

N° d'ordre :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE CHIMIE



DOMAINE : SCIENCES DE LA MATIERE
FILIERE : CHIMIE
MEMOIRE DE MASTER
SPECIALITE : *CHIMIE PHARMACEUTIQUE*

THEME

Extraction, analyse et évaluation des activités antioxydante et antibactérienne de l'ortie

Présenté par : TEKFI Lydia

OUDJEMIA Karina

Soutenu publiquement, le 27/09/2023

devant le Jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Affiliation</i>	<i>Qualité</i>
<i>Ighilahriz Karima</i>	<i>MCB</i>	<i>UMMTO</i>	<i>Présidente</i>
<i>Bait Larbi</i>	<i>MAA</i>	<i>UMMTO</i>	<i>Examineur</i>
<i>Toubal Lamia</i>	<i>Pharmacienne specialiste en chimie analytique</i>	<i>CLCC Draa Ben Khedda</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Rahal Foudil</i>	<i>MCB</i>	<i>UMMTO</i>	<i>Encadrant</i>
<i>Benchoulak Mounir</i>	<i>MAA</i>	<i>UMMTO</i>	<i>Co-encadrant</i>

Remerciements

Au terme de ce travail, nous avons le réel plaisir d'exprimer notre sincère remerciement à tous ceux qui nous ont accompagnés au cours de la réalisation de ce mémoire.

C'est avec l'aide de Dieu tout puissant, que ce modeste projet a pu être réalisé, Dieu qui nous a donné fois, raison et lucidité.

*Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur M. **BENCHOUAK Mounir** Maître Assistant A à l'Université de Tizi-Ouzou, de nous avoir accordé tout en acceptant de diriger ce travail et qui nous a beaucoup encouragées. Son attention, sa bienveillance, ses orientations ont été des encouragements pour nous afin de mener cette étude.*

*Nous tenons à exprimer notre très grande considération et notre vive reconnaissance à M. **RAHAL Foudil** maître de conférences B à l'Université de Tizi-Ouzou, d'avoir accepté de nous Co-encadrer et nous orienter afin de réaliser ce modeste travail*

*Nos remerciements s'adressent à Mme **IGHILAHIRIZ Karima** Maître de conférences B à l'Université de Tizi-Ouzou qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude à M. **BAIT Larbi** Maître Assistant A à l'Université de Tizi-Ouzou et Mme **TOUBAL Lamia** Pharmacienne spécialiste en chimie analytique pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Un grand merci aux membres du Labo chimie pharmaceutique Mme. Djedjiga et Mme. Naima pour leur assistance durant le long de notre travail.

Un grand merci à toutes et à tous

Dédicace



C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde, mes chers parents pour leurs amour et bonté, et que sans eux je n'aurai jamais pu atteindre mon objectif, que Dieu me les garde.

Je dédie mon travail à mon frère RAYAN

A mes chers amis.

A mon binôme Lydía qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.

Et a ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Karina

Dédicace



Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail

A ma très chère petite famille :

- *A mon père qui a tout fait pour me soutenir et m'accompagner durant tout le long de mon parcours ;*
- *A la personne la plus importante dans ma vie ma mère bien aimée, qui s'est sacrifiée et battue, qui n'a jamais cessé de formuler des prières à mon égard pour que je puisse atteindre cette étape de ma vie. Que dieu te garde pour nous Yemma ;*
- *A mes deux frères adorés : Malik mon exemple de persévérance, pour son soutien moral et ses conseils précieux le long de mes études ; et Tewfik pour son attention, son amour et toutes les bonnes choses qu'il m'a faites, pour son soutien et motivation continus dans toutes les étapes de ma vie. Merci d'être là pour moi, que Dieu vous protège et vous offre tout le bonheur.*
- *A mon adorable belle-sœur Jennifer pour ces encouragements, son amour, sa compréhension, sa sympathie et sa gentillesse ;*
- *A mon petit neveu Ayvin, ce petit bout de sucre qui est venu agrandir notre famille pour notre plus grand bonheur ;*
- *A l'unique et mon meilleur Ali. H qui était toujours là pour moi dans les hauts pour me soutenir comme dans les bas pour m'épauler, qui a cru en moi, m'a encouragé et motivé sans cesse pour que je réalise mes rêves. Que dieu t'offre tout le bonheur que tu mérites ;*

A mes précieuses amies Kenza. R, Fatma. B, Lamia. I et à mon précieux ami Marzouk. Z, que j'ai eu la chance de connaître merci pour le soutien et les encouragements que vous m'avez apporté depuis toujours.

A ma binôme Karina, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Lydia

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification d'ortie dioïque	11
Tableau 2 : Teneur en éléments minéraux et oligominéraux en mg/100g feuille sèche de l' <i>Urtica dioïca</i>	14
Tableau 3 : Les principaux acides phénoliques identifiés chez l'ortie dioïque	16
Tableau 4 : Coordonnées géographique du site de récolte	20
Tableau 5 : Protocoles des tests phytochimiques sur les feuilles d' <i>Urtica dioïca</i>	25
Tableau 6 : Les propriétés organoleptiques de l'HE d' <i>Urtica dioïca</i>	38
Tableau 7 : Rendement en HE par l'Hydrodistillation	38
Tableau 8 : Résultats du criblage phytochimique préliminaire d' <i>Urtica dioïca</i>	39
Tableau 9 : Rendements des différentes extractions effectuées et leurs aspects Physiques.	42
Tableau 10 : Concentrations de l'acide gallique et les absorbances obtenues (moyenne de trois mesures)	43
Tableau 11 : Teneur en phénols totaux des extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	44
Tableau 12 : Concentrations de la Quercétine et absorbances obtenues (moyenne de trois mesures).	46
Tableau 13 : Teneurs en flavonoïdes totaux des extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	46
Tableau 14 : Activités antioxydante des extraits d' <i>Urtica dioïca</i> mesurées par la méthode DPPH et exprimées en IC ₅₀	49
Tableau 15 : les diamètres des zones d'inhibition des bactéries pour chaque extrait d' <i>Urtica dioïca</i>	51
Tableau 16 : Les pourcentages de zones d'inhibition des différentes bactéries en fonction de la concentration et du type d'extrait	51

Liste des figures

Figure 1 : Mécanisme réactionnel du test DPPH	8
Figure 2 : Feuille d' <i>Urtica dioïca</i>	12
Figure 3 : Racine d'ortie dioïque	12
Figure 4 : Fleur femelle d'ortie dioïque	13
Figure 5 : Fleur mâle d'ortie dioïque	13
Figure 6 : Poil urticant d'ortie dioïque	13
Figure 7 : a) La plante d' <i>Urtica dioïca</i> avant la récolte ; b) La plante récoltée	21
Figure 8 : a) Séparation des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i> ; b) Séchage	22
Figure 9 : a) MV d' <i>Urtica dioïca</i> broyée grossièrement ; b) Montage d'Hydrodistillation Clevenger.	23
Figure 10 : Montage d'Hydrodistillation au bain-Marie	24
Figure 11 : Les différents macérâts obtenus.....	25
Figure 12 : Résultats des tests d'identification phytochimiques sur les feuilles d' <i>Urtica dioïca</i>	25
Figure 13 : Montage de macération à chaud avec agitation	27
Figure 14 : a) Filtration primaire du macérât avec passoir ; b) Filtration secondaire avec filtre Whatman (extrait hydro-éthanolique) ; c) Filtration secondaire (extrait aqueux)	28
Figure 15 : Traitement du macérât (hydro éthanolique) avec l'hexane	29
Figure 16 : a) Préparation à la centrifugation ; b) L'extrait avant centrifugation ; c) Extrait après centrifugation ; d) Zoom sur la précipitation de l'extrait	29.
Figure 17 : Elimination du solvant à l'évaporateur rotatif	30
Figure 18 : a) Ajout du Dichlorométhane et décantation ; b) Macérât obtenu après traitement avec Dichlorométhane ; c) Ajout du chloroforme et décantation	31.
Figure 19 : Dosage des composés phénolique sur les extraits contre le blanc	32
Figure 20 : Tests du DPPH· avec un antioxydant (à gauche) face à l'acide ascorbique (à droite)	33
Figure 21 : Préparation des cultures bactériennes et des milieux de cultures	35

Figure 22 : Préparation de l'inoculum	36
Figure 23 : Ensemencement et pose des disques	36
Figure 24 : Résultat final d'une préparation prête à l'incubation	36
Figure 25 : Le rendement d'extraction en (%) des différents extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	42
Figure 26 : La courbe d'étalonnage de la teneur des phénols totaux (TPT) des extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	44
Figure 27 : La teneur des phénols totaux (TPT) dans les extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	45
Figure 28 : La courbe d'étalonnage de détermination de la teneur des flavonoïdes totaux (TFT) des extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	46
Figure 29 : La teneur des flavonoïdes totaux (TFT) dans les extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	47
Figure 30 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'acide ascorbique.....	48
Figure 31 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations des extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	48
Figure 32 : Les résultats des chromatogrammes des différents extraits d'ortie.....	50
Figure 33 : Représentation graphique des diamètres des zones d'inhibitions en (mm) Résultant de l'action d'extrait d'ortie.....	52

Liste des abréviations

RFC : Réactif de Folin-Ciocalteu

AlCl₃ : trichlorure d'aluminium

OH• : radicaux hydroxyles

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

HE : huile essentielle

HD : hydrodistillation

MV : matrice végétal

AlCl₃ : trichlorure d'aluminium

IC₅₀ : Concentration inhibitrice

FeCl₃ : Chlorure de Fer

TPT : Teneur en phénols totaux

EAG : équivalents d'acide gallique

TFT : Teneur flavonoïdes totaux

Sommaire

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : La phytothérapie

1. Les plantes médicinales	3
2. La phytothérapie.....	3
3. Les différents modes d'utilisation des plantes médicinales	3
4. Les métabolites secondaires	4
4.1. Composés phénoliques	4
4.1.1. Les flavonoïdes	5
4.1.2. Les tanins	5
4.2. Les terpénoïdes.....	5
4.3. Les alcaloïdes	6
5. Etudes analytique	6
5.1. Méthode de dosage et d'identification des composés phénoliques et des flavonoïdes	6
5.2. Screening phytochimique	7
6. Etude thérapeutique.....	7
6.1. Activité antioxydante	7
6.2. Activité antibactérienne.....	8

Chapitre II : Etude botanique d'ortie dioïque

1. Famille d'ortie dioïque	10
2. Dénomination	10

3. Classification.....	11
4. Description botanique	11
5. Composition chimique	13
6. Les métabolites secondaires présents chez l'ortie.....	16
6.1. Composés phénolique d'ortie.....	16
6.2. Flavonoides	17
7. Usage thérapeutique	17
7.1. Activité anti-inflammatoire	17
7.2. Activité antioxydante	18
7.3. Activité antiallergique	18
7.3.1. Activité diabétique	18
7.4. Activité antifongique	18
8. Usages traditionnels d'ortie	19

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériel	20
1.1. Matériel de laboratoire	20
1.2. Matrice végétal	21
1.2.1. Présentation du matériel végétal	21
1.2.2. La récolte de la matière végétale	21
1.2.3. Prétraitement du matériel végétal	22
2. Méthodes expérimentales	23
2.1. Hydrodistillation Clevenger des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i>	23
2.2. Analyse qualitative des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i>	24
2.2.1. Criblage phytochimique des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i>	24
2.2.1.1. Procédure de macération à froid.....	24
2.2.1.2. Screening phytochimique	25
2.3. Analyse quantitative des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i> et extraction des composés polyphénoliques	27
2.3.1. Préparation des extraits	27
2.3.1.1. Macération à chaud avec agitation	27
2.3.1.2. La filtration	28

2.3.1.3.	Traitement du macérât pour extraction des polyphénols.....	28
2.3.1.4.	Calcul du rendement d'extraction des polyphénols	31
2.3.2.	Dosage colorimétrique des métabolites secondaires	32
2.3.2.1.	Détermination de la teneur en phénols totaux (TPT)	32
2.3.2.2.	Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux (TFT).....	33
2.3.2.3.	Activité de piégeage des radicaux DPPH.....	33
2.4.	Evaluation de l'activité antibactérienne des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i>	34

Chapitre IV : Résultats et interprétations

1.	Etude qualitative	38
1.1.	Extraction par Hydrodistillation Clevenger	38
1.2.	Le screening phytochimique	39
1.3.	Extraction par macération chaude des composés polyphénoliques	41
2.	Etude quantitative	43
2.1.	Dosage des métabolites secondaires	43
2.1.1.	Détermination de la teneur en phénols totaux (TPT)	43
2.1.2.	Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux (TFT).....	45
2.2.	Evaluation de l'activité antioxydante par test DPPH	47
3.	Etude biologique (activité antibactérienne)	50

<i>Conclusion</i>	54
-------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

A travers les diverses civilisations, l'humain a utilisé les différentes ressources trouvées dans son environnement pour l'agriculture, l'alimentation, la teinturerie ainsi que pour des fins médicinales pour traiter et soigner toutes sortes de maladies. Depuis plus de 2000 ans, l'*Urtica Dioïca* est employée comme remède naturel pour ses vertus thérapeutiques.

Au fil des siècles, la connaissance de cette plante médicinale et sa phytothérapie ont été organisées, documentées et transmises de génération en génération. Cependant, la mise en valeur de son importance médicinale n'a pris de l'ampleur qu'au début du 20^{ème} siècle. Depuis, de considérables progrès ont été réalisés, en l'occurrence la découverte de la structure de ses composés et de ses propriétés pharmacologiques. Il faut souligner à ce titre que la plupart de ses indications revendiquées en médecine traditionnelle comme en phytothérapie ont été confirmées, et de nouvelles propriétés ont été rajoutées [1].

Aujourd'hui, l'utilisation de la phytothérapie devient quotidienne, sous forme de prévention des maladies plutôt qu'exclusivement de guérison. Ces plantes ont été et sont toujours la source généreuse pour fournir à l'homme des substances bioactives précieuses et bénéfiques avec des propriétés thérapeutiques qui sont dues à la présence de milliers de composés bioactifs appelés métabolites secondaires, ceux-ci sont accumulés dans différents organes des plantes.

L'*Urtica Dioïca* compte parmi ces dernières les plus réputées et connues à l'échelle mondiale. Cette plante extraordinaire particulièrement appréciée des herboristes, des botanistes et des agriculteurs. Considérée comme une plante médicinale aux milles vertus, cette plante appelée aussi communément la Grande Ortie, est une plante-aliment qui agit sur l'ensemble du métabolisme et a le don de réveiller tout organe endormi. Cette merveille végétale est particulièrement reminéralisante, nourrissante avec une action détoxifiante douce, son action agissant sur le moyen terme ou sous forme de cure. De plus, la composition de la Grande Ortie est très riche en vitamines, protéines et minéraux facilement absorbables.

