de la bactérie
<i>Escherichia coli</i> ATCC25922	<i>Bacille Gram –</i>
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923	<i>Cocci Gram+</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC27853	<i>Bacille Gram –</i>

I.5.2. Repiquage des souches bactériennes

Les différentes souches bactériennes ont été repiquées, sur milieu gélose nutritive, par la méthode des stries, puis incubées à l'étuve à 37°C pendant 24 heures, afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées qui ont servi à préparer l'inoculum bactérien.

I.5.3. Préparation de l'inoculum bactérien

L'inoculum est préparé à partir d'une culture pure de 18h/37°C sur milieu d'isolement gélose nutritive. Quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques des espèces bactériennes concernées ont été prélevées à l'aide d'une anse de platine stérile, puis mises en suspension dans 9ml d'eau physiologique stérile à 0,9%. Une suspension bactérienne dite suspension dense a été obtenue, son opacité doit être équivalente à 0.5 MacFarland c'est-à-dire d'une DO de 0.08 à 0.1 lue à 625 nm.

Note : L'ensemencement doit se faire dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum.

I.5.4. Test de sensibilité aux extraits de la plante : Aromatogramme

Afin de tester l'activité antibactérienne des extraits d'*U.dioica*, nous avons fait appel à la technique de l'aromatogramme (Méthode de diffusion en disque) décrite par (Bolou et al., 2011).

I.5.4.1. Principe de l'aromatogramme

L'aromatogramme est une méthode inspirée de l'antibiogramme, il consiste à tester la sensibilité des souches bactériennes par la diffusion de l'extrait sur le milieu solide dans une boîte de Pétri. L'apparition et l'importance du diamètre de la zone d'inhibition reflète l'impact de l'extrait étudié sur les souches bactériennes. Ainsi, ces dernières seront qualifiées de sensibles ou très sensibles, ou résistantes.

I.5.4.2. Préparation des concentrations

Le screening antimicrobien a été effectué avec 3 types de concentrations pour chaque extrait. Les extraits purs (solution mère) sont préparés par la dissolution des extraits secs dans le méthanol pour l'extrait méthanolique, et dans l'eau distillée stérile pour l'extrait aqueux, de sorte à avoir des concentrations de 1mg /ml.

À partir de l'extrait pur on a fait des dilutions de 1/2 et 1/4 pour obtenir des concentrations de 0,5 mg/ml et 0,25 mg/ml respectivement. Les différentes concentrations utilisées sont dans le tableau suivant :

Tableau 6 : La différente concentration utilisée dans l'activité antibactérienne.

	Concentration (mg/ml)
C1	1
C2	0,5
C3	0,25

I.5.4.3. Application

- La gélose Mueller-Hinton, préalablement fondue au bain marie bouillant, a été coulée en boîte de pétri (de 90 mm de diamètre) à une épaisseur de 4mm.
- Après solidification, la surface de la gélose estensemencée avec l'inoculum fraîchement préparé.
- Des disques de papier Whatman, stériles de 6 mm de diamètre, sont imbibés de 10µl de chaque extrait (reconstitué selon la concentration voulue) puis déposés à la surface de la géloseensemencée à l'aide d'une pince stérile.
- Les boîtes sont fermées et maintenues à 4 °C pendant 1 heure pour assurer une bonne diffusion de l'extrait dans la gélose.
- L'ensemble est ensuite incubé pendant 24 heures à 37°C.

Dans les mêmes conditions, des disques imprégnés du méthanol et d'autres par l'eau distillée stérile sont utilisés comme témoin négatif, et trois antibiotiques (sous forme de disques de 6 mm de diamètre). Ont été testés en antibiogramme standard, comme témoins positifs. L'expérimentation a été réalisée en triplicata.

I.5.4.4. Lecture des résultats

Dès l'application des disques imprégné, l'extrait diffuse de manière uniforme et après 24 heures d'incubation, la présence autour des disques d'une zone d'inhibition circulaire dans laquelle il n'y a pas de croissance de micro-organismes dénote la sensibilité de ceux-ci à cet extrait. Plus la zone d'inhibition est grande, plus le germe est sensible.

La lecture des résultats se fait par la mesure des diamètres des zones d'inhibition à l'aide d'une règle double décimètre à l'extérieur de la boîte fermée.

I.5.5. Test de sensibilité aux antibiotiques : Technique d'antibiogramme

Ce test a été réalisé pour étudier l'antibiogramme standard des germes utilisés et le comparer avec l'effet de nos extraits bruts. Les disques d'antibiotiques sont déposés à la surface d'un milieu gélosé, préalablementensemencé avec une culture pure de la souche à étudier. La sensibilité des bactéries aux antibiotiques est appréciée selon le même protocole qu'avec les disques de papiers imprégnés d'extrait.

I.5.6. Traitement statistique

Pour chaque test ou méthode, les moyennes et les écarts type des essais ainsi que les représentations graphiques ont été réalisées par le logiciel Excel 2017.

Chapitre II : Résultats et Discussions

II. Résultats et discussion

II.1. Rendement des extractions

Le tableau 7 résume les résultats de rendement de l'extraction méthanolique et aqueuse de la plante étudiée ; exprimé en pourcentage (%) par rapport au poids du matériel végétal sec de départ.

Tableau 7 : Rendement d'extraction méthanolique et aqueuse d'*Urtica dioica*.

Solvant	Poids initial de la prise d'essai (g)	Poids de résidu sec (g)	Rendement d'extraction (%)
Méthanol	5	1,28	25,6
Eau distillée	5	0,5	10

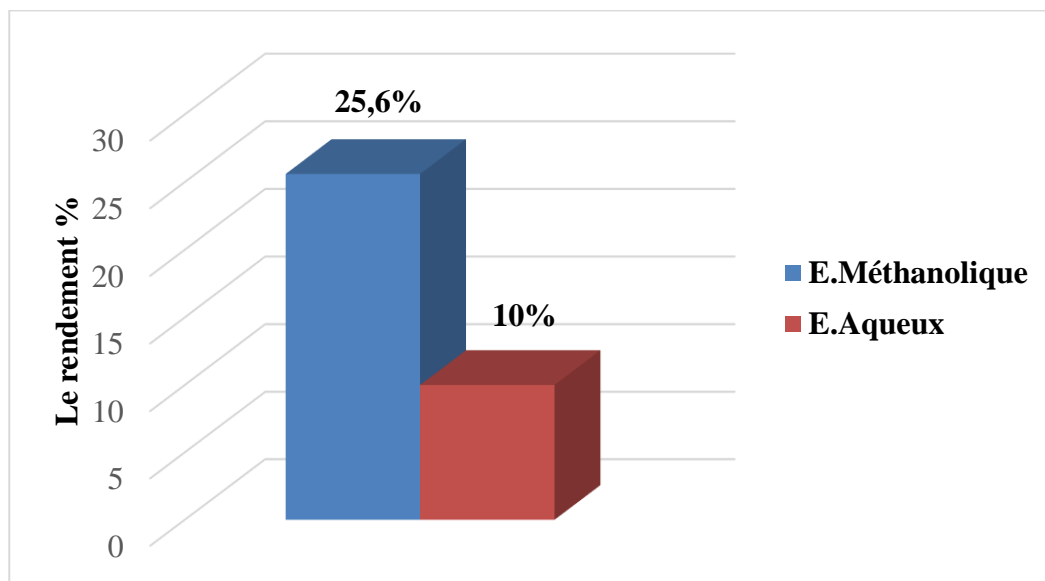


Figure 17 : Le rendement de l'extraits méthanolique et aqueux de l'*U.dioica*.

D'après les chiffres obtenus, on constate que l'extrait méthanolique présente le meilleur rendement ; soit 25.6% contre 10% pour l'extrait aqueux.

II.2. Etude phytochimique

II.2.1. Tests généraux de caractérisation

Le résultat de criblage phytochimique est résumé dans le Tableau 8. Il révèle la présence ou l'absence d'un groupe de métabolites secondaire. Effectivement six groupes de composés bioactifs sont identifiés dans les deux extraits : flavonoïdes stérols et triterpènes, tannins, les anthocyane, quinones et les coumarines, alors que les deux extraits sont dépourvus des saponines.

