



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة مtentouri
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : biologie végétale

قسم : بиология النبات

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques / Biotechnologies / Écologie et Environnement

Spécialité : Biologie et physiologie végétale de la reproduction

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Etude phytochimique des feuilles d'ortie

D'Urtica dioica L.

Présenté par : Hallel Darine

Le : 25/06/2024

Bouhidel Aya Abir

Jury d'évaluation :

Président : Pr Chibani Salih (Grade A- U Constantine 1 Frères Mentouri)

Encadrant : Dr Zeghbidi Nassim Lotfi (Grade B- U Constantine1 frères Mentouri).

Examinateur(s) : Dr Chaabna Naila (Grade B - U Constantine 1Frères Mentouri).

**Année universitaire
2024 – 2025**

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Monsieur **ZEGHBID Nassim Lotfi**, professeur à l'Université Salah Boubnider - Constantine 3, pour son encadrement bienveillant, sa disponibilité constante, ses conseils éclairés et son accompagnement tout au long de ce travail. Sa rigueur scientifique et ses remarques constructives ont été d'une grande importance dans l'aboutissement de ce mémoire.

Nous remercions également Monsieur **CHIBANI Salih**, professeur à l'Université Frères Mentouri - Constantine 1, président du jury, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de juger ce travail.

Nos sincères remerciements vont aussi à Mademoiselle **CHAABNA Naila**, professeure à l'Université Frères Mentouri - Constantine 1, qui a accepté d'examiner ce travail. Nous lui sommes très reconnaissants pour et le temps qu'elle a consacré à l'évaluation de ce mémoire.

Nous exprimons notre profonde gratitude à **Mme Chafika**, ingénieure au laboratoire de biochimie, pour leur disponibilité, leur modestie et leur générosité. Nos remerciements s'adressent également à **Mme Siham Djéberi**, chimiste et responsable du laboratoire de chimie à l'ENSB, pour son accompagnement précieux et sa bienveillance constante.

A la fin nos remerciements vont à tous personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je veux adresser toute ma gratitude à mon encadreur monsieur Zeghbidd Nassim lotfi pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses conseils judicieux qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

A mes chers parents :

Cher papa Abdelouahab et chère maman sonia qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, à me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mon frères aymen et ma sœur nounou et son mari midou, pour leurs amours, leurs conseils ainsi que leurs soutiens inconditionnel, à la fois moral et économique qui m'a permis de réaliser des études que je voulais et par conséquent ce travail.

A ma cousine amel qui m'a aidée et supportée dans les moments difficiles.

A mes amies qui m'ont soutenue dans les moments les plus sombres, qui ont été mes piliers, ma force

Je dédie ce travail à toutes personnes qui y ont contribué, à celles qui ont été présentes au long du chemin, et à chaque être cher à mon cœur ♡

Darine

Dédicaces

Avant tout, je rends grâce à Dieu Tout-Puissant, source de toute sagesse et de toute patience, pour m'avoir donné la force et la patience et la persévérance nécessaire pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma famille, véritable pilier de ma vie.

À mes parents, source de force et d'inspiration ;

À mes anges gardiens sur cette terre ; mes chères mamans **Meriem** et **Assia**, et à mes chers papas **Yaçine** et **Zoubir**, merci du fond du cœur pour votre amour inconditionnel, vos sacrifices et votre soutien sans faille. Votre présence à mes côtés a été ma plus grande source de force et de motivation. Vous avez toujours cru en moi, même quand moi-même j'en doutais. Que Dieu vous préserve et vous récompense pour tout ce que vous avez fait pour moi. Je vous dois ce succès, comme tant d'autres.

À mes chers frères et sœurs ;

Un merci tout particulier de tout cœur à mes frères **Zaki**, **Chaouki** et **Ramzi** pour leur soutien, leur affection, leur énergie, leur humour et leur présence rassurante à mes côtés, et à mes sœurs **Asma** et **Maria** pour leur tendresse, leur encouragement, leur écoute, leurs mots toujours réconfortants et leur rôle si important dans ma vie.

À mes chers cousines et copines ;

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à mes chères amies **Ghada**, **Nada** et **Hala**. Et à toutes ma famille sans exception.

Enfin, je tiens à remercier **Monsieur ZEGHBID**, mon encadreur, pour son accompagnement précieux tout au long de ce travail. Sa disponibilité, ses conseils avisés et son engagement ont largement contribué à la réussite de ce mémoire.

Aya

Résumé

La famille des Urticaceae regroupe environ 45 genres et plus de 2 000 espèces, réparties dans le monde entier, principalement dans les régions tropicales et tempérées. Elle se caractérise par des plantes herbacées ou arbustives, souvent pourvues de poils urticants contenant des substances chimiques irritantes.

Le genre *Urtica*, et plus précisément l'espèce *Urtica dioica L.*, est l'une des plus connues pour ses vertus médicinales et sa richesse en métabolites secondaires (flavonoïdes, polyphénols, chlorophylle, etc.).

Mettre en évidence le potentiel phytochimique. Pour cela, des extraits ont été obtenus à partir des feuilles et des racines par macération dans un solvant hydro-éthanolique (70 %). Un criblage phytochimique qualitatif a permis d'identifier la présence de plusieurs groupes de métabolites secondaires, tels que les flavonoïdes, alcaloïdes, stérols, quinones et coumarines. Les analyses quantitatives ont confirmé une teneur notable en polyphénols et flavonoïdes, avec un dosage réalisé par spectrophotométrie (méthodes Folin-Ciocalteu et AlCl₃). Les pigments chlorophylliens ont été isolés et séparés par chromatographie sur couche mince (CCM)

Mots-clés : *Urtica dioica*, partie aérienne, partie racinaire, composés phénoliques, Chlorophylle, CCM, spectrophotométrie

Abstract

The Urticaceae family comprises around 45 genera and over 2,000 species, distributed worldwide, mainly in tropical and temperate regions. It is characterized by herbaceous or shrubby plants, often with stinging hairs containing irritating chemicals.