Les plantes médicinales sont considérées comme une source importante de structures potentiellement utiles pour le développement de nouveaux agents chimiothérapeutiques. On estime qu'aujourd'hui, de nombreuses matières végétales sont présentes ou ont fourni des modèles pour 50% des médicaments fabriqués en Occident [2]. La première étape vers cet

objectif est le criblage biologique et phytochimique d'extraits de plantes et/ou d'extraits de préparations traditionnelles utilisées en médecine populaire [3].


Cependant, l'évaluation des propriétés phytothérapeutiques comme antibactérienne ou antioxydante demeure une tâche très intéressante et utile, en particulier pour les plantes d'une utilisation rare ou moins fréquente qui représentent une nouvelle source de composés actifs. En effet; les métabolites secondaires font et restent l'objet de nombreuses nouveaux constituants naturels tels que les extraits par les solvants. La recherche des substances naturelles est un thème porteur depuis quelques années et les laboratoires pharmaceutiques sont toujours prêts à l'élaboration de nouveaux composés actifs, à l'identification, à la caractérisation des molécules naturelles et à la mise au point des médicaments qui ont pour origine des substances naturelles. Ces molécules que constitue le principe actif des plantes médicinales appartiennent majoritairement aux métabolites secondaires tels que les polyphénols.

A cet effet, notre travail porte sur la valorisation de l'*Urtica Dioïca* poussant à l'état spontané dans la région des Ouadhias par la caractérisation de ses composés polyphénoliques par effectuation d'une étude phytochimique sur les feuilles de notre plante médicinale, suivie d'une étude biologique.

Notre travail est réalisé en deux parties :

- **La première partie :** Synthèse bibliographique. Cette partie se partage en deux chapitres : la phytothérapie et une étude botanique.
- **La deuxième partie :** Partie expérimentale. Cette partie également est divisée en deux chapitres : le premier est dédié aux matériels utilisés et aux méthodes suivies pour la caractérisation phytochimique des métabolites secondaires présents dans les différents extraits des feuilles de la plante, l'extraction des composés polyphénoliques (phénols et flavonoïdes) par différents solvants ainsi que la détermination des teneurs en ces composés-là, suivies de l'étude de l'activité antioxydante et biologique. Le deuxième chapitre consiste à l'interprétation des résultats auxquels les expériences ont abouti.

Enfin, une conclusion qui résume les principaux résultats obtenus et les perspectives proposées et les protocoles non effectués pour pouvoir compléter voire améliorer cette étude.



*Synthèse
bibliographique*

www.sauvagesdepot.com

Chapitre I

La phytothérapie

1. Plante médicinale

Les plantes médicinales font partie de la médecine alternative et de la santé naturelle, sont à la fois un produit fini destiné à la consommation et une matière première pour l'obtention de substances actives. Ils sont connus et utilisés par le peuple chinois et d'autres sociétés du monde entier depuis des siècles. La plante entière est rarement utilisée, souvent une ou plusieurs parties. Les plantes médicinales peuvent également être utilisées dans les aliments et les épices, et même dans la préparation de boissons saines. Ces différentes utilisations peuvent concerner des parties identiques ou différentes de la plante. Leur efficacité dépend de leurs composés, très nombreux et très variables selon les espèces, et ce sont tous des principes actifs différents [1].

2. Phytothérapie

Le mot "phytothérapie" se compose étymologiquement de deux racines grecques : *phuton* et *therapeia* qui signifient respectivement "plante" et "traitement" [2].

La phytothérapie est pratiquée dans tous les pays du monde en tant que médecine alternative ou complémentaire. Il est utilisé comme médicament unique depuis des siècles et constitue la principale source d'ingrédients actifs allopathiques. À partir d'extraits purifiés de composants végétaux, les chimistes ont pu synthétiser les principes actifs de la plupart des médicaments chimiques utilisés dans le monde. Aujourd'hui, pharmacologues et professionnels de l'industrie du médicament s'accordent sur le fait que la chimie seule ne suffit plus pour développer les médicaments du futur. Le médicament chimique, ou allopathie, est vouée à disparaître, remplacée par de nouveaux médicaments dits biologiques et leurs équivalents génériques, les biosimilaires [3].

3. Les différents modes d'utilisation des plantes en phytothérapie

Les modes d'utilisation des plantes sont divers selon qu'elles sont prescrites : par voie interne (absorption orale, gargarisme, bains de bouche), ou externe (cataplasme, lotion, gargarisme, bain de bouche, bain, injection cavités naturelles, fumigation).

Les principes d'extraction des éléments actifs les plus fréquemment employés sont :

- **L'infusion** : A l'aide de l'eau, dissoudre les sels minéraux, la pectine, le mucilage et les alcaloïdes sous forme de sels. L'eau chaude peut dissoudre partiellement les huiles essentielles. Il peut extraire les ingrédients actifs en mettant en contact des plantes sèches ou fraîches avec de l'eau bouillante, puis en les refroidissant naturellement. Les plantes ligneuses nécessitent un temps de trempage prolongé.
- **Décoction** : Les décoctions sont la méthode préférée pour préparer des parties de plantes plus résistantes et fibreuses telles que les racines, certaines graines et même l'écorce. Le principe est légèrement différent de celui de l'infusion, où un solide est immergé dans un solvant liquide bouillant. Il s'agit d'un processus rigoureux dans lequel les principes actifs thermolabiles doivent être conservés afin d'être extraits. Cependant, c'est très rapide et parfois nécessaire [4].
- **Macération** : La macération à chaud fait partie des techniques œnologiques majeures est une opération qui consiste à laisser la poudre du matériel végétal en contact prolongé avec un solvant pour en extraire les principes actifs. La température et la durée de la macération sont des paramètres qu'il faut adapter aux macérât souhaités [5].

4. Les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des composés organiques produits par les organismes et les plantes qui, contrairement au métabolisme primaire, ne participent pas à leur croissance ou à leur reproduction. Dans le cas des plantes, les métabolismes secondaires jouent un rôle crucial dans la survie et la diversité des espèces. Ces composés remplissent diverses fonctions, notamment la défense contre les prédateurs et les maladies, la communication avec d'autres individus de la même espèce et la compétition pour les ressources.

La classification des métabolites secondaires des plantes est basée sur leurs propriétés chimiques et est divisée en trois groupes moléculaires : les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes [6].

4.1. Les composés phénoliques

Les polyphénols sont des alcools aromatiques qui proviennent des végétaux. Ils sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux. Les

phénols simples, déchets du métabolisme végétal, sont assemblés en polyphénols comme la lignine. Les composés phénoliques définissent un groupe de substances qui ont longtemps été communément appelées tanins parce que la nature de ces substances était inconnue. Il y a quatre principales familles de composés phénoliques : les acides phénols, les flavones, les anthocyanes, les tanins. L'élément structurel fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction, éther, ester, hétéroside [7].

4.1.1. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes et les flavanoïdes sont des métabolites secondaires polyphénoliques synthétisés exclusivement par les plantes. Le rôle le plus connu des flavonoïdes est de produire des fleurs colorées ou des couleurs vives reconnaissables par les pollinisateurs. Les pigments qui colorent les fruits, les légumes et les graines sont également composés principalement de flavonoïdes. Ces métabolites secondaires présentent une distribution large chez les végétaux et leur nombre ne cesse de croître, dont 6 467 molécules identifiées en 1999. [8]

Comme avec la plupart des métabolites secondaires, sa composition peut dériver en différentes classifications. Elle se divise en flavones, flavonols, flavandiols, chalcones, anthocyanes, tanins condensés, auronnes, dihydroflavonols et flavanones. [9]

4.1.2. Les tanins

Les tanins sont des métabolites secondaires les plus abondants des plantes, représentant de 5% à 10% poids sec des feuilles d'un arbre. Le nom dérive de tan, produit obtenu à partir de l'écorce du chêne. Réduit en poudre, l'écorce du chêne est utilisée depuis le Moyen Âge pour la préparation du cuir. L'activité biologique des tanins est due en partie à leurs propriétés antioxydantes, bénéfiques pour les plantes, et en partie à leurs propriétés pro-oxydantes et toxiques, nocives pour les herbivores [8].

4.2. Les terpénoïdes

L'unité de base des terpénoïdes est un isoprène aliphatique, isopentényl, pyrophosphate, mais en raison de nombreuses variations de son état de polymérisation, les terpénoïdes comprennent des composés avec des propriétés physico-chimiques et biologiques

très variées. Ils peuvent être lipophiles ou hydrophiles, volatiles ou non volatiles, cycliques ou acycliques. Les enzymes de la famille des prényltransférases ou terpénoïde synthétases occupent une position centrale au sein du réseau de biosynthèse des terpénoïdes.

La plupart des terpénoïdes sont des répulsifs herbivores. Les monoterpènes et les sesquiterpènes ont des pressions de vapeur saturées élevées à température ambiante et s'évaporent facilement. Par conséquent, il peut être utilisé à distance depuis le centre de publication. Ces signaux ont pour effet d'attirer ou de repousser les insectes [8].

4.3. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont produits à partir d'acides aminés ou par transamination d'autres molécules et comportent, en général, un hétérocyclique comprenant un atome d'azote. Le terme alcaloïde provient de leur propriété chimique qui les rapprochait des substances alcalines lors de leur première description. Les alcaloïdes sont synthétisés par environ 25% des plantes vertes, mais on les retrouve aussi chez les champignons.

Malgré les recherches intenses menées sur les alcaloïdes, la compréhension de leur rôle biologique et leur origine évolutive reste incomplète. L'hypothèse la plus couramment admise est que les alcaloïdes sont des molécules de défense contre les prédateurs (herbivores pour les plantes supérieures). Les alcaloïdes ne deviennent toxiques qu'après modification du pH. Ils s'accumulent généralement dans des types cellulaires spécifiques en raison de leur cytotoxicité et de leur rôle dans la stratégie défensive des plantes [8].

5. Etude analytique

5.1. Méthodes de dosage et d'identification des composés phénoliques et des flavonoïdes

Les extraits bruts de plantes contiennent généralement un mélange complexe de différents composants bioactifs. Parmi ceux-ci, les métabolites secondaires sont souvent utilisés dans la production de la médecine chinoise. La détection rapide et précise des composés phytochimiques bioactifs revêt une grande importance dans l'analyse phytochimique d'échantillons de plantes brutes.

Le dosage des phénols totaux se fait à l'aide du Réactif de Folin-Ciocalteu (RFC), qui en présence de polyphénols et en milieu alcalin se réduit en oxyde de tungstène et de

molybdène donnant une couleur bleue. Les composés phénoliques réagissent en milieu basique (pH ~ 10) avec le RFC. En effet, dans ces conditions, la dissociation d'un proton phénolique mène à un anion phénolate, qui est capable de réduire le RFC par des réactions réversibles impliquant le transfert d'un ou de deux électrons. Cette réaction conduit à la formation d'espèces chimiques de couleur bleue.

Le dosage des flavonoïdes totaux est basé sur un test colorimétrique utilisant le trichlorure d'aluminium $AlCl_3$. En effet, il a été démontré que ce réactif forme des complexes acides stables soit avec le carbonyle (C=O) en position C-4, soit avec le groupe hydroxyle en C-3 ou C-5 des flavones et des flavonols [10].

5.2. Screening phytochimique

Le criblage phytochimique est un ensemble de méthodes et de techniques permettant de préparer et d'analyser des substances organiques naturelles provenant de plantes.

Le but ultime de l'étude des plantes médicinales est souvent d'isoler un ou plusieurs composants responsables d'un effet particulier de la plante. De ce point de vue, les techniques générales de screening phytochimique peuvent être d'un grand secours. Ces techniques permettent de détecter, dans la plante, la présence des produits appartenant à des classes de composés ordinairement physiologiquement actifs. Le nombre de ces classes est important et il ne peut être vérifié la présence de chacune. Il faut choisir et il est retenu les classes reconnues comme les plus actives mais aussi les plus faciles à détecter compte tenu des ressources techniques disponibles [11].

6. Etude thérapeutique

6.1. Activité antioxydante

Ces dernières années, l'intérêt porté aux antioxydants naturels, en relation avec leurs propriétés thérapeutiques, a augmenté considérablement. Des recherches scientifiques dans diverses spécialités ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés à partir de plusieurs substances naturelles à savoir, les plantes médicinales et les produits agroalimentaires. L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que les

composés phénoliques. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}\cdot$) et superoxydes ($\text{O}_2\cdot$).

➤ Test DPPH

Le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) permet de mesurer le pouvoir antiradicalaire de molécules pures ou d'extraits végétaux dans un système modèle (solvant organique, température ambiante). Il mesure la capacité d'un antioxydant (composé phénoliques généralement) à réduire le radical chimique DPPH par transfert d'un hydrogène. Le DPPH, initialement violet, se transforme en DPPH-H, jaune pâle.

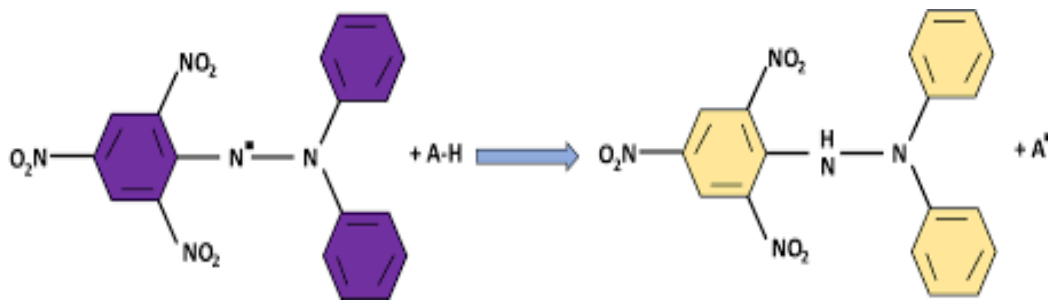


Figure 1 : Mécanisme réactionnel du test DPPH

6.2. Activité antibactérienne

Les infections bactériennes sont causées par différents micro-organismes et sont responsables des maladies les plus mortelles et des épidémies les plus répandues. De nombreux antibiotiques sont développés pour les traiter, cependant leur utilisation abusive est à l'origine de l'apparition de la multirésistance bactérienne. Les antibiotiques sont des substances antibactériennes produites par des micro-organismes (champignons et bactéries) ou par synthèse chimique qui peuvent inhiber (effet bactériostatique) ou détruire (effet bactéricide) la reproduction des micro-organismes. La lutte contre les infections bactériennes est devenue de plus en plus complexe car de nombreuses bactéries sont devenues résistantes à la plupart des antibiotiques, ce qui est devenu un problème de santé mondial majeur.