Tableau 8 : Le criblage phytochimique

Métabolites secondaire	Absence ou présence dans les extraits	
	Extrait méthanolique	Extrait aqueux
Les flavonoïdes	+++	+++
Les tanins	+++	+++
Les stérols et les triterpènes	++	+++
Les anthocyane	++	-
Les coumarines	++	+
Les Saponines	-	-
Les quinones	++	++

Les analyses phytochimiques sur les extraits des végétaux est une étape préliminaire et d'une grande importance, puisqu'elle révèle la présence des constituants connus par leur activités physiologiques et possédant des vertus médicinales. Les recherches effectuées sur les deux extraits révèlent la présence d'importants métabolites secondaires (comme les flavonoïdes, les tannins, les stérols et triterpènes, les anthocyane, Quinones et les coumarines). De point de vue biologique, ce groupe est constitué de principes potentiellement actifs rencontrés dans toute ou une partie de la plante, ce sont des précurseurs de drogues très utiles en thérapie clinique.

Le potentiel d'une plante médicinale est attribué à l'action de ses constituants phytochimiques. Ils sont produits comme métabolites secondaires, en réponse au stress environnemental ou pour assurer un mécanisme de défense aux agressions provoquant des maladies chez les végétaux (Raj Narayana et al., 2001 ; Raj Kapoor et al., 2004). Un grand nombre d'effets biologiques sont rattachés à ces composés. Beaucoup de travaux ont décrits les propriétés anti-hépatotoxiques, anti-allergiques, antioxydantes, anti-inflammatoires, antivirales, anti-tumorales, anticancéreuses et anti-microbienne des métabolites secondaires (Daira et al., 2016).

II.2.2 Dosages spectrophotométrique des composés phénoliques (polyphénols et flavonoïdes)

L'étude quantitative des différents extraits au moyen des dosages spectrophotométriques avait pour objectif la détermination de la teneur en polyphénols totaux, flavonoïdes totaux.

L'analyse quantitative des polyphénols totaux et des flavonoïdes, ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant l'acide gallique et la quercitrine comme standard (Figure 18, 19). Les valeurs obtenues sont exprimées en mg équivalent d'acide gallique par mg d'extrait brut et mg équivalent de quercitrine par g d'extrait brut respectivement pour les polyphénols et les flavonoïdes. Les résultats sont présentés dans la figure 20.

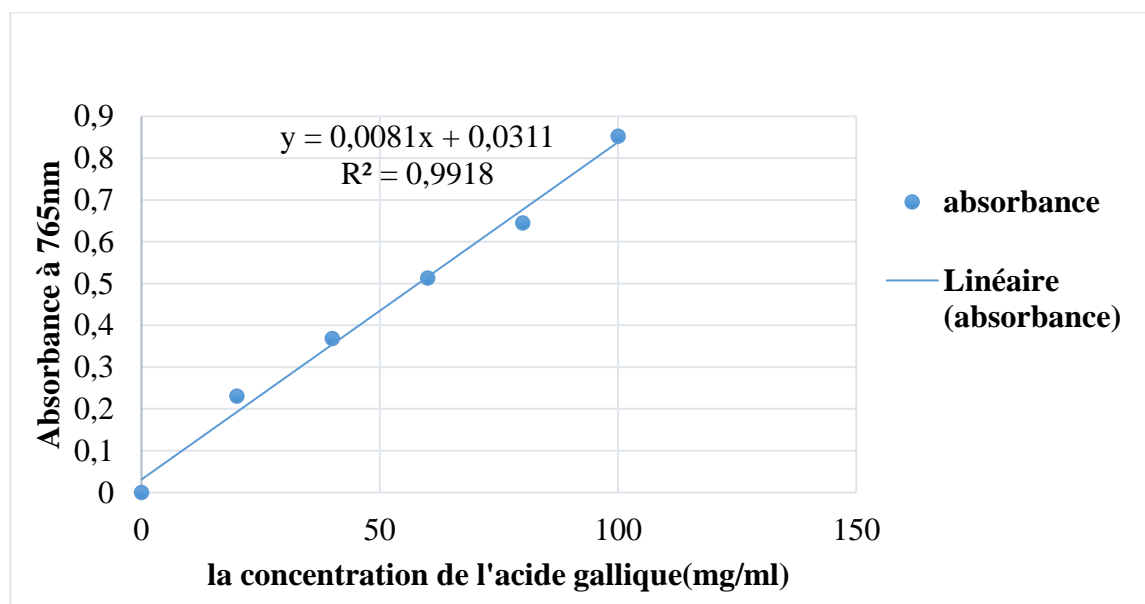


Figure 18 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.

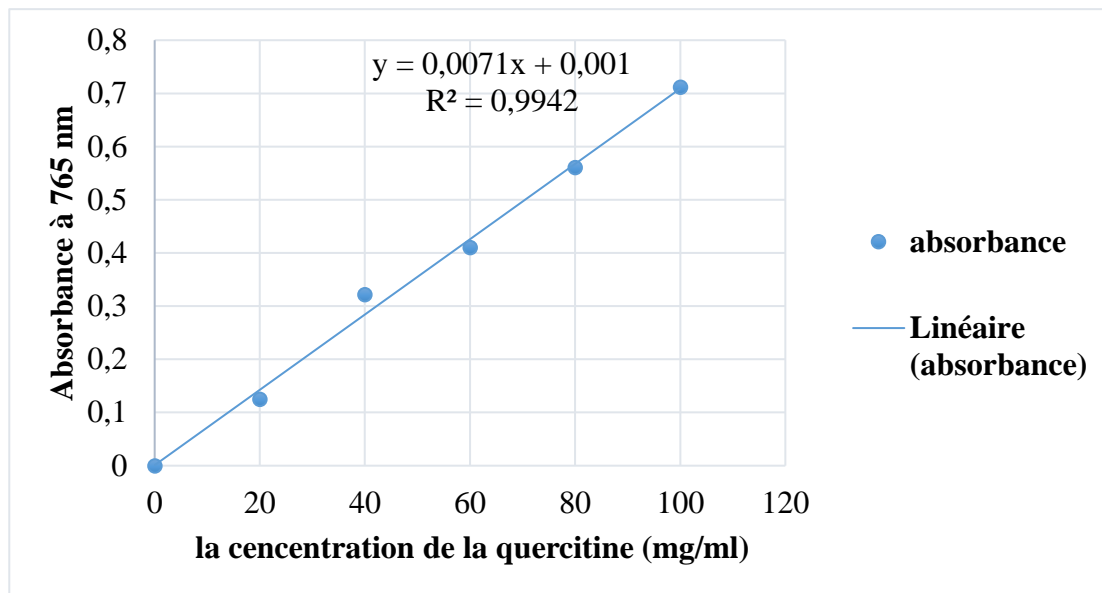


Figure 19 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.

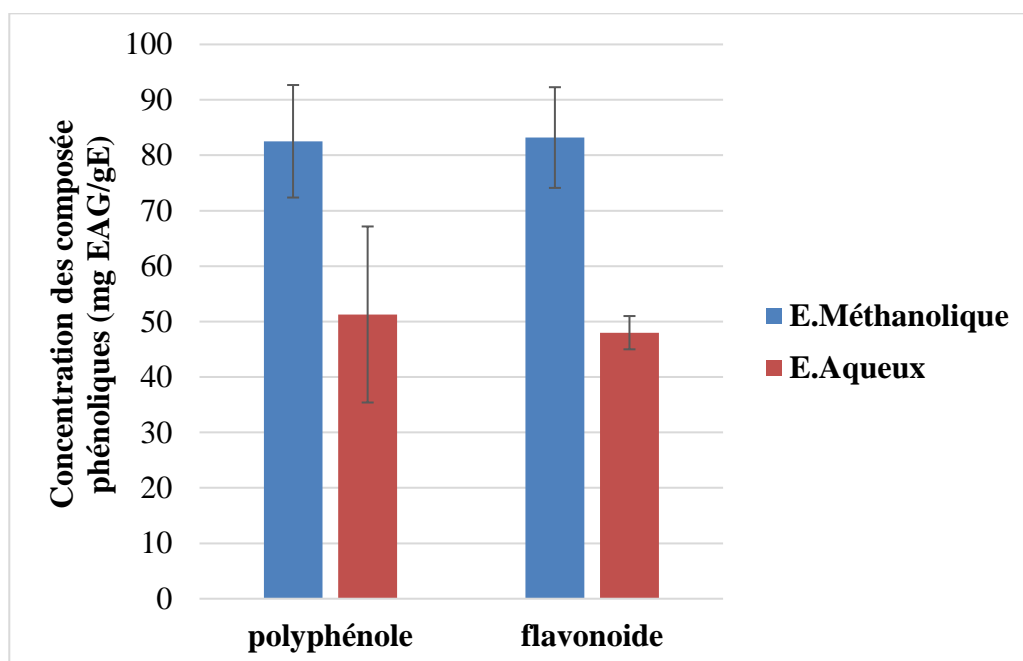


Figure 20 : Concentration des composés phénoliques des deux extraits d'*U.dioica*.