The *Urtica* genus, and more specifically the *Urtica dioica* L. species, is one of the best known for its medicinal virtues and its wealth of secondary metabolites (flavonoids, polyphenols, chlorophyll, etc.).

Highlighting phytochemical potential. To this end, extracts were obtained from leaves and roots by maceration in a hydro-ethanol solvent (70%). Qualitative phytochemical screening identified the presence of several groups of secondary metabolites, such as flavonoids, alkaloids, sterols, quinones and coumarins. Quantitative analyses confirmed a notable content of polyphenols and flavonoids, with an assay performed spectrophotometrically (Folin-Ciocalteu and AlCl₃ methods). Chlorophyll pigments were isolated and separated by thin-layer chromatography (TLC).

Keywords: *Urtica dioica*, aerial part, root part, phenolic compounds, chlorophyll, TLC, spectrophotometry

ملخص

تتألف فصيلة البيرتيكاسيا من حوالي 45 جنساً وأكثر من 2,000 نوع، موزعة في جميع أنحاء العالم، وبشكل رئيسي في المناطق الاستوائية والمعتدلة. وتتميز بنباتات عشبية أو شجيرية، وغالباً ما تحتوي على شعيرات لاذعة تحتوي على مواد كيميائية مهيجة.

، أحد أشهر الأنواع المعروفة بفضائلها الطبية وثروتها . أورتيكا ديويكا، وبشكل أكثر تحديداً نوع *Urtica* ويُعد جنس من المستقلبات الثانوية (الفلافونويد، البوليفينول، الكلورو菲尔، الخ)

لتسلیط الضوء على الإمکانات الكيميائية النباتية. وللقيام بذلك، تم الحصول على مستخلصات من الأوراق والجذور عن طريق النقع في مذيب هیدروایثانول (70%). وحدد الفحص الكيميائي النباتي النوعي وجود عدة مجموعات من المستقلبات الثانوية، بما في ذلك الفلافونيدات والقلويدات والستيرولات والكينونات والكومارين. أكدت التحاليل الكمية وجود محتوى كبير من البوليفينول والفلافونويد، مع إجراء فحص بواسطة القياس الطيفي (طريقنا فولين-سيوكالتو وكلوريد الكلورو菲尔). (TLC). تم عزل أصباغ الكلورو菲尔 وفصلها بواسطة كرومانتوغرافيا الطبقة الرقيقة

الكلمات المفتاحية: أورتيكا ديويكا، الجزء الهوائي، الجزء الجذري، المركبات الفينولية، الكلورو菲尔، القياس الطيفي
الضوئي

Liste des figures

Figure 1: Dessin d'ortie <i>Petite ethnobotanique de l'ortie- Urtica dioica</i>	6
Figure 2 : Racine d' <i>Urtica dioica L.</i> (prise par l'auteur)	8
Figure 3 : les feuilles d' <i>urtica dioica L.</i> (Prise par l'auteur)	9
Figure 4 : La fleur d' <i>Urtica dioica L.</i> (prise par l'auteur).....	10
Figure 5 : Poils urticant d' <i>urtica dioica L</i> (Fleurentine, 2008)	11
Figure 6: Répartition géographique d' <i>urtica dioica L</i>	12
Figure 7: Structure linéaire de la chlorophylle a et b (Martins et al., 2023)	21
Figure 8 : Structure de la chlorophylle a et b (Kato et al., 2020).....	21
Figure 9: Résumé de l'absorption, du métabolisme et de l'excrétion des chlorophylles A) et B) par le corps humain.	23
Figure 10 : Structures chimiques des acides phénoliques (Ignat et al, 2011)	31
Figure 11 : Structure des principales classes de flavonoïdes (Ferreyra et al. 2012).....	32
Figure 12 : Types de tanins et leur structure de basetures (Ghosh 2015).....	33
Figure 13 : Structure de base typique des alcaloïdes. (Achilonu et Umesiobi, 2015)	34
Figure 14 : structure chimique de terpènes (Fan et al., 2023).....	34
Figure 15 : structure chimique des stérols (Segura et al., 2006)	35
Figure 16 : structure de saponines (Moghimipour et Handali 201.....	36
Figure 17 : Broyage de moulin à café (prise par l'auteur)	39
Figure 18 : poudre racine et feuille UD (prise par l'auteur).....	39
Figure 19 : Macération racine et feuille UD (prise par l'auteur)	40
Figure 20 : Filtration (prise par l'auteur)	40
Figure 21 : Séparation de chlorophylle (prise par l'auteur)	41
Figure 22 : Appareil Rota-vapeur.....	42
Figure 23 : extraits des feuilles d' <i>urtica dioica</i> après évaporation (prise par l'auteur)	42
Figure 24 : Protocole de CCM séparation des pigments Chlorophylliens	46
Figure 25 : La plaque CCM après dépôts (prise par l'auteur).....	46
Figure 26 : Résultat de CCM des pigments chlorophylliens (prise par l'auteur).....	56
Figure 27 : Modèle comparative de CCM des pigments chlorophylliens	56
Figure 28 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique	58
Figure 29 : courbe d'étalonnage de quercétine	59