Les antimicrobiens d'origine végétale ont un énorme potentiel thérapeutique. Ils sont efficaces dans le traitement des maladies infectieuses, tout en atténuant ou en évitant un grand nombre secondaire qui sont souvent associés aux agents synthétiques. [12]

Chapitre II

Etude botanique

Historique

Depuis plus de 2000 ans, l'ortie est employée comme remède naturel pour ses vertus thérapeutiques. Cependant, la mise en valeur de son importance médicinale n'a pris de l'ampleur qu'au début du XXe siècle. Et depuis, de considérables progrès ont été réalisés, en l'occurrence la découverte de la structure de ses composés et de ses propriétés pharmacologiques. Il faut souligner à ce titre que la plupart de ses indications revendiquées en médecine traditionnelle ont été confirmées, et de nouvelles propriétés ont été rajoutées. Par ailleurs, en égard à sa composition protéique équilibrée et à sa teneur élevée en minéraux et en vitamines, l'ortie a marqué un grand intérêt, aussi bien sur le plan thérapeutique que nutritionnel.

1. Famille d'ortie dioïque

La famille des Urticacées comporte 1000 espèces vivantes dans des régions plutôt chaudes. Les plantes de cette famille sont dites nitrophiles, c'est-à-dire poussant sur des terrains riches en azote, et rudérales, c'est-à-dire poussant sur des sols « sales » et où vivent les hommes. Les feuilles sont le plus souvent opposées, l'épiderme porte des poils (protecteurs, sécréteurs ou urticants), et parmi ces espèces l'ortie dioïque qui est un bon représentant de cette famille puisqu'elle en possède les principales caractéristiques [13].

2. Dénomination

Le mot français «ortie dioïque» est un dérivé de latin « *Urtica dioica*.» *Urtica* vient de « *urere* » qui signifie brûler en latin ; ce qui fait référence aux poils brûlants et irritants portés par la plante.

Dioica signifie «dioïque». Ce terme qualifie une espèce de plante dont les fleurs mâles et les fleurs femelles sont portées par deux pieds différents (deux plantes différentes) [14].

Voici les principaux noms de l'ortie dans quelques langues européennes

- **Nom latin :** *Urtica dioica* L.Syn
- **Noms anglais:** Nettle, Common nettle, Stinging nettle, Tall nettle, Slender nettle, Greater nettle
- **Noms français :** Ortie dioïque, Grande ortie, Ortie piquante, Ortie élevée
- **Noms arabe :** (Hourriga, al quarâs)

- **Noms espagnol** : Ortiga, Ortiga gran, Ortiga grossa, Ortiga major, Ortiga inayor
- **Noms allemand** : Brennesslbatter, Brennessel-Kraut, Nesslkraut, Haarnesselkraut [14].

3. Classification

Tableau 1 : Classification d'ortie dioïque [14]

<i>Règne</i>	<i>plante</i>
<i>Sous règne</i>	Tracheobionta (plantes qui ont des vaisseaux pour transporter la sève)
<i>Division</i>	Spermatophyte (plantes à graines)
<i>Classe</i>	Angiosperme (plantes à fleurs)
<i>Sous classe</i>	Dicotylédone
<i>Super ordre</i>	Dillénié
<i>Ordre</i>	Rosales (ou Sous Ordre des Urticales)
<i>Famille</i>	Urticaceae
<i>Genre</i>	Urtica
<i>Espèce</i>	Urtica dioica

4. Description botanique

L'ortie dioïque est une plante herbacée vivace, vigoureuse et à longue durée de vie. Sa taille peut atteindre plus d'un mètre

➤ Les feuilles

Les feuilles d'ortie sont de teinte vert sombre, Le bord est grossièrement denté (figure 2 (1)) La feuille est ovale-allongée, terminée en pointe (figure 2 (1)). Des poils urticants sont

disposés sur la surface. Les nervures sont proéminentes sur la face inférieure. La disposition des feuilles est opposée et elliptique. [15]



Figure 2 : Feuille d'*Urtica dioica*

➤ Racines

Ses racines à souche rampante et ses racinelles très fines apprécient les terrains riches en azote. Elles peuvent s'enfoncer dans la terre à une profondeur de 70 cm. Les racines participent également à la reproduction, en drageonnant régulièrement. [16]



Figure 3 : Racine d'ortie dioïque

➤ Les fleurs

Les fleurs d'ortie sont dépourvues de pétales, mais possèdent deux sépales. L'ortie est une plante dioïque, ce qui veut dire que les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds ou plants différents.

La reconnaissance des sexes est donc facile, vu qu'un pied d'ortie ne possède que des fleurs mâles ou femelles, et que les deux sexes ont une forme et une couleur différente. Les fleurs femelles sont pendantes, de couleurs verdâtres avec quelques reflets de violet. Les fleurs mâles sont étalées et jaunâtres. La reproduction se fait par les insectes et le vent. [16]



Figure 4 : fleur femelle d'ortie dioïque



Figure 5 : fleur male d'ortie dioïque

➤ Poils urticants

Les poils urticants des orties sont des poils unicellulaires épidermiques. La forme globale du poil urticant est très allongée et pointue, mais sa base est élargie en forme de vase. L'embout est en silice et injecte de l'acide formique qui pénètre et détruit la peau et provoque une réaction irritante. [16]



Figure 6 : Poil urticant d'ortie dioïque

5. Composition chimique de l'ortie

La composition de l'ortie varie selon la nature du sol, la variété et l'origine, l'exposition de la plante et les conditions climatiques. Elle varie en fonction de l'organe de la plante et de la période de récolte. C'est pour ça que les valeurs fournies par la littérature sont différentes.

➤ **Composition des feuilles**

La composition minérale des feuilles d'ortie est reportée au **tableau 2**. Elles sont riches en calcium, magnésium et potassium. On y trouve aussi 3 à 5% (P/P) d'azote

Tableau 2 : Teneur en éléments minéraux et oligo-éléments en mg/100g feuilles sèches de l'*Urtica dioïca*. [17]

Teneur en minéraux e mg/100g		Minimum	Maximum
Macroéléments	Calcium	113,2	5090
	Magnésium	0,22	3560
	Phosphate	29	75
	Potassium	532	9176
	Sodium	5,5	16
Oligoéléments	Cobalt	0,0084	0,018
	Cuivre	0,52	1,747
	Fer	3,4	30,30
	Manganèse	0,768	5,784
	Molybdène	0,4265	-
	Nickel	0,0732	-
	sélénium	0,0027	0,0074
	Zinc	0,9	0,033

Les feuilles renferment 18 acides aminés dont les 8 essentiels ; ainsi que des acides gras saturés (palmitique, stéarique, myristique et en faible quantité l'acide nanodécanoïque), monoinsaturés (palmitoléique et en moindre quantité l'oléique) et polyinsaturés (les acides linoléique 11.6%, l' α -linoléique 40.7% dans les feuilles matures). [17]

➤ **Composition des racines**

Les racines d'ortie (tout comme les feuilles) constituent en réalité un véritable concentré de nutriments et oligoéléments [18], cet organe est particulièrement riche en :

- Sels minéraux : calcium, potassium, silice ;
- Vitamines : A, C, E, F, K et P et plusieurs vitamines B ;
- Flavonoïdes ;
- Antioxydants ;
- Protéines ;
- Acides phénols ;
- Terpénoïdes ;
- Caroténoïdes (dont le β -carotène, la lutéine et le lycopène) ;
- Acides gras ;
- Acides aminés essentiels ;
- Chlorophylle ;
- Tanins ;
- Glucides ;
- Stérols ;
- Polysaccharides ;
- Minéraux (sélénium, le zinc, fer, manganèse et le magnésium) ;
- Lignanes.

➤ Composition des poils urticants

La sensation de brûlure après avoir touché l'ortie est provoquée par le liquide contenu dans les poils urticants. Les composés contenus dans le liquide sont présents en faible quantité dans la plante, mais sont fortement concentrés au niveau des dards.

Les poils urticants contiennent entre autre de l'histamine, de la sérotonine (5 hydroxytryptamine), de l'acétylcholine mais également de la choline, de la bétaine, de l'acide formique, de l'acide butyrique et des leucotriènes C4. [17]

6. Les métabolites secondaires présents chez l'ortie

6.1. Composés phénoliques d'ortie

Les acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques sont les principaux acides phénoliques présents dans la partie aérienne de la grande ortie.

Tableau 3 : Les principaux acides phénoliques identifiés chez *Urtica dioïca*. [17]

Type d'acide phénolique	Nomenclature
Acides hydroxybenzoïques	Acide p-hydroxybenzoïque
	Diocanol
	Acide gentisique
	Acide vanillique
	Acide protocatéchique
	Acide gallique
	Acide syringique
Acides hydroxycinnamiques	Acide chlorogénique
	Acide 2-O-caféoyl-malique
	Acide férulique
	Acide 2-O-caféylmalique
	Acide cinnamique

	Acide sinapique
	Acide p-coumarine
	Acide caféique

6.2. Les flavonoïdes

Les métabolites secondaires de l'ortie ont des propriétés pharmacologiques marquées. Les principaux flavonoïdes de l'ortie sont la quercétine, le kaempférol et la rutine. Ces 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. Ils ont également de nombreux effets sur l'organisme, comme l'inhibition de la peroxydation lipidique des mitochondries du foie et des cellules sanguines. Enfin, Les flavonoïdes ont des propriétés hypoglycémiantes, antibactériennes et antivirales.

La quercétine est la plus active des flavonoïdes. Elle a une forte action antioxydante et anti-inflammatoire. Elle est non seulement capable de diminuer l'incidence des tumeurs mammaires chez le rat mais elle a également une activité antitumorale vis-à-vis du cancer de la prostate. L'activité anti-ulcérogène de la quercétine a été également démontrée. [14]

7. Usage thérapeutique

7.1. Activité anti-inflammatoire

Des études scientifiques ont montré que l'ortie réduit les réponses inflammatoires grâce à de multiples mécanismes d'action, entraînant une diminution de la synthèse des médiateurs lipidiques et des cytokines pro-inflammatoires. En effet, les extraits de feuilles inhibent la biosynthèse des enzymes en cascade de l'acide arachidonique, en particulier les cyclooxygénases COX-1 et COX-2, bloquant ainsi la biosynthèse des prostaglandines et des thromboxanes. De plus, des effets inhibiteurs sur le système NF- κ B impliqué dans les réponses immunitaires, anti-apoptotique et inflammatoire ont été démontrés. De ce fait, Les effets anti-inflammatoires des feuilles d'ortie suggèrent qu'elle peut être utile dans les pathologies inflammatoires aiguës, mais aussi dans les pathologies chroniques, en l'occurrence la polyarthrite rhumatoïde. [14]

7.2. Activité antioxydante

Les extraits d'ortie neutralisent les espèces réactives de l'oxygène. La spectrophotométrie a été utilisée pour déterminer leur activité antiradicalaire envers l'anion superoxyde O₂⁻, le radical hydroxyle OH[•] et le radical oxyde nitrique NO. Les extraits de méthanol et d'éthanol des feuilles ont un fort effet antioxydant sur le radical 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH). La ferrozine, qui forme un chromophore rouge avec le fer résiduel (Fe (II)-ferrozine) ayant un maximum d'absorption à 562 nm, a été utilisée pour évaluer la chélation du fer ferreux. Les absorbances obtenues montrent que l'ortie possède une activité chélatrice importante vis-à-vis de l'ion ferreux. Cette activité anti-oxydante est corrélée essentiellement à la teneur de composés phénoliques.

7.3. Activité anti-allergique

Deux mécanismes sont responsables de l'activité antiallergique de l'ortie. En plus de s'opposer aux récepteurs histaminiques H₁, l'ortie empêche également la tryptase, ce qui réduit la dégranulation des mastocytes et la libération des cytokines pro-inflammatoires. Dans une étude clinique randomisée en double aveugle avec des patients souffrant de rhinite allergique, une semaine de traitement a entraîné une amélioration des symptômes. [14]

7.4. Activité antidiabétique

L'effet hypoglycémiant des extraits aqueux de feuilles d'ortie sur les rats diabétiques a été mis en évidence dans une étude menée pour évaluer l'activité antidiabétique in vivo. L'inhibition de l'absorption intestinale du glucose est la raison de ce résultat. Parallèlement, des recherches menées aux îles Langerhans ont démontré que l'ortie stimule la sécrétion d'insuline, entraînant une baisse du taux de sucre dans le sang. Ce résultat a été étayé par des études sur des rats normaux et diabétiques ayant reçu une injection intrapéritonéale d'extrait aqueux. [14]

7.5. Activité antifongique

Il a été démontré que l'extrait de racines d'ortie avait une activité antifongique et antimicrobienne et qu'il agissait en synergie avec la chitinase en inhibant la croissance fongique. In vitro, l'extrait de racines d'ortie a inhibé la croissance de plusieurs champignons pathogènes et saprophytes contenant de la chitine. [19]

8. Usages traditionnels de l'ortie

L'ortie était autrefois utilisée pour traiter les troubles du sommeil, la perte d'appétit, la fatigue, la rhinite allergique (rhume des foins), les pellicules et les piqûres d'insectes. En raison de sa riche teneur en sels minéraux, il entre souvent dans la composition de produits destinés à améliorer l'apparence des cheveux et des ongles. [14]



*Matériels et
Méthodes*



Partie
expérimentale

Ce chapitre se concentre sur les expériences réalisées dans cette étude ainsi que les matériaux et méthodes utilisés. Il englobe trois sections : la première qui se porte sur l'extraction des métabolites secondaires visés, la deuxième sur l'étude analytique de l'extrait obtenu et enfin l'étude thérapeutique.

1. Matériel**1 1. Matériel de laboratoire****• L'extraction par Hydrodistillation**

- Ballon de 2L

- Ballon de 4L

- Clevenger

- Epprouvettes

- Bécher

- Erlenmeyer

• Extraction par macération

- Béchers

- Broyeur

- Mortier et pilon

- Epprouvette

- Entonnoirs

- Erlenmeyers

- Ampoules à décanter

• Etude analytique

- Béchers

- Entonnoirs

- Erlenmeyers
- Cristalliseur
- Tubes à essai
- Fioles jaugées
- Pipettes graduées 1, 2 et 5ml
- Mini tubes à essai

1.2.Matrice végétal

1 2.1. Présentation du matériel végétal

Notre travail a été effectué sur l'espèce *Urtica dioïca* appelée communément *la grande ortie*. Le matériel végétal se constitue d'une partie aérienne et d'une partie racinaire. Nous avons focalisé notre étude sur la partie aérienne de celle-ci.



1.2.2. La récolte de la matière végétale

La plante d'*Urtica dioïca* a été récoltée en mois de mars 2023, au village d'Aït Abdelkrim dans la ville de Ouadhia (ou les Ouadhias) une Daïra située à 35Km au sud de la wilaya de Tizi-Ouzou (tableau 4), caractérisée par un climat typiquement méditerranéen. L'identification botanique de la plante a été réalisée par M^{me} SMAIL-SAADOUN N., Professeur à l'université Mouloud MAMMERI Faculté de biologie et d'Agronomie.