La phytochimie quantitative a révélé des taux notables en polyphénols et flavonoïdes. Ainsi les polyphénols totaux présentent une valeur de 82,52 mg EAG/gE dans l'extrait méthanolique contre 51,27 mg EAG/gE dans l'extrait aqueux, par contre les flavonoïdes ont donné des valeurs de 83,2 mg EAG/gE et 47,99 mg EAG/gE pour l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux respectivement.

D'autre part, on constate que les composés phénoliques sont plus abondants au niveau de l'extrait méthanolique que l'extrait aqueux, ce qui revient probablement à la solubilité relative des polyphénols présents dans les plantes étudiées et à la polarité du solvant utilisé pour l'extraction (Ali-Rachedi, 2018).

En fait, la solubilité des polyphénols est conditionnée par le type de solvant utilisé (Daoudi et al., 2015).

(Hayouni et al., 2007) ont montré que la méthode d'extraction et la nature du solvant peuvent influencer la solubilisation des composés phénoliques des plantes (Daoudi et al., 2015). Ainsi il existe des différences de capacité de solubilisation et d'extraction des solvants, à l'égard des molécules phytochimiques. Selon (Cowan, 1999), au cours de l'extraction, les molécules phytochimiques sont réparties entre les solvants en fonction de leur polarité et leur solubilité.

(Daoudi et al., 2015) ont constatées que pour une haute récupération de polyphénols, le méthanol est le solvant approprié.

Le spectre d'activités biologiques et pharmacologiques des composés phénoliques a été signalé en exerçant une activité biologique multiple (les activités antimicrobiennes, cytotoxiques, anti-inflammatoires et anti tumorales) mais l'activité la mieux décrite de presque tous les groupes des flavonoïdes est leur capacité à agir comme des puissants antioxydants qui peuvent protéger le corps humain des radicaux libres et des espèces réactives de l'oxygène (Hamadou et al., 2018).

II.3. Activité antibactérienne

Pour surmonter le problème de résistance des microorganismes vis-à-vis des antibiotiques, la plupart des travaux sont orientés actuellement vers d'autres agents antimicrobiens possédant un mode d'action tout à fait spécifique.

Dans la présente étude nous avons étudié *In vitro* le pouvoir antibactérien des extraits isolés d'*Urtica dioica* par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé vis-à-vis de trois souches bactériennes (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*), fréquentes en pathologie humaine, appartenant à deux différentes catégories (Gram positif et Gram négatif).

La lecture des résultats est effectuée en fonction de l'existence ou non des zones d'inhibition. Les tests de sensibilités de nos extraits nous ont permis de déterminer les diamètres

d'inhibition autour des disques imprégnée de différentes concentrations de chaque extrait (extrait aqueux et l'extrait méthanolique). Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Diamètre des zones d'inhibition de *E. méthanolique* et *E. aqueux* d'*U.dioica* sur les souches testées.

	Diamètre des zones d'inhibition							
	E. méthanolique			E. aqueux			Eau	Méthanol
	C1	C2	C3	C1	C2	C3		
<i>S. aureus</i>	14,04± 0,56	10 ,34± 0,55	7,01± 0,21	11,09± 0,31	8,03± 0,12	4,05± 0,75	0	0
<i>E. coli</i>	6,15± 0,31	4,08± 0,93	0	0	0	0	0	0
<i>P. aeruginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

D'après le tableau 9, ces résultats indiquent que les zones d'inhibitions sont variables d'une espèce bactérienne à une autre et d'un extrait à un autre.

Ainsi *S. aureus* présente des zones d'inhibition qui varient entre 4,05 mm et 14,04mm pour les deux extraits.

Pour *E. coli* les zones d'inhibitions n'ont été observées qu'avec l'extrait méthanolique avec des diamètres d'inhibition de 4,08mm et 6,15 mm pour la concentration C2 et C1 respectivement.

Concernant *P. aeruginosa*, aucune zone d'inhibition n'a été constatée autour des disques imprégnés par les deux extraits.

D'autre part, les solvants utilisés pour dissoudre les résidus secs de nos extraits (eau et le méthanol) n'ont donnés aucune zone d'inhibition autour des disques, suggérant que l'activité observée est le seul effet des extraits en question.

Les interprétations de nos résultats sont faites en se référant à l'échelle de l'estimation de l'activité antibactérienne donnée par (Celikel et Kavas, 2008) :

- Résistante : diamètre inférieur à 8 mm.
- Sensible : diamètre compris entre 9 et 14 mm.
- Très sensible : diamètre compris entre 15 et 19 mm.
- Extrêmement sensible : diamètre supérieur à 20 mm.

A partir de cette échelle, nos résultats démontrent une sensibilité remarquable de *S. aureus* pour la concentration C1 et C2 des deux extraits. Alors que la souche *P. aeruginosa* et *E. coli* n'ont montré aucune sensibilité pour ces extraits.

Ces résultats sont en accord avec les travaux de (Modarresi-chahardehi et al., 2012) qui ont mis en évidence un effet antimicrobien modéré pour les extraits d'*Urtica dioica* notamment pour les bactéries gram +.

Des résultats similaires ont été observés dans une étude qui a rapporté que l'extrait d'ortie inhibe la croissance de *S. aureus* et *B. subtilis* mais il n'a pas d'effet sur la croissance de bactéries à Gram- (*P. aeruginosa* et *E. coli*) (Akrab et Mouhadi, 2019).

Une autre étude menée par (Gülcin et al., 2004) a également montré une résistance de *P. aeruginosa* ATCC 9027 vis-à-vis de l'extrait aqueux des feuilles d'*Urtica dioica* par contre *E. coli* a été sensible à cet extrait.

Ces résultats, s'accordent aussi avec ceux de (Raho et benali, 2008) sur la sensibilité de *S. aureus* et la résistance de *P. aeruginosa* vis à vis de l'extrait des feuilles d'*E. globulus*. Ces auteurs ont expliqué la résistance de *P. aeruginosa* par sa forte capacité de métaboliser un large spectre de composés organiques, *P. aeruginosa* est connu pour sa forte résistance intrinsèque contre de nombreux antibiotiques due à la restriction de sa membrane extérieure même pour les produits synthétiques (Elaiissi et al., 2011).

De nombreuses études ont évoqué le pouvoir antimicrobien d'*Urtica dioica*. Les résultats d'une étude réalisée dans la Turquie par (Kalu et al., 2019) pour évaluer l'activité antimicrobienne à travers divers extraits des feuilles d'ortie (Extrait Ethanolique d'Ortie EEO, Extrait Chloroformique d'Ortie ECO, Extrait d'Hexane d'Ortie EHO) ont révélés que tous les extraits sont de puissants antimicrobiens contre tous les microorganismes à testés (*S. Typhimirium*, *E. Aerogene*, *S. Aureus*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *L. Monocytogenes*, *P. Vulgaris*, *G. rubripertinca*, *E. Faecalis*).

De même, (Ghaima et al., 2013) ont constaté que l'extrait d'acétate d'éthyle d'*Urtica dioica* s'est révélé efficace vis-à-vis des bactéries Gram positif (avec des diamètres d'inhibition compris entre 20 et 24 mm) comparée aux Gram négatif (avec des diamètres d'inhibition compris entre 10 et 14 mm).

Les résultats indiquent une efficacité des extraits sur les souches testées à Gram positif tandis que les souches à Gram négatif manifestent une résistance. Cette variation de l'activité antimicrobienne des extraits pourrait s'expliquer par des différences structurelles entre les bactéries.