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification systématique <i>d'Urtica dioica L.</i> (Bernard, 2008).....	6
Tableau 2 : Compositions chimiques des parties aériennes	13
Tableau 3 : Composition chimique de la racine <i>d'Urtica dioica L</i>	14
Tableau 4 : Composition chimique des fruits et graines	16
Tableau 5 : Principales classes de composés phénoliques dans les plantes.....	30
Tableau 6 : Criblage des flavonoïdes	43
Tableau 7 : Criblage des tanins	43
Tableau 8 : Criblage des quinones	43
Tableau 9 : Criblage d'anthraquinones	44
Tableau 10 : Criblage des stérols et triterpènes.....	44
Tableau 11 : Criblage des alcaloïdes	44
Tableau 12 : Résultats de criblage des métabolites secondaires partie aérienne et racinaire..	50
Tableau 13 : teneur en polyphénols totaux d'extrait hydro-éthanolique en mg EAG/g ext....	58
Tableau 14 : teneur en flavonoïdes	59

Liste abréviation

Abréviation	Signification
Abs	Absorbance
AINS	Anti-inflammatoires non stéroïdiens
CCM	Chromatographie sur couche mince
COX-1/COX-2	Cyclooxygénase-1 / Cyclooxygénase-2
EAq	Extrait aqueuse
EAG	Équivalent acide gallique
EM	Extrait méthanoïque
EQ	Équivalent quercétine
ERO	Espèces réactives de l'oxygène
Ext	Extrait
FeCl ₃	Chlorure ferrique
G	Gramme
HCl	Acide chlorhydrique
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique
IFN-γ	Interféron gamma
IL	Interleukine
KOH	Hydroxyde de potassium
LDH	Lactate déshydrogénase
mg	Magnésium
mg/ml	Milligramme par millilitre
min	Minute
ml	Millimètre
NaOH	Hydroxyde de sodium
NADPH	Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate réduit

Abréviation	Signification
NF-κB	Facteur nucléaire kappa B
Nm	Nanomètre
ROS	Reactive Oxygen Species (espèces réactives de l'oxygène)
SOD	Superoxyde dismutase
TNF- α	Tumor Necrosis Factor alpha
UDL	<i>Urtica dioica</i> L.
UV	Ultra-violet
V	Volume

Table des matières

INTRODUCTION :	1
Chapitre 01 : Revue bibliographique	
1. Historique :	5
2. Description botanique et répartition géographique :	5
2.1. Description botanique :	5
2.1.1. Dénomination :	5
2.1.2. Classification de la plante :	5
2.1.3. Description botanique :	7
2.2. Répartition géographique :	11
3. Composition chimique : principaux composés bioactifs (flavonoïdes, vitamines, minéraux, chlorophylle) :	12
3.1. Composition chimique des parties aériennes :	13
3.2. Composition chimique de racine :	14
3.3. Composition chimique des poils urticants :	15
3.4. Composition chimique des fruits et graines :	15
4. Propriétés pharmacologiques d'<i>Urtica dioica</i> :	16
4.1. Utilisation traditionnelle :	16
4.2. Utilisation actuelle :	17
4.2.1. Activité anti inflammatoire :	17
4.2.2. Autres propriétés :	18
5. Rôle de la chlorophylle dans la santé :	19
5.1. Structure et fonction de la chlorophylle :	19
A / Structure de la chlorophylle :	19
B/fonction de la chlorophylle :	21
1/Photosynthèse :	22
2/Anti oxydant :	22
5.2. Mécanismes de détoxification :	23
A/Chélation des métaux lourds, soutien hépatique :	23
5.3. Effet sur la santé digestive et la régénération cellulaire :	25
1/Réduction des odeurs et activité antimutagène :	25
2/Inhibition des agents cancérogènes et la protection cellulaire :	25

3/Effet inhibiteur sur les carcinogènes du cancer du sein :	26
4/Activité anticancérigène :	26
5/Activité antithalassémique :	26
6/Maladies de la peau :	27
7/Activité anti-inflammatoire :	27
8/Activité antibactérienne :	27

Chapitre 02 : Métabolites secondaires

1. Définition :	29
2. Classification des métabolites secondaires :	29
A/Composés phénoliques :	29
1. Acides phénoliques :	30
2. Flavonoïdes :	31
3. Tanins :	32
B/Les alcaloïdes :	33
C/Les terpènes :	34
1. Stérols :	35
2. Saponines :	35

Chapitre 03 : Méthodes et matériels

I. Matériel végétal :	38
➤ Nettoyage :	38
➤ Séchage :	38
➤ Broyage :	38
➤ Tamisage :	39
➤ Conservation :	39
II. Screening phytochimique (Etude phytochimique) :	39
II.1. Extraction par macération dans l'éthanol aqueux (Extraction solide/liquide) :	39
II.2. Evaporation à sec (concentration de l'extrait) :	41
II.3. Les criblages de métabolites secondaires :	42
1/ Criblage des flavonoïdes : (daoudi et al., 2015)	43
2/Criblage des tanins : (Belmamoun et al., 2023)	43
3/Criblage des quinones : (Belmamoun et al., 2023)	43
4/Criblage d'anthraquinones :	43