Figure 7 : a) La plante d'*Urtica dioïca* avant la récolte ; b) La plante récoltée
La situation et les coordonnées du site de récolte sont regroupées dans le tableau 2.2

Tableau 4 : Coordonnées géographiques du site de récolte

Région	Altitude	Latitude	Longitude
Aït Abdelkrim	750 m	36,57075° ou 36°34'15''	4,12666 ° ou 4°7'36'' est
Localisation dans la wilaya de Tizi-Ouzou	 Localisation de la commune dans la wilaya de Tizi Ouzou.	Localisation dans l'Algérie	 Géolocalisation sur la carte : Algérie Iwadhiyen

1.2.3. Prétraitement du matériel végétal

Les feuilles de la plante d'*Urtica dioïca* ont été séparées de la partie aérienne, lavées à l'eau du robinet pour éliminer toute poussière, séchées à température ambiante, à l'ombre, à l'air libre et à l'abri de l'humidité pour mieux conserver les molécules sensibles à leurs expositions et cela pendant la période de trois semaines (figure 8). Après que les feuilles soient bien séchées et afin d'éviter la moisissure de notre produit, elles ont été conservées avec grande attention dans des sacs en papier.



Figure 8 : a) Séparation des feuilles d'*Urtica dioïca* ; b) Séchage

2. Méthodes expérimentales

2.1. Hydrodistillation Clevenger des feuilles d'*Urtica dioïca*

Nous avons effectué une extraction par Hydrodistillation de type Clevenger sur des feuilles d'échantillon d'*Urtica dioïca* et cela pour voir si notre plante contient ou pas des huiles essentielles.

Une masse de 100g de MV d'*Urtica dioïca* broyée grossièrement au mortier, ensuite au broyeur puis immergée dans un ballon de 2L avec 1300ml d'eau distillée portés à ébullition jusqu'à l'épuisement total. Le même montage a été produit une deuxième fois et son circuit d'eau est branché au premier pour éviter tout gaspillage d'eau et cela afin d'avoir une quantité plus importante d'huile extraite à la fin. Après installation et fermeture du montage, la mise en marche de chauffe ballon est effectuée avec un réglage optimum du chauffage pour permettre une stabilité de l'extraction à une vitesse constante et bien maîtrisée. (Figure 9).



Figure 9 : a) MV d'*Urtica dioïca* broyée grossièrement ; b) Montage d'Hydrodistillation Clevenger.

Un autre montage d'Hydrodistillation Clevenger a été élaboré pour la première fois dans notre laboratoire au bain marie, avec un ballon de 4L visant à avoir une plus grande quantité d'extraction et est représenté dans la (figure 10). Une quantité de 200g de plante a été pesée et immergée dans le ballon et sa température est maîtrisée grâce aux réglages de l'appareil du bain-marie.



Figure 10 : Montage d'Hydrodistillation au bain-Marie.

Principe d'extraction : Une fois que le mélange est porté à ébullition, les vapeurs hétérogènes et chargées d'huiles essentielles arrivent dans le condenseur où elles vont se condenser sur sa surface froide. La durée totale de l'extraction est estimée à 3 h (jusqu'à ce qu'on obtienne plus d'HE). L'huile essentielle se distingue de l'hydrolat (eau aromatique) par sa différence de densité et de couleur. On la sépare de celui-ci par décantation. Une fois l'opération d'Hydrodistillation terminée, les huiles essentielles obtenues sont récupérées dans des flacons ambrés et pesées par la suite, ainsi que l'hydrolat.

2.2. Analyse qualitative des feuilles d'*Urtica dioïca*

2.2.1. Criblage phytochimique des feuilles d'*Urtica dioïca*

2 2.1.1. Procédure de macération à froid

Afin d'effectuer des tests phytochimiques primaires visant à identifier les composés chimiques présents dans notre plante, nous avons procédé à l'infusion des feuilles d'*Urtica dioïca*. Et ce, avec trois solvants différents de polarités décroissantes respectivement [1] : l'eau, l'éthanol et le cyclohexane.

L'ensemble des tests phytochimiques sont résumés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Protocoles des tests phytochimiques sur les feuilles d'*Urtica dioïca*

Les métabolites secondaires recherchés	Le mode expérimental	Les résultats attendus pour la présence des métabolites
Les saponosides	Dans un tube à essais, verser 10ml de chaque macérât. Agiter pendant 15s puis laisser au repos durant 15min. [3]	Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1cm indique la présence de saponosides. [3]
Les polyphénols	A 2ml de chaque macérât, ajouter une goutte de solution alcoolique de FeCl ₃ à 2%. [3]	Apparition d'une couleur bleu-noirâtre ou verte plus ou moins foncée est le signe de la présence des polyphénols. [3]
Les flavonoïdes	Réaction de cyanidine. 2ml de chaque extrait ont été évaporés et le résidu a été repris dans 5ml d'alcool chlorhydrique dilué 2 fois. En ajoutant 2 à 3 copeaux de Mg. Ensuite additionner 3 gouttes d'alcool iso-amylque. [4]	Dégagement de chaleur puis coloration rose-orangée ou violacée. Intensification de la coloration lors de l'ajout de l'alcool iso-amylque qui confirme la présence de flavonoïdes. [4]
Les stérols et terpènes	Réaction de Liebermann. A 5ml de chaque macérât ajouter 1ml d'anhydride acétique et 0,5 ml d'acide sulfurique concentré. [3]	Apparition à l'interphase d'un anneau pourpre ou violet, virant au bleu puis au vert indique la présence des stérols et des terpènes. [3]
Les alcaloïdes	Réactions de précipitation avec les réactifs de Mayer et Wagner. 1ml de chaque extrait est divisé en deux volumes égaux. Un volume est traité par 0,5ml de réactif de Mayer, l'autre par 0,5ml de réactif de Wagner. [5]	L'apparition d'un précipité blanc ou brun, respectivement révèle la présence des alcaloïdes. [5]
Les tannins	Ajouter 1ml à chaque extrait, 1ml d'eau et 2 gouttes de solution de FeCl ₃ à 10%. [4]	L'apparition d'une solution verte foncée ou bleue verte indique la présence des tannins. L'apparition d'une coloration verte foncée indique la présence des tannins catéchiques. L'apparition d'une coloration bleue verte indique la présence des tannins galliques. [4]

2.3. Analyse quantitative des feuilles d'*Urtica dioïca*

2.3.1. Préparation des extraits

2.3.1.1. Macération à chaud avec agitation

➤ **Extrait aqueux :**

Dans un bécher contenant une masse de 70g de feuilles d'*Urtica Dioïca* séchées et finement broyées, 800ml d'eau distillée sont ajoutées. Le tout est placé dans un bain thermostaté (alimenté avec de l'eau chauffée à 50°C), recouvert de papier en Aluminium (afin d'éliminer la perte de matière) et agité à l'aide d'un agitateur à hélices tournant à environ 600tr/min. La durée d'extraction était de 3h 30 min. Le montage est représenté par la figure 13.

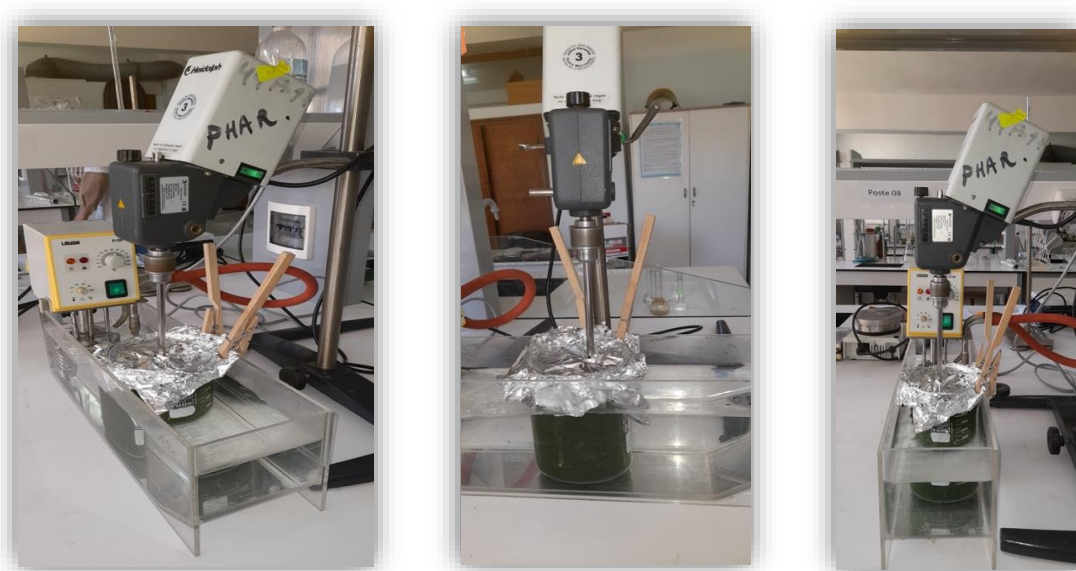


Figure 13 : Montage de macération à chaud avec agitation.

➤ **Extrait hydro-éthanolique**

L'extrait hydro-éthanolique a été préparé de la même manière et le même montage utilisés pour l'extrait aqueux en remplaçant les 800 ml d'eau par ce même volume d'un mélange eau distillée/éthanol (50/50 ; V/V).

2.3.1.1. La filtration

Après l'obtention des deux macérâts, on filtre grossièrement ces derniers d'abord avec une passoire, ensuite avec un papier filtre Whatman pour s'assurer d'avoir récupéré uniquement le macérât et éliminer tout le reste des feuilles (figure 14).

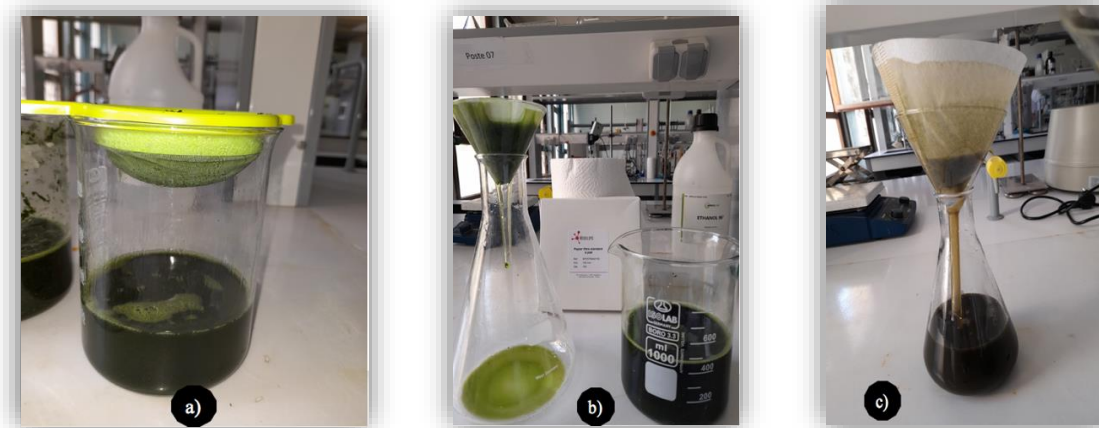


Figure 14 : a) Filtration primaire du macérât avec passoire ; b) Filtration secondaire avec filtre Whatman (extrait hydro-éthanolique) ; c) Filtration secondaire (extrait aqueux).

2.3.1.2. Traitement du macérât pour extraction des polyphénols

Afin d'extraire les composés visés par notre étude (les polyphénols), nous avons développé un protocole expérimental et cela en fonction de la sensibilité, des besoins spécifiques et des propriétés de ces composés.

Le protocole est le suivant :

- **Ajout de l'hexane :** c'est un solvant organique couramment utilisé pour extraire les lipides présents dans les plantes car ils y sont solubles. Il permet également d'éliminer certaines impuretés non lipidiques de l'extrait végétal agissant comme solvant sélectif tout en laissant les composés ciblés dans l'extrait [6].

On verse notre extrait dans une ampoule à décanter, on ajoute un volume de 150ml d'hexane, on laisse décanter pendant 30min. On récupère la phase aqueuse (en bas) et on élimine la phase hexanique (en haut). On répète cette étape trois (03) fois.

N.B : Il est important de noter que l'utilisation de solvants organiques, y compris l'hexane, doit être réalisée avec prudence en raison de leur toxicité et de leurs effets sur l'environnement.



Figure 15 : Traitement du macérât (hydro éthanolique) avec l'hexane

- **Centrifugation de la phase récupérée :** la centrifugation a été effectuée à l'aide d'une centrifugeuse de laboratoire à une vitesse de 6000tours/min pendant 15min (figure 16). Cela nous permet d'éliminer les particules solides telles que des débris cellulaires, des résidus de plante ou des précipités. Grâce à la centrifugation, les particules les plus lourdes sont précipitées au fond du tube de centrifugation. Le macérât est récupéré après centrifugation en se débarrassant du précipité séparé



Figure 16 : a) Préparation à la centrifugation ; b) L'extrait avant centrifugation ; c) Extrait après centrifugation ; d) Zoom sur la précipitation de l'extrait.

- **Élimination du solvant par rotation à la vapeur** : cette étape est appliquée pour l'extrait aqueux-éthanolique. A l'aide d'un évaporateur rotatif, on procède à l'évaporation du solvant (l'alcool éthylique) à une température contrôlée (78,293°C à pression atmosphérique normale) [7], ce qui accélère le processus d'évaporation (un processus qui permet la concentration de l'échantillon).



Figure 17 : Élimination du solvant à l'évaporateur rotatif.

- **Élimination de la chlorophylle** : la chlorophylle est un pigment responsable de la coloration verte des plantes [8]. Lors de l'extraction de composés spécifiques à partir d'un extrait végétal, la présence de chlorophylle peut interférer avec les analyses de l'extrait final. Donc on procède à l'éliminer pour ne pas fausser les résultats.

Pour faire cela, on ajoute 150ml de dichlorométhane à chacun des extraits et on fait une décantation. On élimine la phase dichlorométhanique (en bas) et on récupère la phase contenant notre extrait (en haut). On répète cette étape pour les deux extraits quatre (04) fois.