En effet, Les bactéries Gram (-), indépendamment de la membrane des cellules, possèdent une couche additionnelle : la membrane externe, qui se compose des phospholipides, des protéines et des lipopolysaccharides, cette membrane est imperméable à la plupart des molécules (**Ghedadba et al., 2015**) ce qui limite l'accès des agents antimicrobiennes à leur cible dans les cellules bactériennes, car les agents antimicrobiens sont en contact avec l'enveloppe cellulaire. Contrairement aux bactéries Gram positif qui sont non protégés contre les agents externes. (**Modarresi-chahardehi et al., 2012**).

Ces résultats sont en accord avec des travaux antérieurs concernant les extraits de plantes médicinales. Ces derniers confirment que les bactéries à Gram négatif dévoilent une forte résistance aux extraits de plantes que les bactéries à Gram positif. En fait, les Gram- possèdent une résistance intrinsèque aux agents biocides, qui est en relation avec la nature de leur paroi bactérienne. Chez les bactéries à Gram+, le peptidoglycane est très épais et associé à des protéines pariétales exposées et à des structures polyosidiques (acides lipoteichoïques et acides teichoïques).

Par contre chez les bactéries à Gram-, le peptidoglycane est très fin et associé à une enveloppe externe complexe définissant un espace périplasmique. Cette membrane externe est une bicouche lipidique asymétrique hydrophobe constituée de phospholipides, de protéines (porines) et lipopolysaccharides (LPS). L'espace périplasmique est rempli d'enzymes qui dégradent les substances complexes pour qu'ils puissent traverser la membrane cytoplasmique, et inactivent les produits chimiques toxiques (antibiotiques). La résistance des bactéries à Gram- aux glycopeptides et aux macrolides est due à l'incapacité de ces molécules à franchir la membrane externe (**Boukhatem et al., 2014**).

Dans notre étude, l'activité inhibitrice des extraits d'*Urtica dioica* vis-à-vis de *S. aureus* peut être interprétée par le fait que les plantes produisent une variété énorme de petites molécules, ayant un large spectre de structures telles que les flavonoïdes, les polyphénols et les alcaloïdes, ces substances sont de métabolites secondaires réputés pour leur effet antibactérien.

De nombreux travaux soulignent cet effet antibactérien des principes actifs naturels. En effet, (**Dar et al., 2012**) associent l'efficacité antimicrobienne des extraits d'*Urtica dioica* à leurs teneurs en terpènes et en composés phénoliques.

(**Ghedadba et al., 2015**) Constatent que L'action de l'extrait méthanolique des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé sur la bactérie *Staphylococcus aureus* (MRSA) peut être due aux flavonoïdes qui sont des bons inhibiteurs des sortases (enzymes trouvés dans la membrane cytoplasmique des bactéries à Gram positif qui catalysent l'ensemble des protéines de surface).

D'autre part les résultats obtenus par (**Ghaima et al., 2013**) ont montré que l'extrait d'acétate d'éthyle des feuilles d'*Urtica dioica* L. possède une activité antibactérienne sur tous les isolats bactériens. Ils ont constaté que cette activité est probablement due aux terpènes et phénols présents dans les feuilles d'*U. dioica* qui sont l'un des principaux groupes associés à l'inhibition des infections microbiennes.

D'après la littérature et selon certaines recherches actuelles, il existe une relation étroite entre les composés flavonoïques et les activités antibactériennes (**Djahra et al., 2015**).

Les extraits flavoniques de *Marrubium vulgare* ont une activité antimicrobienne satisfaisante envers la majorité des souches étudiées (**Djahra et al., 2015**). Cet auteur a noté une bonne contribution des flavonoïdes et en particulier des flavanols dans l'inhibition bactérienne.

(**Kalemba et Kunicka, 2003**) ont établi la corrélation entre la composition chimique et l'activité antimicrobienne, et ont classé les molécules chimiques selon leur importance du point de vue activités biologiques comme suit : phénols, alcools, aldéhydes, cétones, éther et hydrocarbures.

(**Cowan, 1999**) a rapporté que les différentes classes de polyphénols essentiellement les tanins et les flavonoïdes peuvent augmenter la toxicité des extraits envers les microorganismes. L'effet antimicrobien de ces composés phénoliques peut être expliqué par l'inhibition de la croissance bactérienne suite à leur adsorption sur les membranes cellulaires, l'interaction avec les enzymes et les effecteurs ou la privation en substrats et ions métalliques.

Comme rapporté dans la littérature, le mécanisme de toxicité des polyphénols contre les microbes pourrait être dû à l'inhibition de la synthèse d'acide nucléique, l'altération des fonctions de la membrane cytoplasmique, la séquestration de substrats nécessaires à la croissance microbienne et l'inhibition du métabolisme énergétique microbien (**Jungkind, 1995**).

En fonction des résultats obtenus, nous avons observé une augmentation du diamètre d'inhibition avec l'augmentation de la concentration des extraits dans les disques, ce qui correspond à un effet dose dépendant. Ainsi les meilleurs diamètres sont obtenus avec la concentration C1 pour les deux extraits, qui a donné 14 mm et 11mm respectivement pour *S. aureus* (figure 21).

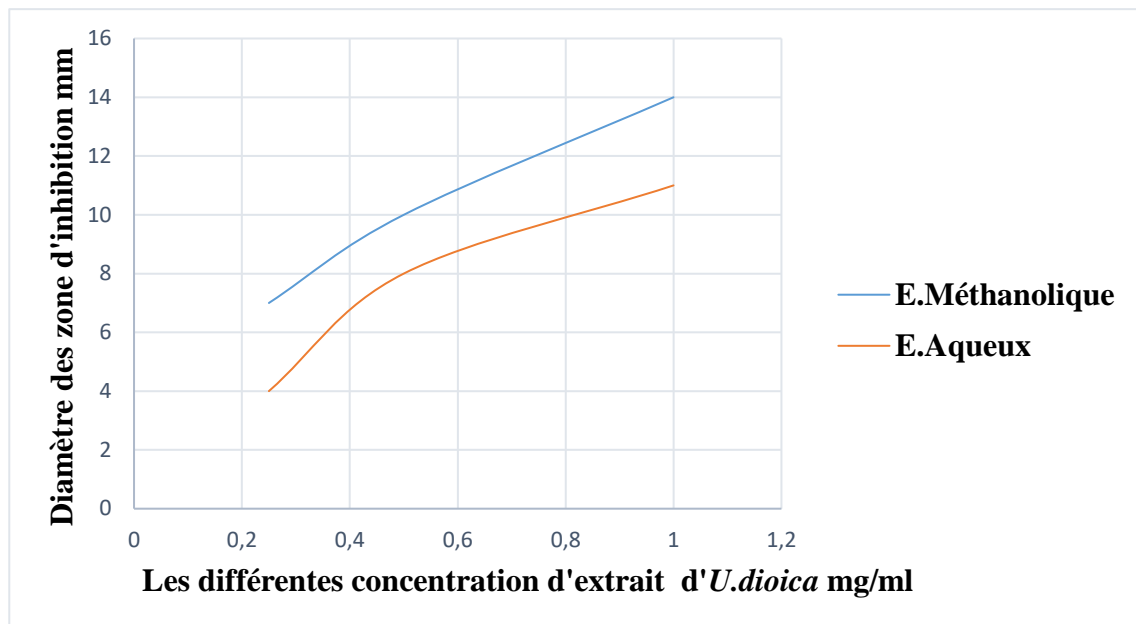


Figure 21 : Diamètre des zones d'inhibition des deux extraits d'*Udioica*.

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par (Ogueke et ses collaborateurs, 2007), qui ont observé une augmentation significative du diamètre d'inhibition avec l'augmentation de la concentration dans le disque lorsqu'ils ont testé l'extrait éthanolique de *Euphorbia hirta* à 150 et 200 mg/ml contre *P. aeruginosa*.

(Weidenhamer et al. 1996) ont montrés que les effets phytotoxiques sont clairement dépendants de la concentration des phénols totaux. L'activité antimicrobienne émise par une plante augmente avec la concentration des phénols totaux dans l'extrait (Figures 22 et 23).