5/Criblage des stérols et triterpènes : (daoudi et al ., 2015)	44
6/Criblage des alcaloïdes : (daoudi et al., 2015)	44
7/Criblage des Coumarines : (Chaouche et al., 2021).....	45
8/Criblage des saponines : (Karima et al., 2022)	45
II.4. identification des pigments de chlorophylle par la chromatographie sur Couche Mince (CCM) :	45
III. Analyse quantitatives :	47
III.1. Dosage des polyphénols totaux par colorimétrie (méthode de folin-ciocalteu) : ..	47
III.2. Dosage de flavonoïdes totaux par méthode trichlorure d'aluminium :	47
Chapitre 04 : Résultats et discussions	
I. Résultats de criblage des métabolites secondaires :	50
Discussion des résultats :	53
II. Résultat de CCM des pigments chlorophylliens :	55
Discussion des résultats :	56
III. Analyse quantitative des molécules bioactifs :	57
III.1. dosage des polyphénols totaux :	57
III.2. Dosage des flavonoïdes totaux :	58
Conclusion :	62
Références bibliographiques:	64

Introduction

Générale

INTRODUCTION :

L'inflammation est une stratégie de protection qui a évolué chez les organismes supérieurs en réponse à des agressions telles que les infections microbiennes, les lésions tissulaires et d'autres conditions nocives. Il s'agit d'une réponse immunitaire essentielle de l'hôte qui permet l'élimination des stimuli nocifs ainsi que la guérison des tissus endommagés. L'inflammation aiguë a donc été considérée comme une partie de l'immunité innée, la première ligne de défense de l'hôte contre les envahisseurs étrangers et les molécules dangereuses. L'humanité connaît depuis des centaines d'années les symptômes classiques de l'inflammation, à savoir la rougeur, la douleur, le gonflement et la chaleur. Cependant, la littérature émergente suggère que l'inflammation fonctionne comme un système beaucoup plus sophistiqué qu'on ne l'a jamais pensé au niveau moléculaire. L'évolution de l'inflammation s'accompagne d'un grand nombre de processus différents impliqués dans son déclenchement, sa régulation et sa résolution. Aujourd'hui, une gamme variée d'inflammations a été identifiée, avec de nombreuses formes différentes déclenchées par de nombreux stimuli et régies par divers mécanismes de régulation. En raison de sa nature étendue et généralisée, on pense que l'inflammation a un impact sur tous les aspects de la physiologie et de la pathologie humaine normale. Le concept actuel de l'inflammation s'est considérablement développé au fil des ans en raison de la vaste expansion du domaine dans des directions plus divergentes. (Ahmed, 2011).

D'autre part, de nos jours, la détoxification du corps est une nouvelle tendance dans le monde de la remise en forme. Le corps humain dispose de nombreuses voies naturelles pour permettre la désintoxication par le biais du foie, de la sueur, de l'urine, des fèces, etc. Mais l'utilisation de conservateurs et de pesticides et l'exposition aux polluants ont augmenté la consommation de toxines. Ces toxines sont stockées dans les tissus et les cellules de notre corps et ont un impact négatif sur le métabolisme, la reproduction et la santé mentale. Les boissons détoxifiantes permettent donc d'éviter à notre organisme une surcharge toxique et d'autres problèmes de santé majeurs. Ces boissons détox nous aident à réduire le poids et l'inflammation, à améliorer notre digestion et nos fonctions hépatiques, à stimuler notre énergie et à garder notre corps toujours frais et en forme. (Arya, 2020).

La désintoxication joue un rôle crucial dans la réduction de l'inflammation en éliminant les toxines qui déclenchent une réponse inflammatoire dans l'organisme .Lorsque l'organisme est surchargé de toxines, le processus naturel de désintoxication peut être perturbé. Cela peut conduire à une accumulation de toxines dans l'organisme, ce qui peut provoquer une

Introduction générale

inflammation. Inversement, en cas d'inflammation, l'organisme peut être incapable de se désintoxiquer efficacement, ce qui entraîne une accumulation de toxines. (Gruber, 2023).

La médecine fonctionnelle naturelle offre une approche holistique pour comprendre et traiter à la fois la désintoxication et l'inflammation. En se concentrant sur l'ensemble du corps et sur la cause sous-jacente des problèmes, la médecine fonctionnelle naturelle peut aider à rétablir l'équilibre et la santé. (Gruber, 2023).

Les plantes médicinales ont joué un rôle essentiel dans le développement de la culture humaine. En tant que source de médicaments, les plantes médicinales ont toujours été au premier plan dans pratiquement toutes les cultures des civilisations. Les plantes médicinales sont considérées comme des ressources riches en médicaments traditionnels et c'est à partir de ces plantes que sont produits de nombreux médicaments modernes. Depuis des milliers d'années, les plantes médicinales sont utilisées pour traiter les troubles de la santé, pour donner de la saveur et conserver les aliments et pour prévenir les épidémies. Les métabolites secondaires produits par les plantes sont généralement responsables des caractéristiques biologiques des espèces végétales utilisées dans le monde entier. (Dar et al, 2017).

Le genre *Urtica*, communément appelé « ortie », est une plante médicinale appartenant à la famille des Urticaceae qui présente de multiples avantages pour la santé et qui est utilisée à des fins médicinales depuis au moins l'époque de la Grèce antique. Plusieurs espèces d'*Urtica* ont été largement utilisées pour traiter les rhumatismes et la sciatique, l'asthme, la toux, les pellicules, le diabète, la diarrhée, l'eczéma, la fièvre, la goutte, les hémorroïdes, les saignements de nez, le scorbut, les morsures de serpent et la tuberculose. En outre, les espèces d'*Urtica* ont été utilisées le plus souvent comme diurétique et pour traiter la goutte, l'anémie et l'hypertrophie de la prostate, et plusieurs études ont progressivement fait état de leur utilisation médicinale traditionnelle par les populations locales. (Taheri et al, 2022).