N.B : Les deux extraits ont été traités une deuxième fois pour éliminer la chlorophylle définitivement avec le chloroforme. Les mêmes étapes que l'opération précédente ont été respectées (figure 18)

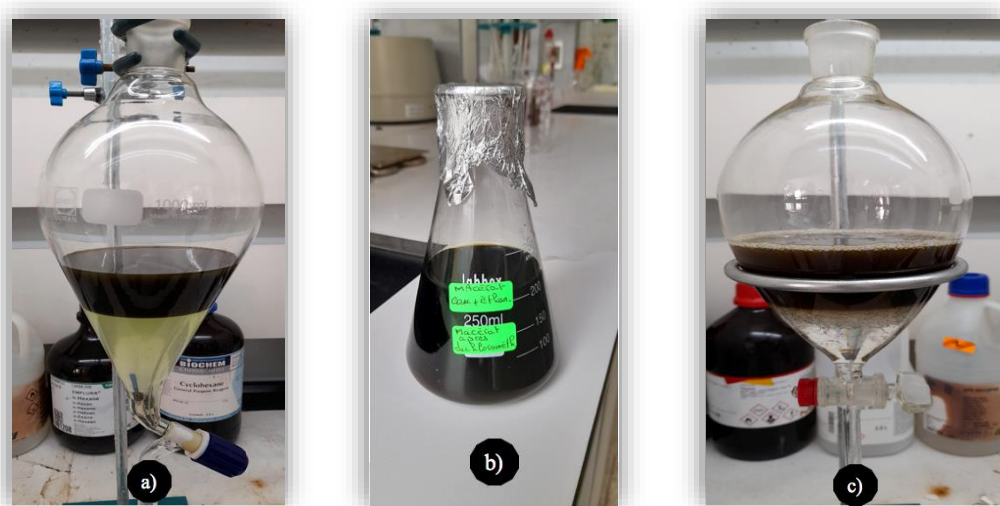


Figure 18 : a) Ajout du Dichlorométhane et décantation ; b) Macérât obtenu après traitement avec Dichlorométhane ; c) Ajout du chloroforme et décantation.

- **Séchage de l'extrait :** cette opération nous permet d'éliminer l'eau présente dans nos extraits végétaux, qui peut être un milieu propice à la dégradation des composés et cela, pour préserver les composés actifs présents dans l'extrait. Ça permettra également de préserver la solubilité de ces composés et d'augmenter la durée de leur conservation.

On a placé nos extraits (mis dans des cristallisoirs), chacun à son tour, dans une étuve à une température de 70°C et on a laissé sécher lentement. Une fois séchés, on récupère les extraits dans des flacons propres (après avoir calculé le rendement d'extraction), qu'on garde scellés et à l'abri de la lumière.

2.3.1.3. Calcul du rendement d'extraction des polyphénols

Le rendement de l'extraction est déterminé comme suit : c'est le rapport entre la masse de l'extrait final obtenu et la masse de la MV traitée. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule : $R (\%) = (M_E / M_{MV}) * 100$ [9].

Où :

R : rendement de l'extraction en %.

M_E : masse en grammes (g) de l'extrait final obtenu.

M_{MV} : masse en grammes (g) de la matière végétale traitée.

2.3.2. Dosage colorimétrique des métabolites secondaires

2.3.2.1. Détermination de la teneur en phénols totaux (TPT)

La teneur phénolique totale des extraits a été déterminée en utilisant le test Folin-Ciocalteu. 0,5 ml d'une solution méthanolique de l'extrait de plante est mélangé avec 2,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu à 10% dans des tubes à essai, agités automatiquement pendant 30s et laisser reposer 10min à 25°C. Ensuite, 2ml de carbonate de sodium anhydre à 7,5% sont ajoutées à la solution et agités à nouveau pendant 30s. Les tubes à essai sont ensuite incubés dans un bain marie à 40°C pendant 30min pour le développement de la couleur et l'absorbance à été mesurée à 765 nm contre un blanc préparé de la même manière que l'échantillon en remplaçant la quantité de la solution de la plante par le même volume du solvant (méthanol). Une courbe d'étalonnage a été réalisée avec une gamme de différentes concentrations de solutions méthanolique de l'acide Gallique en suivant ce même protocole expérimental. La teneur en polyphénols dans notre extrait a été exprimée en masse de polyphénols équivalents d'acide gallique (EAG) dans 1 g de l'extrait pur (mg EAG/g) [10].



Figure 19 : Dosage des composés phénolique sur les extraits contre le blanc.

2.3.2.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux (TFT)

L'estimation de la teneur totale en flavonoïdes de l'extrait végétal d'*Urtica dioïca* a été estimée en utilisant la méthode du trichlorure d'aluminium. A 1ml d'une solution méthanolique de notre extrait est ajouté 1ml de solution d' AlCl_3 (2% dans le méthanol). Après 10minutes de réaction, l'absorbance est lue à 415nm contre un blanc qui a été préparé pareil à celle de l'échantillon en remplaçant la quantité de la solution de la plante par le même volume du solvant (méthanol). La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la Quercétine et est exprimée en microgrammes d'équivalent de Quercétine par grammes d'extrait ($\mu\text{g EQ/g}$ d'extrait) [11].

2.3.2.3. Activité antioxydante (piégeage des radicaux DPPH)

La méthode de DPPH \cdot est basée sur la mesure spectrophotométrique de changement de la concentration du radical DPPH résultant de la réaction de DPPH \cdot avec un antioxydant. Au cours de la réaction, les antioxydants (donneurs de H) réagissent avec le DPPH \cdot , qui serait réduit au DPPH-H. Par conséquent, la couleur de la solution change allant du violet au jaune pâle ainsi l'absorbance diminue, en passant de la forme radicalaire DPPH \cdot à la forme DPPH-H. Le degré de décoloration indique le potentiel de l'activité antioxydante des extraits en termes de capacité de donneur d'hydrogène [12].

On fait dissoudre 1ml d'extrait de plante dans le méthanol est ajouter à 3,9ml de solution de DPPH fraîchement préparée. Nous avons fait Trois essai pour chacun des extraits. La réduction des radicaux a été mesurée après 45minutes d'incubation lorsque la réaction est presque terminée à 517nm [13]. La valeur IC₅₀ indique la concentration d'échantillon requise pour atteindre 50% des radicaux libres DPPH. L'acide ascorbique a été utilisé comme témoin.



Figure 20 : Tests du DPPH· avec un antioxydant (à gauche) face à l'acide ascorbique (à droite).

Le pourcentage d'inhibition est calculé par la formule suivante :

$$I \% = [(AC - AT) / AC] * 100.$$

Avec:

AC : Absorbance du contrôle (blanc).

AT : Absorbance du test effectué.

Pour l'**IC50** : IC50 ou concentration inhibitrice de 50% (aussi appelée EC50 pour Efficient Concentration 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH. Cette concentration est déterminée à partir des équations des régressions linéaires pour chaque fraction [14].

2.4. Evaluation de l'activité antibactérienne des feuilles d'*Urtica dioïca*

L'objectif de cette étude biologique est de déterminer lequel des extraits préparés avaient une activité inhibitrice sur les bactéries. L'évaluation de cette activité a été réalisée par la méthode de **diffusion de disque sur un milieu de gélose** [15].

➤ **Protocole :**

❖ **Préparation des solutions mères et des dilutions des extraits**

Les solutions utilisées par l'étude sont les suivantes :

- **Extrait aqueux :** deux solutions méthanoliques de concentrations de 300mg/ml et 150mg/ml.
- **Extrait hydro-éthanolique :** une solution méthanolique de 300mg/ml.

❖ **Préparation des cultures**

Les différentes espèces bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées à 37°C afin d'obtenir des colonies fraîches qui vont servir à la préparation de l'inoculum (Figure 21).

❖ Préparation de l'inoculum

A partir des cultures bactériennes, quelques colonies bien isolées et identiques ont été prélevées à l'aide d'une pipette pasteur scellée, cette dernière a été déchargée dans 9ml d'eau physiologique stérile (0,9%). La suspension bactérienne a été bien agitée. La turbidité de l'inoculum est ajustée à 0,5 Mc Farland (Figure 22).

❖ Préparation du milieu de culture

La gélose de Muller-Hinton prête à l'usage a été coulée dans des boîtes de Petri stériles. Les boîtes ont été séchées pendant 12h à température ambiante avant l'emploi (figure 21).

❖ L'ensemencement

Après l'ajustement de la turbidité de la suspension servant d'inoculum, nous avons trempé un écouvillon stérile dans la suspension. Ce dernier servit à étaler la surface entière de la gélose à trois reprises, de haut en bas et cela en stries serrées. Après chaque application, la boîte Petri a été retournée de 60° environ en vue d'assurer une distribution homogène de l'inoculum. Enfin, l'ensemencement s'est achevé en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose (Figure 23).

❖ Préparation des disques

Des disques de 9mm de diamètre stérilisés ont été imprégnés à raison de 20 µl d'extraits (le méthanol a été utilisé comme témoins négatif). A l'aide d'une pince stérile, les disques ont été déposés aseptiquement à la surface du milieu préalablement ensemencé. Les boîtes ont été incubées pendant 24h à 37°C (Figure 24).



Figure 21 : Préparation des cultures bactériennes et des milieux de cultures.



Figure 22 : Préparation de l'inoculum.

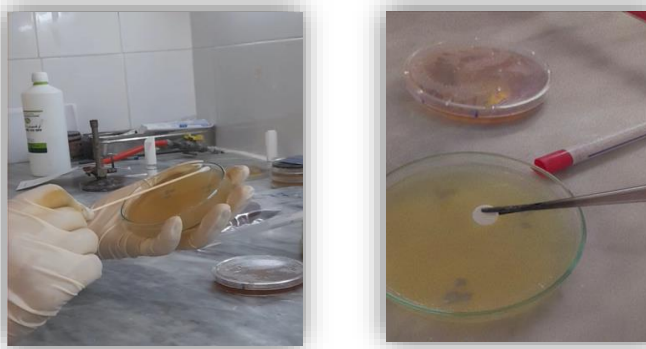


Figure 23 : Ensemencement et pose des disques.



Figure 24 : Résultat final d'une préparation prête à l'incubation.

❖ **Lecture des résultats**

Après incubation l'effet des extraits se traduit par l'apparition d'une zone d'inhibition circulaire transparente autour de disque correspondant à l'absence de la croissance

bactérienne. L'activité antibactérienne a été déterminée à l'aide d'une règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition, puis le diamètre de cette zone est grand plus la souche est sensible. La zone d'inhibition des souches vis-à-vis de l'extrait est interprétée selon Celikel et Kavas (2008).

Notre étude a commencé par l'utilisation de l'Hydrodistillation pour extraire l'HE, ensuite un examen phytochimique de la partie aérienne (feuilles) d'*Urtica dioïca* qui permet de déceler qualitativement les différentes familles des composés qui s'y trouvent. Ces tests sont suivis par une extraction des métabolites secondaires essentiels présents dans notre plante, puis une étude quantitative qui s'agit du dosage des polyphénols, des flavonoïdes. Enfin, une évaluation des extraits par le test de l'activité antioxydante par DPPH ainsi qu'une étude biologique antibactérienne sur ces extraits et voici les résultats de cette étude.

1. Etude qualitative

1.1. Extraction par Hydrodistillation Clevenger

Nous avons effectué une extraction par Hydrodistillation de type Clevenger sur des feuilles d'échantillon d'*Urtica dioïca* et cela pour voir si notre plante contient ou pas des huiles essentielles. Le rendement d'extraction (étant le rapport de la quantité de substances naturelles extraites par l'action extractive d'un solvant à la quantité de ces substances contenues dans la matière végétale multiplié par 100) est représenté dans le tableau 7 et les propriétés organoleptiques de l'essence obtenue sont citées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Les propriétés organoleptiques de l'HE d'*Urtica dioïca*

Aspect	Couleur	Odeur
Liquide mobile limpide	Jaune très pâle	Forte

Tableau 7 : Rendement en HE par l'Hydrodistillation

Quantité de plante d' <i>Urtica dioïca</i>	Durée d'extraction	Rendement d'extraction (en %)
200g	3h 30min	0,035

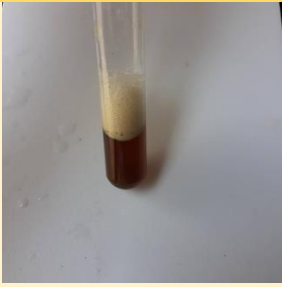

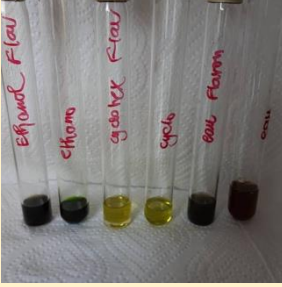
Le rendement obtenu par l'extraction de l'HE d'*Urtica dioïca* par HD est très faible, cela peut être dû à la région, au climat et à l'environnement naturel où la plante a été récoltée. Le rendement n'est que relatif et semble être lié aux propriétés génétiques de la plante ainsi qu'à l'origine géographique, aux conditions et à la durée de stockage, de la récolte et aussi des

conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée [1].

1.2. Le screening phytochimique

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existantes dans la plante par les réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques. Les résultats de ce criblage phytochimique révèlent la présence ou l'absence d'un groupe de métabolites secondaires contre l'échantillon témoin des macérâts, qui sont représentés dans le tableau 8 :

Tableau 8 : Résultats du criblage phytochimique préliminaire d'*Urtica dioica*

Le métabolite secondaire recherché	Résultat	Présence/ absence dans le matériel végétal
Saponosides		EE : - EC : - EA : +
Les polyphénols		EE : + EC : - EA : +
Les flavonoïdes		EE : + EC : - EA : +

<p>Les stérols et terpènes</p>		<p>EE : Stérols : + Terpènes : - EC : Stérols : - Terpènes : + EA : Stérols : - Terpènes : -</p>
<p>Les alcaloïdes</p>		<p>EE : - EC : - EA : +</p>
<p>Les tannins</p>		<p>EE : + (catéchiques) EC : - EA : + (galliques)</p>

EE : Extrait hydro-Ethanolique ; **EC** : Extrait Cyclohexanique ; **EA** : Extrait Aqueux.

Les résultats sont interprétés comme suit :

- (-) : Test négatif
- (+) : Test positif

A la suite des tests phytochimiques effectués sur les feuilles d'*Urtica dioïca*, nous avons montré une diversité d'intensité et d'hétérogénéité pour les métabolites secondaires produits par cette plante. Ces tests ont permis de mettre en évidence la présence ou pas de ces métabolites selon le solvant utilisé pour l'extraction.

✚ En ce qui concerne les saponines, leur présence a été mise en évidence dans l'extrait aqueux uniquement, car la mousse n'a pas dépassé 0,4mm pour l'extrait hydro-éthanolique et il n'y avait quasiment pas de formation de mousse lors de l'agitation de l'extrait cyclohexanique.

- ✚ Les polyphénols et les flavonoïdes sont présents dans l'extrait hydro-éthanolique et aqueux, mais absents dans l'extrait cyclohexanique.
- ✚ Les composés stéroïdes sont présents que dans l'extrait hydro-éthanolique et sont absents dans les deux extraits cyclohexanique et aqueux.
- ✚ La présence des composés terpéniques a été mise en évidence dans l'extrait cyclohexanique.
- ✚ En ce qui concerne les alcaloïdes, leur présence a été révélée dans l'extrait aqueux uniquement.
- ✚ Enfin, pour la recherche des tannins vrais, nous avons observé la présence des tannins catéchiques dans l'extrait hydro-éthanolique ; les tannins galliques dans l'extrait aqueux et absence de cette famille de composés dans l'extrait cyclohexanique.