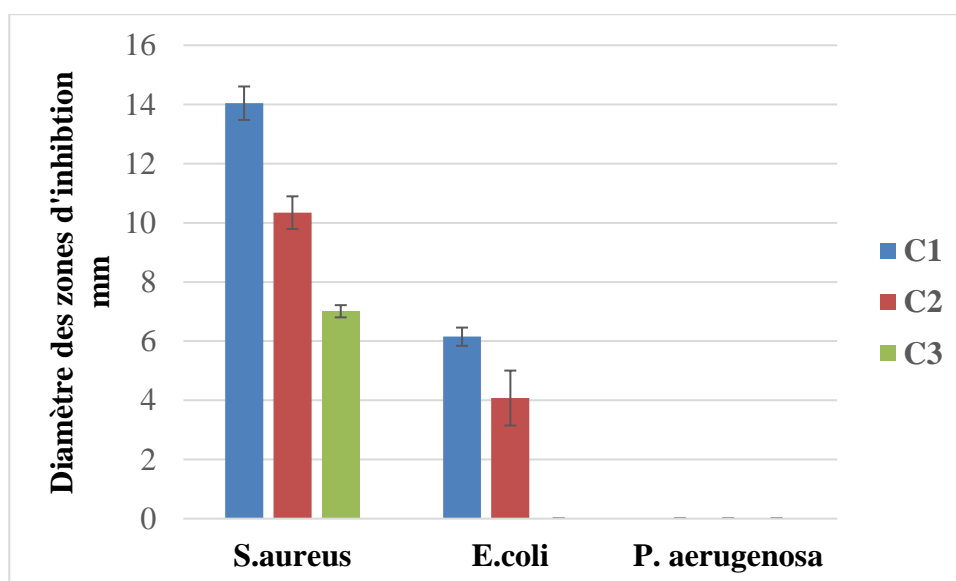


Figure 22 : Diamètre des zones d'inhibition de l'extrait méthanolique.

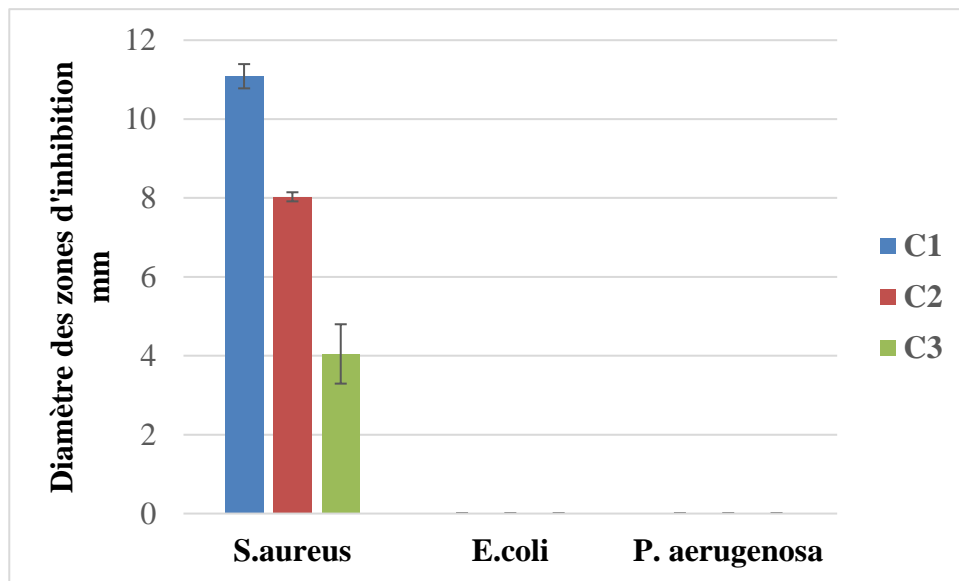


Figure 23 : Diamètre des zones d'inhibition de l'extrait aqueux.

II.4. Les extraits

D'un autre point de vue, nos résultats montrent que *S. aureus* présente des degrés variables de sensibilité vis à vis des extraits d'*U. dioica* testés.

Ainsi les diamètres des zones d'inhibitions de l'extrait méthanolique sont plus intéressants que ceux d'extrait aqueux ce qui révèle que c'est l'extrait le plus efficace sur cette souche.

Cette différence peut être attribuée à la composition de l'extrait en métabolites secondaires. En effet l'étude phytochimique a révélé que l'extrait méthanolique a donné une teneur plus élevée en composés phénoliques et en flavonoïdes que l'extrait aqueux et les polyphénols sont reconnus pour avoir une activité microbiocide contre un très grand nombre de bactéries pathogènes.

Il a été rapporté que les extraits de plantes caractérisée par la présence de groupe phénolique et d'autres composés chimiques riches en flavonoïdes sont considérés de très bons agents antimicrobiens (Bolou et al., 2011 ; Nedjmi et Soussou, 2014).

Aussi, L'efficacité optimale d'un extrait est probablement due à la présence de synergie entre un nombre de composants, qui lorsqu'ils sont séparés deviendraient inactifs individuellement (Daoudi et al., 2015).

Les résultats obtenus dans cette étude sont en accord avec ceux obtenus par (Ghedadba et al., 2015), indiquant que l'extrait méthanolique des feuilles de Marrubium deserti de Noé s'est révélé très efficace contre les souches bactériennes étudiées, ils ont constaté aussi que cet extrait a donné la plus grande valeur en composés phénoliques et en flavonoïdes comparativement avec les autres extraits utilisés (l'extrait aqueux, éther de pétrole, dichlorométhane, butanol).

II.5. Antibiogramme

L'antibiogramme, réalisé dans les mêmes conditions expérimentales que l'aromatogramme, permet de déterminer la sensibilité ou la résistance de souches testées aux antibiotiques. Dans le cadre de cette recherche, nous avons utilisé comme antibiotiques : l'ampicilline, la pénicilline et l'amoxicilline.

Le profil de comportement de ces souches a été déterminé par la méthode de diffusion en milieu gélosé, le tableau ci-dessous rapporte les valeurs en mm des zones d'inhibitions manifestées par les antibiotiques sur les différentes souches étudiées.

Tableau 10 : Diamètres d'inhibitions des souches étudiées vis-à-vis des antibiotiques.

		Diamètres des zones d'inhibitions (mm)		
ATB		L'amoxicilline	L'ampicilline	La pénicilline
Souches				
S. aureus		/	/	/
E. coli		/	18	/
Pseudomonas		/	/	/

D'après le **tableau 10** on observe que le test d'antibiogramme réalisé sur les souches : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *pseudomonas aeruginosa* ne donne pas des zones d'inhibition claires. A l'exception de *E. coli* avec laquelle on remarque un diamètre de zone d'inhibition de 18mm.

On peut déduire donc que toutes les souches testées présentent un haut niveau de résistance vis-à-vis de différents antibiotiques étudiés. Sauf La souche d'*E.coli* qui montre une sensibilité à l'ampicilline.