L'objectif principal de notre mémoire est d'étudier les composés actifs présents dans *Urtica dioica* et d'analyser leur synergie afin de mettre en évidence leur l'action anti-inflammatoire

Dans notre travail, nous avons fixé les objectifs suivants :

- Etude phytochimique de la plante *Urtica dioica* : des deux parties aériennes et racinaires.

Introduction générale

- Chromatographie sur couche mince (CCM) des pigments chlorophylliens
- Dosage de polyphénols et flavonoïdes par spectrophotomètre

Chapitre 01

Revue bibliographique

1. Historique :

L'ortie (*Urtica dioica L.*, de la famille des Urticacées) est une plante courante en Asie, en Afrique et en Europe. Depuis longtemps, elle est utilisée comme aliment et dans les soins traditionnels. Aujourd'hui, elle intéresse de plus en plus les chercheurs grâce à sa richesse en éléments nutritifs. Ses feuilles peuvent être consommées fraîches, séchées, réduites en poudre ou préparées sous d'autres formes. Elles contiennent de nombreuses substances naturelles qui peuvent avoir des effets positifs sur la santé. Cette revue a pour but de présenter les usages connus de l'ortie dans l'alimentation et la médecine, et d'expliquer sa valeur nutritionnelle, en lien avec les substances actives qu'elle contient et leurs rôles possibles dans le corps. Des études ont permis d'isoler plusieurs de ces substances, comme certains pigments végétaux, des acides naturels, des protéines simples, ainsi que des graisses utiles. On retrouve aussi dans l'ortie des éléments comme la rutine, le kaempférol ou encore la vitamine A, qui sont étudiés pour leurs effets bénéfiques, notamment pour réduire les inflammations ou lutter contre le stress oxydatif. Les recherches à venir devraient se concentrer sur la fabrication d'aliments contenant de l'ortie, sur leur conservation, et sur l'étude de leurs effets à travers des tests sur les humains. (Devkota, *et al...* 2022)

2. Description botanique et répartition géographique :

2.1. Description botanique :

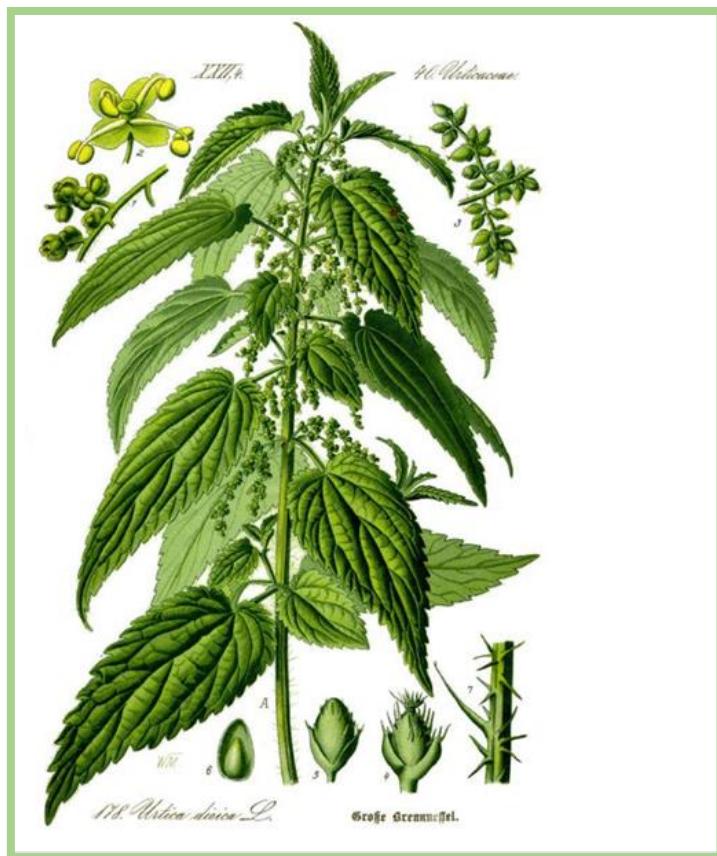
2.1.1. Dénomination :

La dénomination mondiale en latin de l'ortie est *Urtica dioica*. En latin, l'ortie était nommée *Urtica*, un terme dérivé du verbe urere qui signifie brûler. Par extension, on utilise le terme urticaire pour désigner toutes sortes de démangeaisons semblables à celles provoquées par les piqûres d'orties. L'identification *dioica*, en français anciennement dite dioïque, se réfère à une plante dont les fleurs mâles et femelles sont situées sur des individus séparés. (Bertrand, 2008)

2.1.2. Classification de la plante :

Tableau 1 : Classification systématique *d'Urtica dioica L.* (Bernard, 2008)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes (plantes à graines)
Sous-embranchement	Angiospermes (plantes à fleurs)
Classe	Dicotylédones
Ordre	Rosales
Famille	Urticaceae
Genre	Urtica
Espèce	<i>Urtica dioica L.</i>

**Figure 1:** Dessin d'ortie *Petite ethnobotanique de l'ortie- Urtica dioica*

Aymeric de Kerimel, www.leveilsauvage.fr

2.1.3. Description botanique :

Généralité :

L'*Urtica dioica* est une plante herbacée pérenne qui atteint généralement une hauteur de 60 à 120 cm. Elle est d'origine eurasienne, mais elle a été largement distribuée dans la plupart des zones tempérées du monde, en particulier dans le nord de l'Europe. On la trouve fréquemment en France. C'est une plante qui aime le nitrate et qui est rudérale, elle est donc facilement trouvable là où les humains se sont installés : dans les haies, sur les décombres, autour des maisons, dans les jardins.