En effet, le contenu des métabolites secondaires varie qualitativement et quantitativement d'une plante à une autre, cela peut être attribué à plusieurs facteurs : le patrimoine génétique, la période de la récolte et le stade de développement de la plante [1] et des facteurs climatiques et environnementaux : la zone géographique, sécheresse, agressions... etc. [2]. De plus, selon Cowan, au cours de l'extraction, les molécules phytochimiques sont réparties entre les solvants en fonction de leur polarité et leur solubilité [3].

Les analyses phytochimiques sur les extraits des végétaux est une étape préliminaire et d'une grande importance, puisqu'elle a révélé la présence des constituants connus par leur activités physiologiques et possédant des vertus médicinales. Les recherches effectuées sur nos trois extraits révèlent la présence d'importants métabolites secondaires comme les polyphénols.

1.3. Extraction par macération chaude des composés polyphénoliques

Nous avons procédé à faire deux extractions des composés polyphénoliques avec la méthode de macération à chaud avec agitation, où nous avons obtenu deux extraits en utilisant deux solvants qui sont l'eau et la combinaison eau-éthanol (50/50 V/V).

Le rendement en pourcentage de l'extraction est déterminé comme suit :

$$R (\%) = (M_E / M_{MV}) * 100.$$

Les rendements des deux extractions (figure 25) ainsi que leurs aspects physiques sont cités dans le tableau 9.

Tableau 9 : Rendements des différentes extractions effectuées et leurs aspects physiques

L'extrait	Hydro-éthanolique	Aqueux
le rendement (en %)	9,44	9,46
La couleur	Vert très foncé	Marron foncé
L'aspect	Pâte collante	Pâte collante

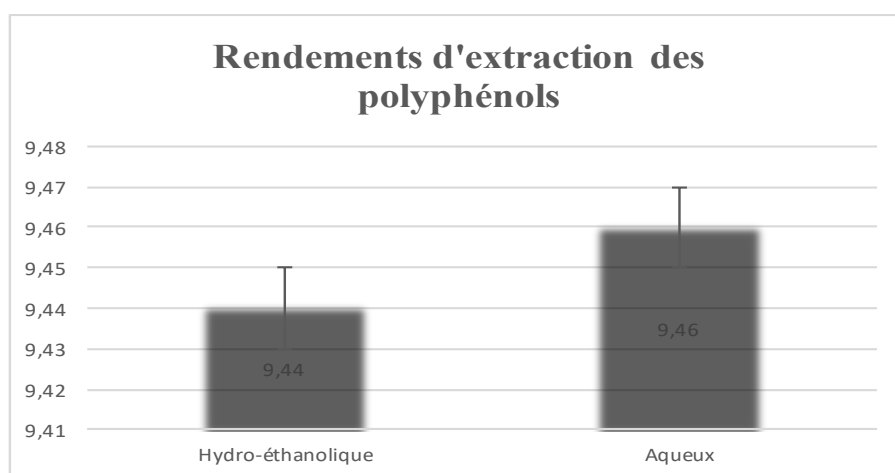


Figure 25 : Le rendement d'extraction en (%) des différents extraits d'*Urtica dioïca*.

Les résultats montrent que l'extrait aqueux représente le rendement le plus élevé (9,46%) que celui de l'eau-éthanol (9,44%). Les valeurs de rendement des extraits végétaux varient selon la nature du solvant et sa polarité ainsi que la quantité de matière sèche initialement utilisée. Encore une fois, le rendement n'est que relatif et semble être lié aux conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée.

La macération par deux solvants différents à polarité voisine, permet de séparer les composants qui se trouvent dans de notre plante selon leur degré de solubilité dans le solvant approprié.

La prolongation du temps d'extraction améliore, en principe, la solubilité des polyphénols en raison de la deuxième loi de diffusion de Fick qui prédit que l'équilibre d'extraction sera atteint après un certain temps [4]. En revanche, une extraction prolongée, peut induire des réactions indésirables telles que la dégradation enzymatique et l'oxydation des composés phénoliques, d'où une diminution du rendement en polyphénols [5] [6] [7]. Ainsi, le rendement d'extraction en polyphénols obtenu dans des travaux en 2015 sur la composition des feuilles d'*Urtica dioïca*, avec une macération pendant 24 h, est de 7.5% [8].

2. Etude quantitative

2.1. Dosage des métabolites secondaires

2.1.1. Détermination de la teneur en phénols totaux (TPT)

Le dosage des polyphénols est déterminé par la méthode de Folin-Ciocalteu [9] qu'est l'une des méthodes les plus anciennes conçue pour déterminer la teneur en polyphénols des plantes médicinales. L'acide gallique a été utilisé comme standard.

Après la préparation de la gamme des concentrations de l'acide gallique, la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 765 nm. Les absorbances obtenues sont représentées en fonction des concentrations, la courbe d'étalonnage réalisée montre la linéarité de la réponse du détecteur en fonction des différentes concentrations représentée dans le tableau 10.

Tableau 10 : Concentrations de l'acide gallique et les absorbances obtenues (moyenne de trois mesures).

Concentrations (µg/ml)	0	50	100	150	200	250	300
Absorbances	0	0,147	0,284	0,391	0,519	0,664	0,772

Les teneurs en phénols totaux de nos extraits sont exprimées en terme d'équivalent en milligrammes d'acide gallique par grammes de matière végétale (mg EAG/ g MV), par extrapolation sur la courbe d'étalonnage de l'acide gallique représentée dans la figure 26

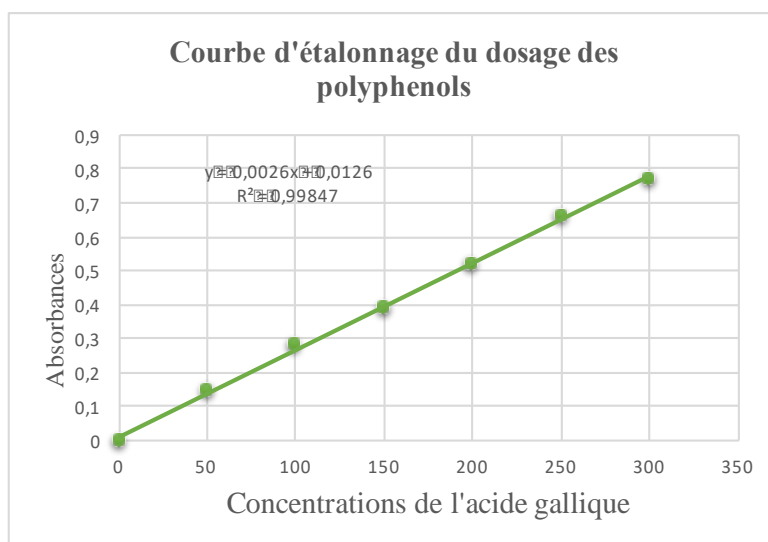


Figure 26 : La courbe d'étalonnage de la teneur des phénols totaux (TPT) des extraits d'*Urtica dioïca*

À partir de la courbe d'étalonnage, la concentration des composés phénoliques totaux des extraits est estimée par l'équation suivante : $Y = 0,0026x + 0,0126$; avec $R^2 = 0,99847$

Les résultats du dosage des composés phénoliques sont représentés dans le tableau 11 ; et la figure 27 représente une comparaison de la teneur en phénols totaux entre les deux extraits. La teneur en composés phénolique de chaque extrait de la plante est exprimée en milligramme équivalent en acide gallique par gramme de l'extrait (mg EAG /g MV).

Tableau 11 : Teneur en phénols totaux des extraits d'*Urtica dioïca*.

Extrait	Hydro-éthanolique	Aqueux
Teneur en phénols totaux	18,25 mg/g	18,75 mg/g

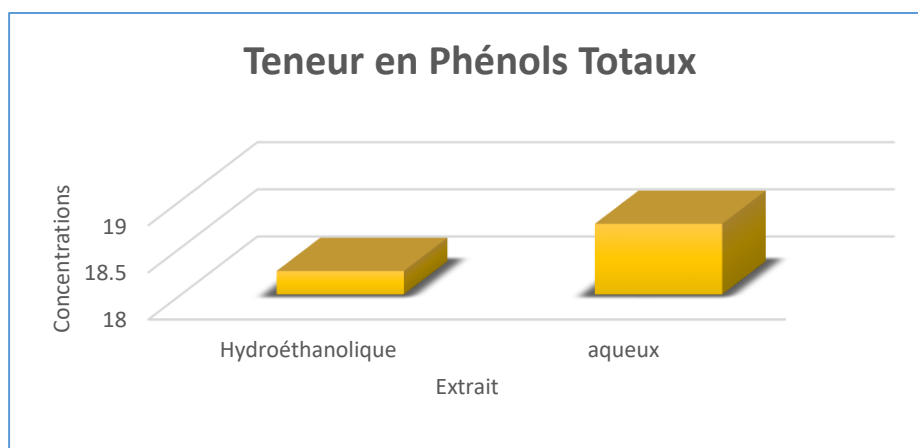


Figure 27 : La teneur des phénols totaux (TPT) dans les extraits d'*Urtica dioica*

L'extrait aqueux renferme la plus grande quantité de composé phénolique (18,75mg EAG /g MV) que l'extrait hydro-éthanolique (18,25 mg EAG /g MV). Nous pouvons conclure que l'eau est meilleur solvant que la combinaison éthanol-eau (50/50 ; V/V) pour extraire les composés phénoliques.

L'efficacité des solvants utilisés pour l'extraction des composés phénoliques à partir de la partie aérienne de la plante présente l'ordre croissant suivant : eau distillée > mélange eau-éthanol 50/50. La nature des solvants est l'un des principaux facteurs influençant l'efficacité de l'extraction des composés phénoliques des plantes [4].

Le profil polyphénolique des extraits de plantes peut varier sous l'influence de divers facteurs parmi lesquels la température et le solvant d'extraction [10]. Cependant, le contenu phénolique dans les extraits de la plante dépend également du type d'extrait, c'est à dire de la polarité du solvant utilisé dans l'extraction. La solubilité élevée des phénols dans les solvants polaires donne la concentration élevée de ces composés dans les extraits obtenus en utilisant les solvants polaires pour l'extraction [11].

2.1.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux (TFT)

Le dosage des flavonoïdes totaux des extraits de notre plante *Urtica dioica* est effectué par la méthode au trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) pour chaque extrait et a été rapportée à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la Quercétine (tableau 12).

Tableau 12 : Concentrations de la Quercétine et absorbances obtenues (moyenne de trois mesures).

Concentrations (mg/ml)	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1
Absorbances	0	0,131	0,21	0,301	0,421	0,514

Les résultats sont déterminés par extrapolation sur la droite d'étalonnage de Quercétine représentée dans la figure 28.

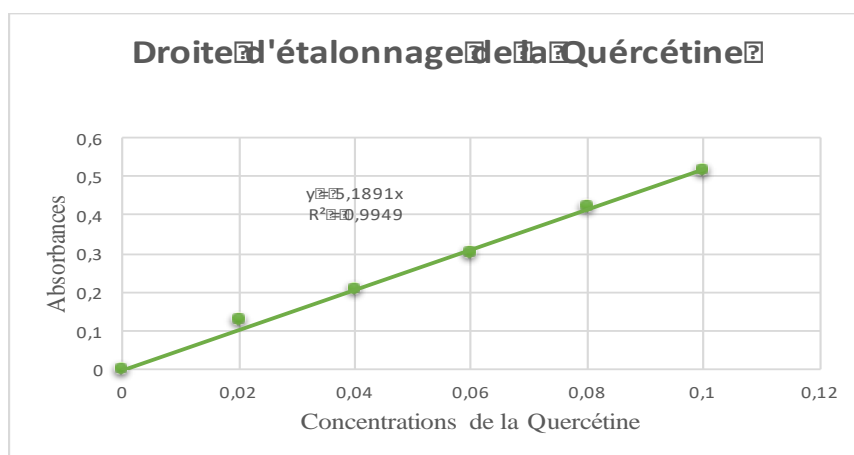


Figure 28 : La courbe d'étalonnage de détermination de la teneur des flavonoïdes totaux (TFT) des extraits d'*Urtica dioïca*

À partir de la courbe d'étalonnage, la teneur des flavonoïdes totaux des extraits est estimée par l'équation suivante : $Y = 5,1891x$; avec $R^2 = 0,9949$

Les résultats du dosage des flavonoïdes sont représentés dans le tableau 13. La teneur en flavonoïdes totaux est exprimée en milligrammes d'équivalent de Quercétine par grammes d'extrait (mg EQ/g d'extrait).

Tableau 13 : Teneurs en flavonoïdes totaux des extraits d'*Urtica dioïca*.

Extrait	Hydro-éthanolique	Aqueux
Teneur en flavonoïdes totaux	7,250 mg/g	9,575 mg/g

La figure 29 représente une comparaison de la teneur des flavonoïdes totaux entre l'extrait aqueux et l'extrait hydro-éthanolique de l'*Urtica dioïca*

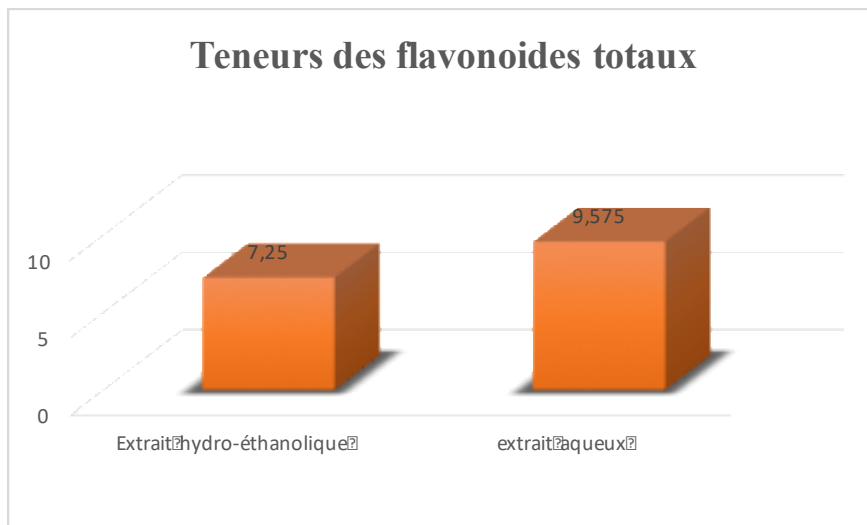


Figure 29 : La teneur des flavonoïdes totaux (TFT) dans les extraits d'*Urtica dioïca*

D'après les résultats du dosage, on constate que le taux en composés flavonoïdes dans l'extrait aqueux est supérieur à celui de l'extrait hydro-éthanolique (9,575 mg/g contre 7,250 mg/g respectivement). A partir de ces données, on peut déduire que les flavonoïdes représentent la fraction minoritaire par rapport aux phénols totaux dans les deux extraits. En 2012, une étude a rapporté une teneur en flavonoïdes de 20,29 mg EQ/g extrait dans feuilles d'*Urtica dioïca L.* en utilisant l'éthanol 80 % comme solvant d'extraction [12].