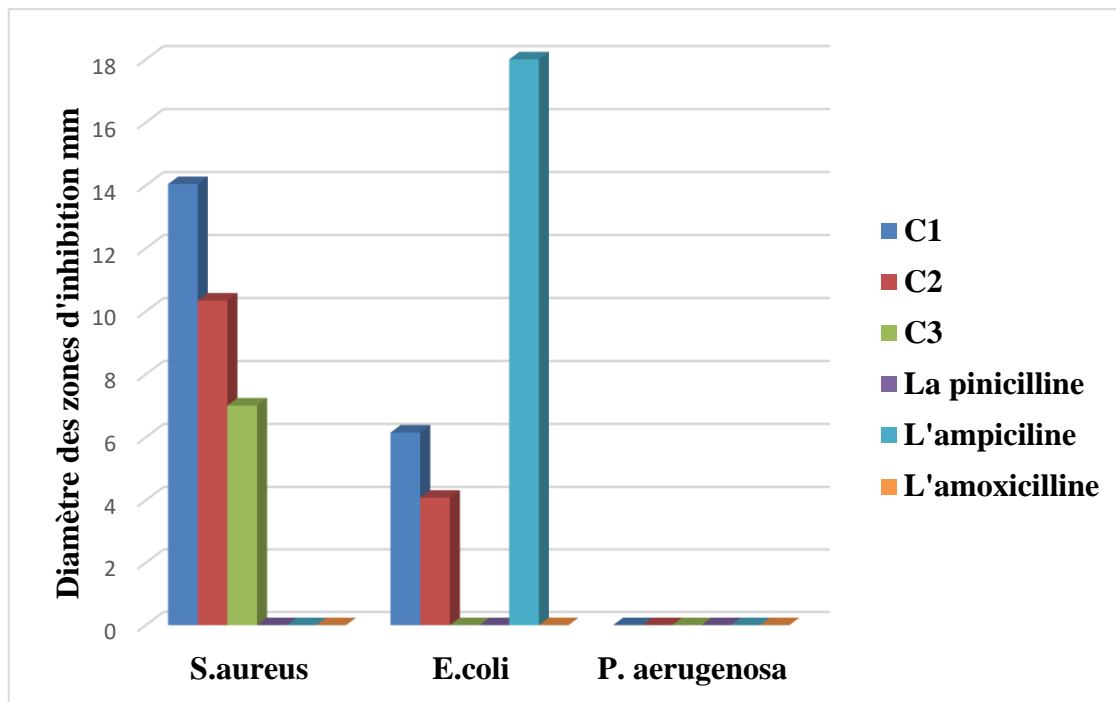


Figure 24 : Comparaison des diamètres des zones d'inhibition des extraits et des antibiotiques sur des souches bactériennes.

D'après la figure : l'analyse comparative des effets des extraits de la plante et des antibiotiques on constate que les extraits de *U. dioica* possèdent une efficacité antibactérienne vis-à-vis de *S. aureus* et qui est même meilleurs d'antibiotiques testés (la pénicilline).

Le pouvoir inhibiteur d'*U. dioica* sur *Staphylococcus aureus* est très satisfaisant en comparaison avec les antibiotiques ce qui est très encourageant pour développer des préparations médicamenteuses à base d'ortie.

Conclusion

Conclusion et perspectives

Les plantes médicinales resteront toujours une source essentielle de substances naturelles bioactives (composé phénoliques) d'intérêt thérapeutique. Ces molécules suscitent actuellement l'intérêt de plusieurs chercheurs en raison des bénéfices sur la santé humaine.

L'*Urtica dioica* L (Ortie) reste parmi les moins utilisées dans la médecine alternative algérienne. L'objectif assigné à cette étude est d'évaluer l'activité antibactérienne d'*U.dioica*, qui représente une source appréciable en composés phénoliques et en agents antibactériens naturels à exploiter afin de traiter les maladies infectieuses et autres pathologies.

Le criblage phytochimique de l'extrait aqueux révèle que les feuilles d'*U. dioica* sont riches en divers métabolites secondaires tels que les composés phénoliques (les flavonoïdes et les tanins), les terpénoïdes qui lui confèrent diverses propriétés biologiques et vertus thérapeutiques.

L'étude de l'activité antibactérienne de ses substances bioactives sur plusieurs souches bactériennes (Gram positive et Gram négative) montre la sensibilité de *S. aureus* vis-à-vis de ces extraits. Par contre *E. coli* et *P.aeruginosa*..... manifestent une résistance.

Les résultats de la présente étude donnent un aperçu général sur le potentiel antibactérien des extraits d'*U. dioica*. Donc des études sur ces extraits méritent d'être poursuivies et les perspectives qui en résultent sont:

- Réalisation de tests complémentaires tels que les activités anti-inflammatoires et inhibition d'enzymes.
- Purification et identification de composés à activité antibactérienne à partir d'*U. dioica* ainsi que la détermination du mode d'action de ces substances. Il serait aussi très utile de tester leur toxicité *in vivo* dans le but de mettre en place des traitements naturels de maladies infectieuses mieux tolérés.

Références bibliographiques

A

Ali-Rachedi, F., Meraghni, S., Touaibia, N., & Mesbah, S. (2018). Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa Atropurpurea* sub. *Maritima* L. Bulletin de la société royale des sciences de Liège.

Asgarpanah, J., & Mohajerani, R. (2012). Phytochimie et propriétés pharmacologiques d'*Urticadioica* L. Journal de recherche sur les plantes médicinales, 6 (46), 5714-5719.

B

Bailly, J. D., Brugere, H., Chadron, H. (2012). Microorganismes et Parasites des Viandes: les Connaître pour les Maîtriser de l'Eleveur au Consommateur. CIV, 150p. www.civ-Viande.org.

Beaudoin, G., Ouellet, C., Dufresne., C. (2009). Guide de production sous régie biologique. L'ortie dioïque. 5p.

Bekro, Y. A., Mamyrbekova, J. A., Boua, B. B., Bi, F. T., & Ehile, E. E. (2007). Etude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinibenthiana* (Baill.) Herend. Et Zarucchi (Caesalpinaceae). Sciences & nature, 4(2), 217_225.

Bezanger-Beauquesne, L., Pinkas, M., Torck, M. (1975). Les plantes dans la thérapeutique moderne. Paris: Maloine, 529p.

Bezanger-Beauquesne, L., Pinkas, M., Torck, M. (1980). Plantes médicinales des régions tempérées. Paris: Maloine. 439p.

Bhuwan, C. J., Minky, M., Ajudhia, N. K. (2014). Pharmacognostical review of *Urticadioica* L. Int J Green Pharm; 8:201-9.

Bolou, G. E. K., Attioua, B., N'guessan, A. C., Coulibably, A., N'guessan, J. D., & Djaman, A. J. (2011). Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne des extraits de *Terminalia glaucescens* Planch. Sur *Salmonella typhi* et *Salmonella typhimurium*. Bulletin de la société royale des sciences de Liège.

Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamina* Hassp. *Nepeta* (L) Briq. Nature & technology, (9), 14.

Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kameli, A., Saidi, F., Taibi, H., & Djamel, T. (2014). Valorisation de l'essence aromatique du Thym (*Thymus vulgaris* L.) en aromathérapie anti

infectieuse [Potential application of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil as antibacterial drug in aromatherapy]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8(4), 1418.

Bouzabata, A., & Yavuz, M. U. S. T. A. F. A. (2019). Médecine traditionnelle et ethnopharmacologie en Algérie: de l'histoire à la modernité. *Ethnopharmacologia*, (62).

Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.

C

Celikel, N., Kavas, G. (2008). Antimicrobial properties of some essential oils against some pathogenic microorganisms. *Czech J Food Sci*, 26:74-81.

Chaussade, H., Sunder, S., Bernard, L., Coloby, P., Guy, L., Karsenty, G., ...& Bruyère, F. (2013). Les médicaments antibiotiques en urologie. *Progrès en urologie*, 23(15), 1327-1341.

Cheurfa, M., Allem, R., Sebaihia, M., & Belhireche, S. (2013). Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les bactéries pathogènes responsables des gastro-entérites. *Phytothérapie*, 11 (3), 154-160.

Clément, R. P. (2005). Aux racines de la phytothérapie: entre tradition et modernité (1ere partie). *phytothérapie*, 3 (4), 171-175.

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

D

Daira, N. E. H., Maazi, M. C., & Chefrou, A. (2016). Contribution à l'étude phytochimique d'une plante médicinale (*Ammoides verticillata* Desf. Briq.) de l'Est Algérien. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 85(1), 276-290.

Djahra, A. B., Bordjiba, O., & Benkherara, S. (2015). Activité antibactérienne des flavonoids d'une plante médicinale spontanée *Marrubium vulgare* L. de la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien). *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 24, 29-37.

Daoudi, A., Sabiri, M., Bammou, M., Zair, T., Ibijbijen, J., & Nassiri, L. (2015). Valorisation des extraits de trois espèces du genre *Urtica*: *Urtica urens* L., *Urtica membranacea* Poiret et *Urtica pilulifera* L. *Journal of Applied Biosciences*, 87 ? 8094-8104.

Dar, S. A., Ganai, F. A., Yousuf, A. R., Balkhi, M.-H., Bhat, T. M., & Sharma, P.(2012). Pharmacological and toxicologicalevaluation of Urticadioica. *Pharmaceutical Biology*, 51(2), 170–180.

Dedet, J. P. (2007). La microbiologie, de ses origines aux maladies émergentes. Dunod.