Elle est extrêmement invasive et est classée parmi les plantes considérées comme « mauvaises herbes ».

Période de floraison : Juin, Juillet, Août, Septembre, Octobre. (Bertrand et Jeanne 2008).

Appareil Végétatif :

La racine :

La grande ortie possède de longs rhizomes traçants de couleur jaune distincte. On y distingue deux variétés de racines : les racines « pivotantes » plus épaisses qui s'enfoncent profondément dans le sol, et des racines plus délicates (Bertrand, 2008). L'azote de l'air est fixé grâce à l'intervention des microorganismes Rhizobium et Frankia. (Toubal, 2018).



Figure 2 : Racine d'*Urtica dioica L.* (prise par l'auteur)

La tige :

Elles sont robustes, dressées (excepté pour les stolons et rhizomes), non ramifiées et leur partie transversale présente une forme quadrangulaire. Elles sont garnies de poils urticants.

La feuille :

Les feuilles d'*Urtica dioica* sont grandes, de forme ovale ou en forme de lance, avec un pétiole où celui-ci est de 1 à 2 fois plus court que le limbe. Elles possèdent deux stipules linéaires, sont acuminées et nettement plus longues que larges. Elles se présentent par paires et finissent en pointe, entourées de grandes dents triangulaires. Comme leur tige, elles sont couvertes de poils urticants et non urticants. Elles se distinguent par une légère fragrance herbacée et leur caractère astringent (Draghi ,2005 ; Langlade, 2010).



Figure 3 : les feuilles d '*urtica dioica L.* (Prise par l'auteur)

La fleur :

L'ortie possède de petites fleurs unisexuées présentes de petites en grappes ou en « boulettes » de teinte verdâtre. Les fleurs mâles comportent quatre sépales et quatre étamines, tandis que les fleurs femelles sont constituées de quatre sépales et d'un carpelle, ce qui donne lieu à un fruit sec : un akène. (Draghi, 2005).



Figure 4 : La fleur d'*Urtica dioica L.* (prise par l'auteur)

Le poil urticant :

La grande ortie se distingue par son effet urticant causé par les poils urticants présents sur le dessus des feuilles et la tige, plus précisément, du liquide contenu dans ces poils. Du fait de leur constitution (ils sont composés de deux éléments : un bulbe élargi qui abrite le liquide urticant, suivie d'une longue cellule creuse se terminant par une pointe incurvée, semblable à une ampoule), ce liquide se libérera facilement au moindre contact (Draghi, 2005). Les poils urticants renferment un mélange chimique riche en histamine, acide formique, acide acétique, acétylcholine, acide butyrique, leucotriènes et sérotonine ainsi que diverses autres substances irritantes (Fleurentin, 2008).



Figure 5 : Poils urticant d'*urtica dioica L* (Fleurentine, 2008)

2.2. Répartition géographique :

Urtica dioica L. est l'espèce la plus vaste et la plus répandue parmi les membres du genre *Urtica*.

Elle est d'un vert profond et largement répandue en France, même si elle est moins fréquente dans les régions méditerranéennes. On la retrouve pratiquement dans toutes les régions du globe : de l'Europe et l'Afrique du Nord à l'Asie, en passant par l'Amérique du Nord et du Sud ainsi que l'Afrique du Sud.

On la trouve jusqu'à une altitude de 2400 mètres. On peut encore la trouver dans les Alpes et les Pyrénées, et elle est également capable de grimper jusqu'aux cimes du Jura et du Massif Central.

L'Ortie est une plante qui « apprécie » la proximité des habitations, des décombres et des terrains vagues : on la qualifie de « rudérale ».

Elle se développe sur les sols riches en humus et légers ; on peut l'observer dans les haies, le long des chemins, dans les coupes de bois, ainsi que dans les champs et jardins bien fertilisés... Elle est dépendante de la présence de l'Homme.

Elle « préfère » les sols légers et frais, la lumière ne semble pas lui être déterminante puisque on la retrouve aussi bien en plein soleil à l'abri d'une façade qu'au creux d'un vallon ombragé.

Elle s'adapte à tous les types de sols, en particulier ceux riches en matières organiques récentes ; elle est classée parmi les plantes nitrophiles.

L'Ortie, symbole de milieux riches et fertiles, ne pousse jamais isolément, mais forme denses masses compactes qui offrent refuge à une multitude d'insectes. (Draghi, ,2005).