Ces résultats montrent principalement que les composés polyphénoliques ne sont pas abondants au niveau des fractions alcooliques ce qui revient probablement à la solubilité relative des polyphénols présents dans la plante étudiée [13]. En fait, la solubilité des polyphénols est conditionnée par le type de solvant utilisé [14].

2.2. Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH

L'activité antioxydante de l'extraits aqueux et hydro-éthanolique de l'*Urtica dioïca* et de l'antioxydant standard (acide ascorbique) vis-à-vis du radical DPPH à été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre, en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (forme radicalaire DPPH•) à la couleur jaune (forme réduite DPPH-H) mesurable à 517nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires [15].

La possibilité que l'extrait pouvait donner de l'hydrogène ou des électrons avait été mesurée en utilisant le radical stable (DPPH), qui peut accepter un électron ou un proton hydrogène et devenir une molécule diamagnétique stable [16-17]. Ainsi, une valeur faible d'IC₅₀ indique une activité antioxydante forte.

Les résultats obtenus (pourcentage d'inhibition I% calculé) pour l'acide ascorbique et les deux extraits de notre plante sont représentés dans les figures 30 et 31.

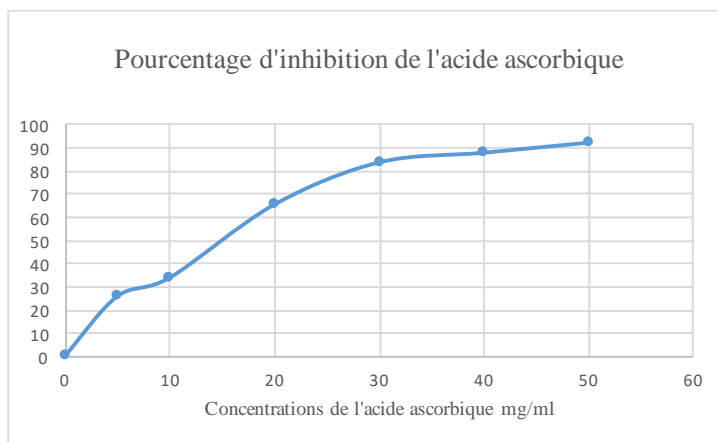


Figure 30 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'acide ascorbique.

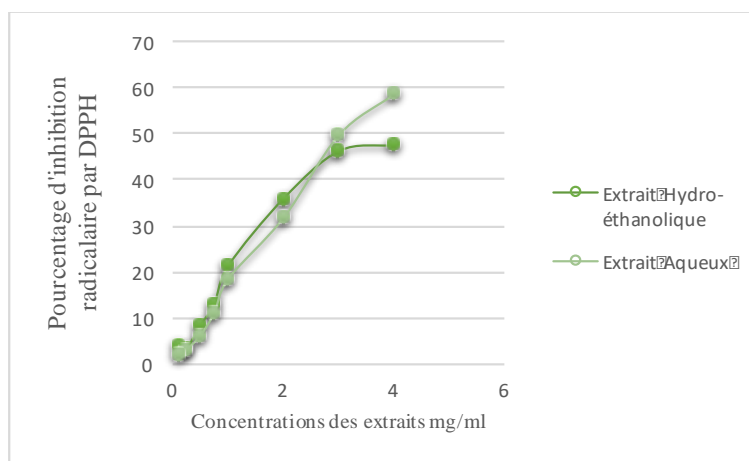


Figure 31 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations des extraits d'*Urtica dioïca*.

L'activité anti-radicalaire de nos extraits augmente avec l'augmentation des concentrations des échantillons allant de 0 à 4 mg/ml. Les résultats exprimés en tant que pourcentage de l'activité anti-radicalaire révèlent que les deux extraits testés aqueux et hydro-

éthanolique ont une activité antioxydante.

Les concentrations des échantillons des extraits nécessaires pour l'inhibition de 50% du DPPH radicalaire ont été calculées par régression linéaire des pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations des échantillons testés et les résultats sont représentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Activité antioxydante des extraits d'*Urtica dioïca* mesurées par la méthode DPPH et exprimées en IC₅₀.

Echantillons	IC ₅₀ (mg/ml)
Acide ascorbique	2,39
Extrait aqueux	3,24

Pour l'extrait hydro-éthanolique et malgré les différentes concentrations utilisées durant le test la valeur de l'IC₅₀ n'a pas pu être atteinte. La valeur maximale obtenue et la concentration inhibitrice est de 47,6% du radical libre DPPH•.

La comparaison des IC₅₀ par rapport au témoin (Acide ascorbique) montre que l'extrait aqueux possède l'activité antioxydante (avec 3,24 mg/ml). Cette valeur est faible par rapport au pouvoir anti radicalaire de l'acide ascorbique (avec 2,39) qui montre la grande efficacité de notre extrait aqueux à piéger le radical libre DPPH. Il convient de rappeler qu'il y a une relation inverse entre l'IC₅₀ d'une substance antioxydante et son activité anti-radicalaire.

Quant à l'extrait hydro-éthanolique, lui aussi a montré un grand pouvoir réducteur du radical DPPH• très proche à celui de l'extrait aqueux pour des pourcentages d'inhibition inférieurs à environ 46%.

Dans les travaux de Khare et al. (2012) [18], l'extrait hydro alcoolique d'*Urtica dioïca* a présenté une IC₅₀ de 88.33 ± 2.88 µg/ml ; alors que Dall' Acqua et al. (2008) [19] avaient rapporté une IC₅₀ de 419.1 ± 10 µg/ml pour l'extrait méthanolique de feuilles d'*Urtica dioïca*. De même Zekovic et al. (2017) [20], ont obtenus une IC₅₀ de 220 ± 0.02 µg/ml pour un extrait éthanolique d'ortie. Ces valeurs sont largement inférieures à celle obtenue dans notre étude, ce qui implique que le pouvoir antioxydant de leurs plantes est supérieur à celui trouvé dans

notre étude.

La différence d'efficacité d'*Urtica dioïca* dépend essentiellement de la région de cueillette et du stade physiologique de la plante [21] et de la méthode et/ou le solvant d'extraction.

3. Etude biologique

- **Activité antibactérienne**

La méthode d'aromatogramme (diffusion sur disque) est la méthode utilisée pour évaluer l'activité antibactérienne de notre extrait vis-à-vis des trois souches bactériennes à savoir *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Les résultats des aromatoigrammes des différents extraits d'ortie sont représentés dans la figure 32.



Figure 32 : Les résultats des aromatoigrammes des différents extraits d'ortie

L'activité antibactérienne contre le micro-organisme analysé a été évaluée en fonction de la présence ou l'absence de zones d'inhibition autour des disques. Le diamètre de ses derniers est estimé en mm.

L'ensemble des diamètres des zones d'inhibition sont représentés sur le tableau 15.

Tableau 15 : les diamètres des zones d'inhibition des bactéries pour chaque extrait d'*Urtica dioïca*.

Extrait Bactérie	Extrait aqueux dilué	Extrait aqueux concentré	Extrait éthanolique
<i>Staphylococcus aureus</i>	3 mm	0	6 mm
<i>Escherichia coli</i>	0	0	5 mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3 mm	4 mm	0

- Calcul du pourcentage de zones d'inhibition

Le pourcentage de zones d'inhibition est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\% \text{ de zones d'inhibition} = (D_0 / D_{\text{inb}}) * 100$$

D₀ : le diamètre du disque (6mm)

D_{inb} : le diamètre de zone d'inhibition

Les résultats sont représentés dans le tableau 16

Tableau 16 : Les pourcentages de zones d'inhibition des différentes bactéries en fonction de la concentration et du type d'extrait.

Bactérie	Extrait aqueux dilué	Extrait aqueux concentré	Extrait éthanolique
<i>Staphylococcus aureus</i>	50%	/	100%
<i>Escherichia coli</i>	/	/	83%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50%	66,66%	/

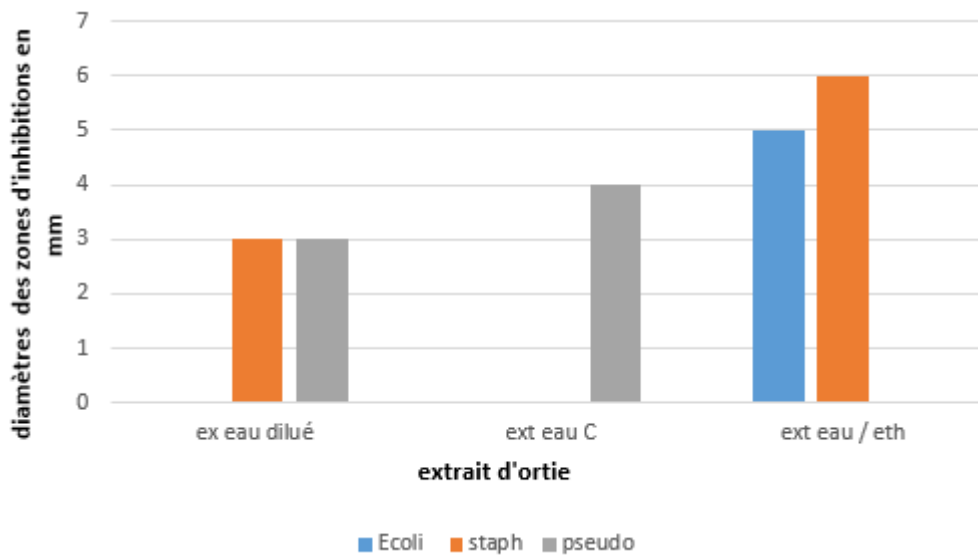


Figure 33 : représentation graphique des diamètres des zones d'inhibitions en (mm) Résultant de l'action d'extrait d'ortie

Après la mesure des diamètres des différentes souches vis-à-vis des extraits testés, nous constatons que l'efficacité de ces extraits diffère d'une bactérie à une autre.

- Les résultats sont satisfaisants notamment vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* ou nous avons constaté que la souche est sensible aux extraits eau/éthanol d'ortie et une sensibilité limitée aux extraits aqueux dilué d'ortie et une résistance aux extraits aqueux concentré.
- La bactérie *Escherichia coli* a montré une sensibilité aux extraits eau /éthanol et une résistance aux extraits aqueux dilué et concentré
 - La bactérie *Pseudomonas aeruginosa* possède une faible sensibilité aux extraits aqueux dilués et concentré et une résistance aux extraits eau/éthanol.

On peut déduire que l'activité antibactérienne des extraits est variable d'une étude à une autre. Ceci peut être justifié par l'influence de plusieurs paramètres tel que :

- La méthode utilisée pour l'évaluation de l'activité antibactérienne ;
- La charge du disque ;
- La concentration des extraits ;

- Le solvant utilisé pour l'extraction ;
- La sensibilité des souches testées ;
- La partie de la plante utilisée.

La résistance des souches bactériennes peut être attribuée à la capacité de l'agent antibactérien de diffuser uniformément dans la gélose et aussi la charge du disque par l'agent antibactérien.

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales resteront toujours une source fiable de principes actifs d'intérêt thérapeutique, Face à la phobie de synthèse chimique, leur utilisation est en progression constante.

Selon une enquête ethnopharmacologique menée par plusieurs chercheurs sur les plantes médicinales, l'ortie est l'une des plantes les moins utilisées dans la médecine alternative algérienne. Le but de cette étude est de promouvoir cette espèce en évaluant sa composition phytochimique et son intérêt pour ses multiples effets thérapeutiques.

Dans un premier volet de ce travail, nous avons procédé au criblage phytochimique des différents extraits de la plante qui a révélé la présence de plusieurs catégories de métabolites secondaire dans la partie aérienne.

Dans un deuxième volet, nous avons mis en évidence et évalué quelques propriétés de ces extraits, la teneur des phénols totaux, adaptant par le test Folin-Ciocalteu. En parallèle, la quantification des flavonoïdes a été effectuée par la méthode du trichlorure d'aluminium

Dans le troisième volet, nous avons mis en évidence et évalué quelques propriétés biologiques de ces extraits à savoir l'activité antioxydante par la méthode de piégeage du radicale DPPH et l'activité antibactérienne par la méthode aromatogramme.

Ces résultats confirment que l'ortie présente une bonne activité antioxydante, ce qui support son usage traditionnel dans le traitement des maladies connu.

Pour une plante abondante comme l'ortie, ces recherches n'ont pas suffi à découvrir pleinement tous les principes actifs et leurs effets spécifiques. Par conséquent, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour utiliser cette plante plus efficacement pour traiter diverses maladies sans les effets secondaires associés aux médicaments synthétisés.

En perspective, il serait fort intéressant d'approfondir les études par une expérience In vivo et de s'en assurer de l'innocuité totale chez un modèle animal de choix, à même capable de vérifier les autres propriétés biologiques des autres types d'extraits à savoir les extraits par les solvants organiques.

Références bibliographiques



Introduction

[1] **Ait haj said A., Sbai el otmani I., Derfoufi S.**, 2016. Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioica L.*) », *Hegel*, (N° 3), p. 280-292. DOI : 10.3917/heg.063.0280.

[2] **Baker J.T., Borris R.P., Carté B., Cordell G.A., Soejarto D.D., Cragg G.M., Gupta M.P., Iwu M., Madulid D., Tyler V.**, 1995. Natural product drug discovery and development: new perspectives on international collaboration. *J Nat Prod*; 58(9):1325-57.

[3] **Tona L., Kambo K., Ngimbi N., Cimanga K., Vlienck A.**, 1998. Antiamoebic and phytochemical screening of some Congolese medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology* 61 57–65.

Synthèse bibliographique

[1] **Forey P.**, 1989. Plantes médicinales. *Food Chem*, vol. 164, no. 1433, pp. 63–69,

[2] **Chabrier JY.**, 2010. Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie Thèse de doctorat université henri poincare - nancy 1

[3] **Eto B.**, 2013. La phytothérapie, de l'utilisation traditionnelle aux dosages modernes des phytomédicaments. *Phytotherapie Europeenne*.