Demoré, B., Grare, M., & Duval R. (2012). Pharmacie clinique et thérapeutique 4ème édition. Chapitre 40 : Généralités sur les antibiotiques par voie systémique et principes d'utilisation. Elsevier Masson.

Diallo, D. (2000). Ethnopharmacologicalsurvey of médicinal plants in Mali and phytochemicalstudy of four of them : *Glinusoppositifolius* (Aizoaceae), *Diospyrosabyssinica* (Ebenaceae), *Entadaafricana* (Mimosaceae), *Trichiliaemetica* (Meliaceae) (Doctoral dissertation, Université de Lausanne, Faculté des sciences).

Dibong, S.D., Mpondo, M.E., Nigoye, A., Kwin, M.F.& Betti, J.L., (2011). Ethnobotanique et phytomédecine des plantes médicinales de Douala, Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, (37) : 2496 – 2507.

Domalaon, R., Idowu, T., Zhanel, G. G., &Schweizer, F. (2018). Antibiotic Hybrids: the Next Generation of Agents and Adjuvants against Gram-NegativePathogens?, *Journal of clinical microbiology reviews*, 31(2), e00077-17.

E

Elaissi, A., Hadj Salah, K., Mabrouk, S., Larbi, M., Chemli, R., Harzallah-Skhiri, F., (2011). Antibacterial activity and chemical composition of 20 *Eucalyptus* species essential oils. *Food Chemistry*, 129 :1427–1434p.

Eslava C, Villaseca J, Hernandez U, Cravioto A. 2003. *Escherichia coli* (123-135). In *International Handbook of Foodborne Pathogens*, Miliotis MD, Bier JW (eds). Marcel Dekker: New York; 688p.

Euzeby, J. P. (2007). Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. Adresse URL, <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/>, consulté le 15/08/2012.

En ligneCelikel, N., & Kavas, G. (2008). Propriétés antimicrobiennes de certaines huiles essentielles contre certain microorganismes pathogènes. *Journal tchéque des sciences alimentaires*, 26 (3), 174.

F

Feng, P. (2001). Escherichia coli (143-162). In Guide to Foodborne Pathogens, Labbé RG, García S (Eds). John Wiley and Son : New York ; 400p.

Fernandes, R. (2009). Chilled and frozen raw meat, poultry and their products (1-52). In Microbiology Handbook Meat Products. Leatherhead Publishing, Randalls Read, Leatherhead, surrey KT22 7RY, UK and Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park Milton Road: Cambridge; 297p.

Fosse, J., Margas, C. (2004). Dangers Biologiques et Consommation des Viandes. Ed Lavoisier : Paris ; 220p.

G

Ghaima, K. K., Hashim, N. M., et Ali, S. A. (2013). Antibacterial and antioxidant activities of ethyl acetate extract of nettle (*Urtica dioica*) and dandelion (*Taraxacum officinale*). Journal of Applied Pharmaceutical Science, 3(5), 96-99.

Ghedadba, N., Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, M. C., Bousselsela, H., & Oueld-Mokhtar, S.M. (2015). Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé. Phytothérapie, 13(2), 118-129.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. Phytothérapie, 3(4), 162-169.

Ghedira, K., Goetz, P., & Le Jeune, (2009). *Urtica dioica* L., *Urtica urens* et ou hybrides (*Urticaceae*). Phytothérapie, 7(5), 279-285.

Gülçin, I., Küfrevioğlu, Ö. İ., Oktay, M., & Büyükkokuroğlu, M. E. (2004). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). Journal of ethnopharmacology, 90(2-3), 205-215

Goetz, P. (2018). E pur si muove ! Phytothérapie, 16(5), 245.

H

Halliwell, B. (1994). Free radicals and antioxidants : A personalview. Nutrition Reviews. 52:253-265.

Hamadou, H. H., Kallo, M. S., Manzo, L. M., Moussa, I., Adamou, R., & Ikhiri, K. (2018). Criblage phytochimique et dosage des polyphénols du *Detarium microcarpum* Guill. Et Perr. utilisé dans le traitement des maladies parasitaires au Niger. Afrique science, 14(5), 390-399.

Havsteen, B. H. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & therapeutics*, 96(2-3), 67-202.

I

Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. I. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food chemistry*, 126(4), 1821-1835.

J

Japón-Luján, R., Janeiro, P., & Luque de Castro, M. D. (2008). Solid– Liquid Transfer of Biophenols from Olive Leaves for the Enrichment of Edible Oils by a Dynamic Ultrasound-Assisted Approach. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 7231-7235.

Jedidi, S., Aloui, F., Selmi, H., Rtibi, K., Dallali, S., & SEBAI, C. A. E. H. (2018). Ethnobotanical survey on the traditional use of officinal sage (*Salvia officinalis* L.) in Tabarka and Aïn Draham (Northwestern of Tunisia). *J. New Sci.*, 18, 3402-3412.

Johnson, I. (1999). Antioxydants et anticancéreux. *Biofutur*, 186, 14-17.

Joshee, N., Dhekney, S. A., & Parajuli, P. (2019). *Medicinal Plants*. Springer Nature Switzerland AG, Cham.

Jungkind, D. L. (1995). Antimicrobial resistance : a crisis in health care ; [based on the proceedings of the Eastern Pennsylvania Branch of the American Society of Microbiology Symposium on Antimicrobial Resistance : à Crisis in Health Care - Clinical Laboratory and Epidemiologic Considerations, held November 11-12, 1993, in Philadelphia, Pennsylvania]. Ed. Plenum Press, New York, NY [u.a.], P 248.

K

Kalemba, D and Kunika, A. (2003) : antibacterial and antifungal properties of essential oils, *Current Medicinal Chemistry*.10 :813-829.

Kallo, M. S., Adamou, R., Sawadogo, J., Mahamane, A. A., Maarouhi, I. M., & Ikhiri, K. (2018). Enquête ethnobotanique et criblage phytochimique de quelques plantes tinctoriales du Niger en vue d'une valorisation en énergie solaire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(2), 867-883.

Külcü, D. B., Gökışık, C. D., et Aydın, S. (2019). An Investigation of Antibacterial and Antioxidant Activity of Nettle (*Urtica dioica* L.), Mint (*Mentha piperita*), Thyme (Thyme

serpyllum) and *Chenopodium album* L. Plants from Yaylacık Plateau, Giresun, Turkey. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(1), 73-80.

L

Lardry, J. M., & Haberkorn, V. (2007). L'aromathérapie et les huiles essentielles. Kinésithérapie, la revue, 7(61), 14-17.

Lesueur Pascale., (2014). Antibiotiques : modes d'action, mécanismes de la résistance, Site of Formation permanent ; développement & santé, Paris

M

Massaux, C. (2012). Polyphénols : des alliés pour la santé. Abeilles & Cie, 149, 4 /Uthurry C.A., Hevia D., Gomez-Cordoves C. (2011) Role of honeypolyphenols in health. Journal of ApiProduct and ApiMedical Science 3(4) : 141-159.

Modarresi-chahardehi, A., Ibrahim ,D., Fariza-Sulaiman ,S., & Mousavi, L.(2012).Dépistage de L'activité antimicrobienne de divers extraits d'*Urtica dioica* revue de biologie tropicale ,60 (4),1567-1576.

Mondiale de la Santé, O. (2003). Directives OMS sur les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales. In Directines OMS sur les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales (pp. vi-76).

Muylaert, A., & Mainil, (2013). Résistances bactériennes aux antibiotiques, les mécanismes et leur « contagiosité ». In Annales de Medecine vétérinaire (Vol. 156, pp. 109-123). ULg-Université de Liège.

N

Najjaa, N., Zouari, S., Arnault, I., Auger, J., Emna, A., Neffati, M. (2011). Différences et similitudes des métabolites secondaires chez deux espèces du genre *Allium* *Allium roseum* L. et *Allium ampeloprasum* L. Acta Bot. Gallica, 158(1):111- 123.

Nauciel, C. et Vildé, J.L. (2005). Bactériologie médicale. 2ème Ed. Masson, Paris, 5,10.

O

Ohemeng, K. A., Schwender, C. F., Fu, K. P. et Barrett, J. F. (1993). DNA gyrase inhibitory and antibacterial activity of some flavones (1) Bioorganical. Medicinal Chemistry Letters, 3, 225-230

Ogueke, C. C., Ogbulie, J. N., Okoli, I.C., et Anyanwu, B. N. (2007). Antibacterial Activities And Toxicological Potentials Of Crude Ethanolic Extracts Of Euphorbia hirta. Journal of American Science, 3 (3) : 11-16.