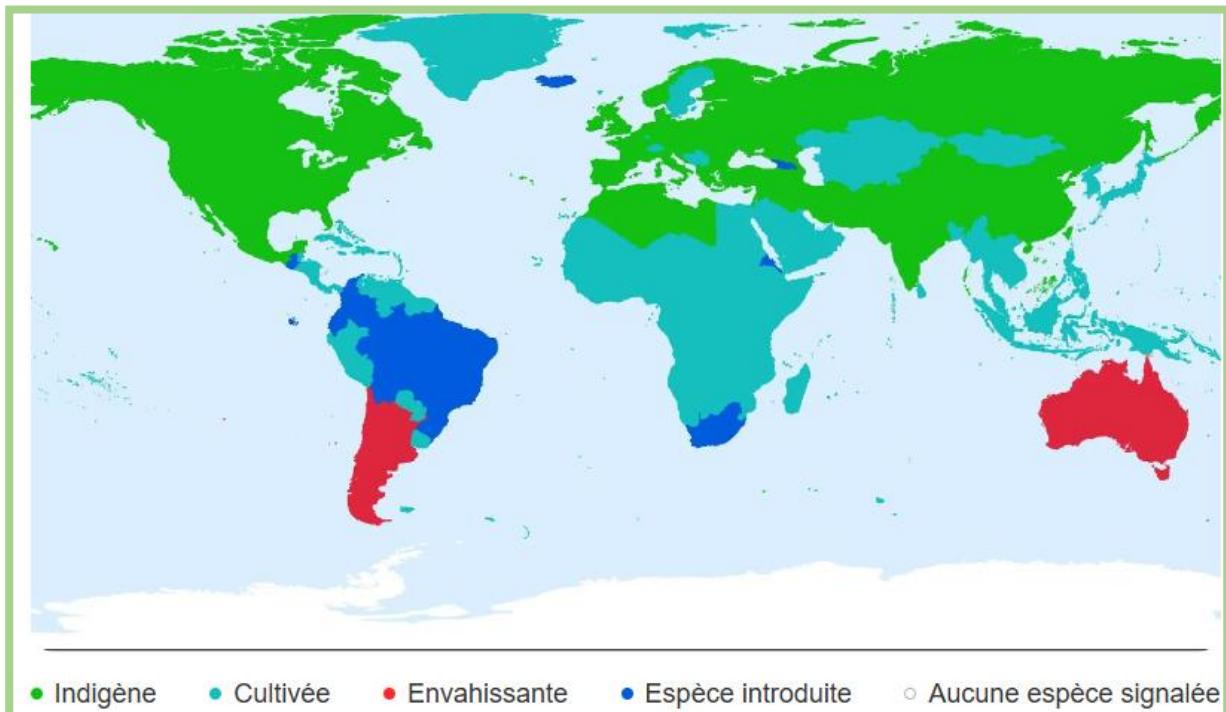


Figure 6: Répartition géographique d'*urtica dioica L*

(https://www.picturethisai.com/fr/wiki/Urtica_dioica.html)

3. Composition chimique : principaux composés bioactifs (flavonoïdes, vitamines, minéraux, chlorophylle) :

De nombreuses recherches ont été menées sur l'ortie dioïque, mettant en avant des propriétés comme l'action antibactérienne, antioxydante et anti-hyperglycémiant. Par ailleurs, une certaine composition chimique de divers extraits d'UDL, obtenus par macération (aqueuse, hydro-éthanoïque, hydro-méthanoïque), a été établie. Les composés bioactifs sont extraits des feuilles. Les extraits récupérés sont dilués à diverses concentrations pour chaque activité.

L'analyse des diverses substances phénoliques révèle que la concentration en flavonoïdes est particulièrement importante dans l'extrait éthanoïque, suivi par l'extrait méthanolique de l'*Urtica dioica L*, tandis que l'extrait aqueux se distingue par sa richesse en polyphénols, surpassant même l'extrait méthanoïque. (Louaheb ,2020).

3.1. Composition chimique des parties aériennes :

Les composants des différentes parties aériennes (feuilles, tiges et fleurs) sont :

- 1) On trouve des flavonoïdes : (de 1 à 2 %).
 - 2) Il y a des composants minéraux (supérieurs à 20 %) : calcium, potassium et silicates qui sont partiellement solubles (1-4 %).
 - 3) des acides : l'acide caféïque et ses esters, l'acide férulique et sinapique, l'acide cafénylmalique (1,6 %), le chlorogénique (trans-5-caféylquinique), le citrique, le fumarique, le glycérique, le malique, l'oxalique, le phosphorique, le quinique, le succinique, ainsi que la thréonine et la thréono-1 ,4-lactone.
 - 4) Scopolétol, sitostérol, et sitostérol 3-0-β-D-glucoside.
 - 5) Des lignanes : plusieurs types, y compris le secoisolariciresinol. 3-hydroxy-a-ionol, glycoprotéines, lipides, sucres, acides aminés libres (30 mg/kg), tanins, résidus de nicotine et une enzyme spécifique : la choline acétyltransférase.
- Les pieds masculins et féminins présentent une teneur en flavonoïdes similaire. Les pieds mâles présentent une concentration plus importante en acides polyphénoliques. (Draghi ,2005; Ait Haj said et al., 2016).

Tableau 2 : Compositions chimiques des parties aériennes

Parties utilisées	Composition chimique
Parties aériennes	Flavonoïdes : Quercétine-3-0-ritinoside (rutine), kaempferol-3-0-ritinoside et isorhamnetin-3-0-glucoside.
	Acides organiques : acide caféïque et ses esters, acide férulique, chlorogénique, citrique, fumarique, phosphorique
	Huile essentielle: Carvacrol, carvone, naphthalene, (E)-anethol, hexa hydrofarnesyl acetone, (E)-geranyl acetone, (E)-β-ionone and phytol.
	Eléments minéraux et oligo-éléments : Calcium, Potassium, Magnésium, Phosphore, Fer, Soufre, Zinc, Manganèse,
	Cuivre, Sélénium et Nickel.

	Vitamines : vitamine A (rétinol), vitamine B2 (riboflavine), vitamine B5 (acide pantothénique), vitamine B9 (acide folique), vitamine C (acide ascorbique), vitamine K (phylloquinone).
	Autres : Tanins, Chlorophylle et Caroténoïdes

3.2. Composition chimique de racine :

Plusieurs recherches ont démontré que les racines contiennent une multitude de molécules provenant de diverses familles chimiques. Voici la composition :

- des polysaccharides : glycanes, glucogalacturonanes, arabinogalactane acide.
- un acide gras : de l'acide (10E, 12Z)-9-hydroxy-10,12-octadécadiénoïque
- des lectines, avec une valeur de 0,1 % d'une certaine lectine de faible masse moléculaire)
- des céramides.
- des terpènes diols et des glucosides de terpènes diols. L'identification de la structure de ces composés a été réalisée grâce aux travaux de Kraus et Spiteller. (Draghi ,2005).