[4] **Leybros J.**, 1990. Extraction solide-liquide aspects théoriques. *Techniques de l'ingénieur, traité Génie des procédés*

[5] **Sacchi K.**, 2005. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 56, 197-206

[6] <https://ecosociosystemes.fr/definitions/metabolisme-secondaire>

[7] **Obame engonga L.**, 2009. Etude Phytochimique, Activités Antimicrobiennes et Antioxydantes de Quelques Plantes Aromatiques et Médicinales Africaines université de ouagadougou Unité de Formation et de Recherche Sciences de la Vie et de la Terre

[8] **Bouaziz A.**, 2022. Identification des métabolites secondaires des plantes université pierre et marie curie – paris 6

[9] https://www.saveurs-cbd.fr/smartblog/26_que-sont-les-flavonoides-et-queelles-sont-leur.html

[10] **Bentahar A.**, 2017. L'ulcère gastroduodéal à *Helicobacter pylori* : Aspects épidémiologique et phytothérapeutique traditionnel en Nord-Est Algérien. Université Ferhat Abbas Sétif1

Références bibliographiques

- [11] **Masumbuko M.**, 1996. Screening phytochimique. Institut supérieur pédagogique de Bukavu
- [12] **Ben Abdellah R.**, 2019. Evaluation in Vitro De L'Activite Antibacterienne Et Antifongique De Quatre Espèces Algales Marines in Vitro Evaluation of the Antibacterial and Antifungal Activities of Marine Alga. *Artic. Orig.*, pp. 38–44, 2019
- [13] **Ghedira K.**, 2009. *Urtica dioica* L., *Urtica urens* and/or hybrids (Urticaceae). *Phytotherapie*, vol. 7, no. 5. Springer-Verlag France, pp. 279–285
- [14] **Ait hadj said A.**, 2016. Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.). *Hegel*, vol. N° 3, no. 3, pp. 280–292
- [15] **Rohan V.**, 2021. La Grande Ortie (*Urtica dioica*)
- [16] **Rousseau C.**, 1997. Etude comparative de l'ortie dioïque : *Urtica dioica* L. et du lamier blanc : *lamium album* L., université de limoges faculté des sciences
- [17] **Belabbas M.**, 2020, Composition chimique et propriétés biologiques des polyphénols de l'ortie (*Urtica dioica* L.) universite abdelhamid ibn badis mostaganem
- [18] **Rousse A.**, 2021. Les bienfaits des racines d'orties Bio en complément alimentaire
- [19] **Francine D.**, 2005. L'ortie dioïque (*urtica dioica* L.) universite henri poincare nancy 1

Matériels et méthodes

- [1] <https://www.lachimie.fr/analytique/chromatographie/HPLC/solvant-HPLC.php>
- [2] **Daoudi A., Sabiri M., Bammo 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. ISSN 1997-5902.
- [3] **Kadja, B., Zirihi, G. N., Traoré, D., Aké-assi, L.**, 2009. Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). In *Article original Sci. Nat* (Vol. 6).
- [4] **EL-Haoud H., Boufellous M., Berran A., Tazougart H. et Bengueddour R.**, 2018. Screening Phytochimique D'une Plante Medicinale: *Mentha Spicata* L. *Am. J. innov. res. appl. sci*; 7(4): 226-233.

Références bibliographiques

- [5] Douhou N., Yamni K., Tahrouch S., Idrissihassani I M., Badoc A., Gmira N., 2003. Screening phytochimique d'une endémique ibero-marocaine Thymelaealythroïdes; Bull soc. pharm. Bordeaux. 142 : 61-78
- [6] Bégin D., Gérin M., 2002. Les grandes familles des solvants organiques. Utilisations et aspects physico-chimiques. Edition Masson.
- [7] Mahmoudi S., Khali M. et Mahmoudi N., 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.), Algérie. Revue Nature et Technologie, Volume 5, Numéro 2, Pages 35-40
- [8] <https://www.nature-et-forme.com/page/dossier/la-chlorophylle>
- [9] Belabbas M., 2020. Composition chimique et activités biologiques des polyphénols de l'ortie (*Urtica dioica* L). Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Univ. Mostaganem.
- [10] Chaudary MK., Misra A., Tripath D., 2020. Activité anti-urolithiatique in vitro et quantification HPLC simultanée de la berbérine et de la palatine dans un extrait standardisé de *Thalictrum foliolosum* DC. Division de pharmacognosie, CSIR-Institut national de recherche botanique, Lucknow UP 226001, Inde.
- [11] Talbi H., Boumaza A., El-mostafa K., Talbi J., Hilali A., 2014. Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. (Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa* L.). Mater. Environ. Sci. 6 (4). 2015. 1111-1117. ISSN : 2028-2508. CODEN : JMESCN.
- [12] <http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/antioxydant-dpph/principe>
- [13] Yang J., Guo J., Yuan J., 2008. In vitro antioxidant properties of rutin. LWT 41: 1060–1066.
- [14] El-haci IA., Atik bekkara F., 2016. Estimation du pouvoir antioxydant des différents extraits organiques d'*ecballium elaterium* (L.) Laboratoire de Produits naturels, Département de Biologie moléculaire et cellulaire, BP 119, Université Abou Bekr Belkaïd (Tlemcen - Algérie).
- [15] Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine E., Ibjibjen J., Nassiri L., 2015. Valorisation du lentisque « *Pistacia lentiscus* L. »: Etude ethnobotanique, screening

phytochimique et pouvoir antibactérien. Journal of applied biosciences, 86 : 7966-7975.

Résultats et interprétations

[1] **Lee K.W., Kim Y.J., Lee, H.J., Lee C.Y.**, 2003. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. Food chemistry, 51: 7292-7295.

[2] **Miliauskas G. et Venskutonis R. et van Beek T.**, 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plants. Food Chemistry. 85. 231-237. 10.1016/j.foodchem.2003.05.007.

[3] **Cowan M.**, 1999. Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews 12 :564-582

[4] **Silva E.M., Rogez H., Larondelle Y.**, 2007. Optimization of extraction of phenolics from *Inga edulis* leaves using response surface methodology. Separation and Purification Technology; 55: 381-387.

[5] **Stevigny C., Rolle L., Valentini N., Zeppal G.**, 2007. Optimization of extraction of phenolic content from hazelnut shell using response surface methodology. J. Sci. Food Agric. 87, 2817–2822.

[6] **Khoddami A., Wilkes M., Roberts T.**, 2013. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. Molecules, 18: 2328-2375.

[7] **Robards K.**, 2003. Strategies for the determination of bioactive phenols in plants, fruit and vegetables. J. Chromatogr. A 1000, 657–691.

[8] **Sidaoui F., BelghithIgueld S., Barth D., Trabelsi A., Yadi M., Cherif JK.**, 2015. Study of Tunisian nettle leaves (*Urtica dioica* L.): mineral composition and antioxidant capacity of their extracts obtained by maceration and supercritical fluid extraction. Ijppr. 7:707–713.

[9] **Slinkard K. et Singleton VL.**, 1977. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. Am. J. Enol. Viticult. 28: 49-55

[10] **Santos S., Villaverde JJ., Sousa A., Coelho J., Neto C., Silvestre A.**, 2013. Phenolic composition and antioxidant activity of industrial cork by-products. Industrial Crops and

Références bibliographiques

Products, Volume 47, Pages 262-269, ISSN 0926-6690,

[11] **Abdallah, N., Laraba I., Ducos C., Barreau C., Zouaoui B., Boureghda H.**, 2019. Occurrence of Fusarium head blight and Fusarium crown rot in Algerian wheat: identification of associated species and assessment of aggressiveness. *European Journal of Plant Pathology*. 154. 10.1007/s10658-019-01673-7.

[12] **Kukric Z.Z., Topalic-Trivunovic L.N., Kukavica B.M., Matos S.B., Pavicic S.S., Broja M.M., Savic A.V.**, 2012. Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L), 43 : 257-272.

[13] **Daoudi A., Sabiri M., Bammo 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. ISSN 1997-5902.

[14] **Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C.**, 2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies* 331 : 372-379

[15] **Majhenic L., Kerget M.S., Knez Z.**, 2007. Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemistry*. 104 1258–1268.

[16] **Maaroufi L., SazzadHossain M., Tahri W., Landoulsi A.**, 2017. New insights of Nettle (*Urtica urens*): Antioxidant and antimicrobial activities. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(4): 73-86.

[17] **Manouze H., Bouchatta O., Gadhi A., Bennis M., Sokar Z., Ba-M'hamed S.**, 2017. Anti-inflammatory, Antinociceptive, and Antioxidant Activities of Methanol and Aqueous Extracts of *Anacyclus pyrethrum* Roots. *Front Pharmacol*, 5,8 :598.

[18] **Khare V., Kushwaha P., Verma S., Gupta A., Srivastava S., Rawat A.**, 2012. Pharmacognostic Evaluation and Antioxidant Activity of *Urtica dioica* L., *Chinese Medicine*, 3, 128-135. Doi :10.4236/cm.2012.33021

[19] **Dall'acqua S., Cervellati R., Loi M., Innocenti G.**, 2008. Evaluation of in vitro antioxidant properties of some traditional Sardinian medicinal plants: Investigation of the high antioxidant capacity of *Rubus ulmifolius*. *Food Chem*. 106 : 745–749

Références bibliographiques

[20] Zekovic Z., Cvetanovic A., Svarc-Gajic J., Grojanovic S., Suznjevic D., Maskovic P., Savic S., Radojkovic M., Durovic S., 2017. Chemical and biological screening of stinging nettle leaves extracts obtained by modern extraction techniques. *Industrial Crops & Products*; 108: 423-430.

[21] Monfared M., Kamkar A., Khaligh S., Javan A., Asadi F., Basti A. A., 2011. Antioxidative effects of Iranian *Urticadioica*L. extracts on the oxidation of sunflower oil. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(18): 4438-4445.

Annexes

Dictons et proverbes (Bertrand 2010 ; Tissier 2011 ; Delvaille 2013)

- « **Etre sur des orties** » signifie ne pas être à l'aise.
- « **Je m'en vais lui mettre l'ortie et l'aiguillon dessous le flanc** » signifie que je vais lui donner du fil à retordre.
- « **Bon à jeter aux orties** » signifie d'un objet qu'il n'est d'aucune utilité ou qu'il ne sert plus à rien.
- « **Jeter le froc aux orties** » signifie renoncer à l'état monacal.
- « **Gracieux comme une poignée d'ortie** » en référence à une personne peu aimable, désagréable.
- « **Le mal de l'Ortie** » diagnostique une éruption d'urticaire.
- « **Le jus d'ortie** » désigne un vin de mauvaise qualité.
- « **Sur quelles touffes d'Ortie a-t-elle marché pour me traiter de la sorte ?** » se rapproche de l'expression « Quelle mouche l'a piquée? »
- « **Le jardin aux orties** » désigne le cimetière.
- « **Il ne faut pas pousser mémé dans les orties** » signifie qu'il ne faut pas dépasser les bornes.
- « **Si vous dormez sur les roses pendant votre jeunesse, vous dormirez sur les orties quand vous serez vieux.** » (Proverbe serbe).
- « **L'amour est un jardin fleuri et le mariage un champ d'orties** » (Proverbe finlandais).
- « **La foudre ne tombe pas sur l'ortie** » (Proverbe serbe)
- « **Qui jette des orties chez son voisin les verra pousser dans son jardin** » (Proverbe russe).

Résumé

Urtica Dioïca L. connue sous le nom vernaculaire «Horaig» est une plante médicinale de la famille des urticacées, qui pousse dans la région méditerranéenne et largement utilisée en médecine traditionnelle. Le but de la présente étude est d'évaluer l'effet de la nature du solvant d'extraction : l'éthanol et l'hexane, ainsi que la méthode d'extraction : macération sur le rendement, teneur des substances bioactives (polyphénols et flavonoïdes) et sur l'estimation de l'activité antioxydante de la partie aérienne de l'ortie récoltée dans la région des Ouadhias Wilaya de Tizi-Ouzou. Deux extraits ont été préparés, à partir de la partie aérienne de cette plante, deux solvants (eau et mélange eau-éthanol 50:50 v/v) avec une nouvelle méthode (macération à chaud avec agitation) pour l'extraction des substances polyphénoliques ont été testées sur la plante, ainsi que le calcul des teneurs en ces composés-là. Des études sur l'activité antioxydante et biologique ont également été effectuées sur les extraits obtenus pour déterminer l'efficacité de *l'Urtica Dioïca* vis-à-vis des agents oxydants et des microorganismes bactériens. Les résultats obtenus montrent que le solvant d'extraction et la méthode d'extraction affectent remarquablement les rendements et la teneur en métabolite secondaire ainsi que, l'activité antioxydante et antibactérienne. Le meilleur rendement a été acquis avec l'eau comme solvant d'extraction de 9,46%. Pareillement, l'eau est le plus efficace pour l'extraction des composés phénoliques (18,75 mg/g), ainsi que, pour les flavonoïdes (9,575 mg/g). L'évaluation du pouvoir antioxydant qui a été réalisée en utilisant la méthode du piégeage du radical libre DPPH et a montré une bonne activité antioxydante à 59,8% à la concentration 3,24 mg/ml. L'extrait aqueux est doté du pouvoir réducteur le plus élevé que les autres extraits. Cette étude démontre que la plante étudiée possède des activités antioxydante considérables. Ces résultats peuvent être comme point de départ pour des applications de cette plante en prévention de diverses maladies.

Mots clés : *Urtica Dioïca* L., polyphénols, activité antioxydante, activité antibactérienne

Abstract

Urtica Dioïca L. known by the vernacular name "Horaig" is a medicinal plant of the Urticaceae family, which grows in the Mediterranean region and widely used in traditional medicine. The aim of the present study is to evaluate the effect of the nature of the extraction solvent: ethanol and hexane, as well as the extraction method: maceration on the yield, content of bioactive substances, the polyphenols, and flavonoids) and on the estimation of the antioxidant activity of the aerial part of the nettle harvested in the region of Ouadhias Wilaya of Tizi-Ouzou. In this work, two extracts were prepared, from the aerial part of this plant, two solvents (water and water-ethanol mixture 50:50 v/v) with a new method (hot maceration with stirring) for the extraction of polyphenolic substances were tested on the plant, as well as the calculation of the contents of these compounds. Studies on antioxidant and biological activity were also carried out on the extracts obtained to determine the effectiveness of *Urtica Dioïca* with respect to oxidizing agents and bacterial microorganisms. The results obtained show that the extraction solvent and the extraction method remarkably affect the yields and the secondary metabolite content as well as the antioxidant and antibacterial activity. The best yield was acquired with water as extraction solvent of 9.46%. Likewise, water is the most effective for the extraction of phenolic compounds (18.75 mg/g), as well as for flavonoids (9.575 mg/g). The evaluation of the antioxidant power which was carried out using the DPPH free radical scavenging method and showed good antioxidant activity at 59.8% at the concentration of 3.24 mg/ml. The aqueous extract is endowed with the highest reductive power than other extracts. This study demonstrates that the plant studied has considerable antioxidant activities. These results can be a starting point for applications of this plant in the prevention of various diseases.

Keywords: *Urtica Dioïca* L., polyphenols, antioxidant activity, antibacterial activity.