Ouedraogo, S., Yoda, J., Traore, T. K., Nitiema, M., Sombie, B. C., Diawara, H. Z., ... & Semde, R. (2021). Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 15(2), 750-772.

P

PASSEPORT SANTE (2009). L'ortie dioïque, section « Approches complémentaires » (En ligne) <http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=ortie> ps

Pelt, J. M. (1980). Les drogues : leur histoire, leurs effets. Doin.

Prescott, L. M., Willey, J. M., Sherwood, L. M., & Woolverton, C. J. (2018). Microbiologie. De Boeck Supérieur.

R

Raho, B., Ghalem, M., Benali, M., (2008). Antibacterial activity of leaf essential oils of Eucalyptus globulus and Eucalyptus camaldulensis. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2(10) : 211-215p. ISSN 1996-0816

Reaume, T, (2010). Stinging nettle Urticadioicaurticaceae-nettle family. Naturemanito

S

Said, A. A. H., El Otmani, I. S., Derfoufi, S., & Benmoussa, A. (2016). Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (Urticadioica L.). Hegel, (3), 280-292.

Salifou, C. F. A., Boko, K. C., Aounou, G. S., Tougan, P. U., Kassa, S.K., Houaga, I., ...& Youssao, A. K. I. (2013). Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs, International Journal of Biological and Chemical Sciences, 7(3), 1351-1369.

Samanthi., (2018). Difference Between Gram Positive and Gram Negative Cell Wall, Biology of the Cell. thèse, Salton, Milton RJ «Structure». Microbiologie médicale. 4e édition.

Singh, SB et Barrett, JF (2006). Découverte empirique de médicaments antibactériens-fondement des produits naturels. Pharmacologie biochimique, 71 (7), 1006-1015.

Sofowora, A. (2010). Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. KARTHALA Edit

V

Vogl, C. R., & Hartl, A. (2003). Production and processing of organically grown fiber nettle (*Urticadioica* L.) and its potential use in the natural textile industry: A review. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18(3), 119-128.

W

Wichtl, M., Anton, R. (2003). Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2^{eme} édition française. Paris: éd. Tee &Doc ; Cachan. Médicale Internationales : 692

Wink, M. (2015). Modes of action of herbalmedicines and plant secondarymetabolites. *Medicines*, 2(3), 251-286.

Wu, T., Zang, X., He, M., Pan, S. et Xu, X. (2013). Structure-activityrelationship of flavonoids on their anti-*Escherichia coli* activity and inhibition of DNA gyrase. *Journal of foodchemistry*, 61(34): 8185-8190.

Z

Zhang, H., Li, N., Li, K., & Li, P. (2014). Protective effect of *Urtica dioica* methanol extract against experimentally induce durinary calculi in rats. *Molecular Medicine Reports*, 10(6), 3157-3162.

.

Annexes

Annexes

Annexe 01 : réactifs et matériel utilisés

Appareillages	Matériel	Produits utilisés
Balance analytique Agitateur magnétique Bain marie Rota vapeur Plaque chauffante Etuve	spatule Erlenmeyer Papier aluminium Entonnoir Papier filtre Flacons en verre Tubes à essais Porte tubes Eprouvettes graduées (05ml et 10ml) Béchers Boite pétri	Méthanol Eau distillé Acide chlorhydrique FeCl ₃ NaOH HCl chloroforme CHCl ₃ H ₂ SO ₄ Folin Ciocalteu trichlorure d'aluminium (AlCl ₃)

Résumé



Thème : Etude phytochimique et l'activité antibactérienne des extraits d'une plante médicinale

«*Urtica. dioica L*»

Résumé

Les plantes médicinales sont une source très importante de nombreux composés bioactifs utilisées depuis l'antiquité par l'homme pour traiter diverses maladies.

Urtica dioica L. de la famille des *Urticaceae*, pousse dans la région méditerranéenne est connue par son effet thérapeutique comme plante médicinale. Ce travail comprend l'étude de l'activité antibactérienne de deux extraits d'*U.dioica* (extrait aqueux, extrait méthanolique), exercée sur trois souches de références (*E.coli ATCC25912* et *S.aureus ATCC25923* et *P.aeruginosa ATCC27853*). Par la méthode de diffusion des disques en milieu solide MH.

Les différents tests réalisés à partir des autres études montrent la richesse d'*Urtica dioica* en métabolites secondaires tels que : les polyphénols, les tanins, les coumarines, et plus particulièrement les flavonoïdes.

Les résultats ont montré des effets inhibiteurs sur les deux germes testés qui varient selon les concentrations en composés bioactifs de la plante étudiée. L'évaluation de l'effet antibactérien des extraits de l'ortie dioïque a permis d'affirmer qu'ils possèdent un pouvoir inhibiteur sur la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* (gram positif) et absence de cet effet inhibiteur sur deux souches bactérienne d'*Escherichia coli* (gram négatif) et une souche de *P. aeruginosa*, indiquant la résistance de ses dernières.

Mots clés : plante médicinale, *Urtica dioica L.*, activité antibactérienne, extrait aqueux, extrait méthanolique.

Abstract

Medicinal plants are a very important source of many bioactive compounds used since man antiquity to treat various diseases

Urtica dioica is from the *Urticaceae* family, which grows in the Mediterranean region is known for its therapeutic effect as a medicinal plant. This work includes the study of the antibacterial activity of different extracts of *U.dioica* (aqueous extract, hydro-methanolic extract,), exerted on three reference strains (*E.coli ATCC25922* and *S. aureus ATCC33962* and *P.aeruginosa ATCC27853*).

The different tests carried out on the basis of other studies show the richness of *Urtica dioica L.* in secondary metabolites such as: polyphenols, tannins, coumarins, and more particularly Flavonoids.

The results showed inhibitory effects on the two germs tested which vary according to the concentrations of bioactive compounds in the plant studied. The evaluation of the antibacterial effect of extracts of stinging nettle allowed to affirm that they have an inhibitory power on the bacterial strain *Staphylococcus aureus* (gram positive) and absence of this inhibitory effect on two strains bacteria of *Escherichia coli* (gram negative) and a strain of *P. aeruginosa*, indicating the resistance of the latter.

Keywords: Medicinal plants, *Urtica dioica L.*, antimicrobial activity, Flavonoids

ملخص

تعتبر النباتات الطبية مصدرًا مهمًا جدًا للعديد من المركبات النشطة بيولوجيًا التي استخدمها الإنسان منذ العصور القديمة لعلاج الأمراض المختلفة.

Urtica dioica L. من عائلة *Urticaceae*، تنمو في منطقة البحر الأبيض المتوسط وهي معروفة بتأثيرها العلاجي كنبات طبي. يشمل هذا العمل دراسة النشاط المضاد للبكتيريا

لمستخلصين من *U.dioica* (مستخلص مائي، مستخلص ميثانولي)، تم إجراؤها على ثلاث سلالات مرجعية (*E.coli ATCC 25912* and *S.aureus ATCC25923* and *Pseudomonas*). أظهرت الاختبارات المختلفة التي أجريت من دراسات أخرى ثراء *Urtica dioica* بالمستقبلات الثانوية مثل: البوليفينول، التانين، الكومارين، وبشكل خاص مركبات الفلافونويد.

أظهرت النتائج تأثيرات مثبطة على الجراثيم المختبرة والتي تختلف باختلاف تراكيز المركبات النشطة بيولوجيًا في النبات المدروس. أتاح تقييم التأثير المضاد للبكتيريا

لمستخلصات نبات القراص اللاذع تأكيد أن لها قوة مثبطة على سلالة البكتيريا *Staphylococcus aureus* (إيجابية الجرام) وغياب هذا التأثير المثبط على سلالتين بكتيريتين من *Escherichia coli* (سلبية الجرام)، وسلالة من *P. aeruginosa*، مما يشير إلى مقاومة الأخير.

الكلمات المفتاحية: نبات طبي، *Urtica dioica L.*، نشاط مضاد للجراثيم، مستخلص مائي، مستخلص ميثانولي.