Tableau 3 : Composition chimique de la racine d'*Urtica dioica L*

Parties utilisées	Composition chimique
Racine	Polyssararides acide : glycane, arabinogalactane et rhamnogalacturonans
	Flavonoïdes : Myricétine, Quercétine, kaempférol, Quercétine-3-O-ritinoside (rutine), kaempférol-3-O-ritinoside et isorhamnetine
	Éléments minéraux et oligo-éléments : calcium, magnésium, zinc, manganèse, cuivre
	Lectines : L'UDA (<i>Urticadioicaagglutinin</i>), composée d'une simple chaîne polypeptidique de 89 acides aminés avec une grande proportion de glycine, cystéine et tryptophane.

	Phytosterols:3- β -sitostérol,sitostérol-3-O- β -D-glucoside(6'-O-palmitoyl) sitosterol-3-O- β -D-glucoside,7 β -hydroxysitosterol,7 α -hydroxysitosterol,7 β -hydroxysitosterol- β -D-glucoside,7 α -hydroxysitosterol- β -glucoside,24R-ethyl 5 α -cholestane-3 β ,6 α -diol,stigmasterol,campesterol,stigmast-4-en-3-on, hecogenin.
	Lignanes :(+)-neoolivil, (-)-secoisolariciresinol, dehydroniconiferylalcool, isolariciresinol, pinoresinolet3,4-divanillyltetrahydrofurane
	Coumarines : scopoletine

3.3. Composition chimique des poils urticants :

Le liquide présent dans les poils est responsable de l'effet urticant. Ce fluide est dispersé au léger effet suite à la rupture de l'extrémité des poils, qui se transforment alors en une véritable aiguille hypodermique.

En 1927, Flury an indiqué la présence d'une quantité faible d'acide formique dans le poil. Toutefois, même si cette molécule peut contribuer à la sensation de brûlure, elle reste un facteur secondaire.

En 1947, Emmelin et Feldberg ont réalisé des recherches qui ont démontré que le fluide présent dans les poils contenait au moins trois substances susceptibles de provoquer des réactions sur le muscle lisse : l'acétylcholine à une concentration de 1%, l'histamine à une concentration variant de 1 pour 500 à 1 pour 2000, ainsi que la 5-hydroxy-tryptamine (sérotonine). Une petite quantité de leucotriènes est également présente. (Draghi, 2005).

3.4. Composition chimique des fruits et graines :

Le Fruit de *Urtica dioica*, est composé de l'Huile fixe contenant d'acides gras saturés et insaturés. Alors que les graines se composent de Caroténoïdes : β Carotène, Lutéine, Violaxantine et les Polysaccharides (Ait Haj said et al, 2016).

Tableau 4 : Composition chimique des fruits et graines

Parties utilisées	Composition chimique
Fruit	Huilefixe:Acidesgrassaturésetinsaturés.
Graines	Caroténoïdes : β Carotène,LutéineetViolaxantine
	Polysaccharides

4. Propriétés pharmacologiques d'*Urtica dioica* :

4.1. Utilisation traditionnelle :

Lutte contre les ongles fragiles, la perte de cheveux et stimule leur croissance grâce à la présence de vitamines B2, B5, d'acide folique, de silice et de zinc.

Il est possible de traiter l'acné grâce à l'effet anti-inflammatoire du zinc contenu dans l'Ortie. Elle a des propriétés purificatrices, elle « revitalise le sang » (urtres, eczéma, affections cutanées). Elle est administrée par voie orale, sous forme de teinture homéopathique, pour lutter contre la varicelle.

L'ortie est un traitement traditionnellement employé pour lutter contre l'anémie et la fatigue : sa richesse en fer, vitamine C et autres minéraux en fait un très bon tonifiant général. Son effet de reminéralisation en fait un traitement efficace pour l'arthrose ou les rhumatismes. Elle active les fonctions de digestion (sensation de lourdeur et troubles d'estomac). Elle renforce la concentration intellectuelle et a un effet positif sur l'anxiété et les troubles dépressifs.

Les phytothérapeutes continuent de recommander la tisane d'Ortie comme un traitement traditionnel pour la goutte et les rhumatismes. En Allemagne, la tisane d'Ortie est employée comme un diurétique doux, cependant elle ne possède pas une force suffisante pour être liée à un traitement contre l'hypertension ou les troubles cardiaques.

Les décoctions et les infusions sont employées en Europe Occidentale comme diurétiques, anti-hémorragiques, anti-rhumatismales, également que dans le traitement des éruptions cutanées allergiques et de l'asthme, ou encore pour diverses affections gastriques et biliaires. L'Ortie est également utilisée en Russie pour les affections biliaires et hépatiques. (Henri ,2009).

4.2. Utilisation actuelle :

Les plantes médicinales comme l'ortie ont joué un rôle important dans les soins de santé humains grâce à leur utilisation variée comme aliments, épices et médicaments traditionnels, ainsi qu'une source importante pour la découverte de nouveaux médicaments. Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour les nutraceutiques à base de plantes et les aliments fonctionnels pour la prévention de diverses maladies liées au mode de vie et d'autres complications telles que l'inflammation, l'hypercholestérolémie, l'athérosclérose, le dysfonctionnement endothérial, l'asthme et la progression du cancer. (Devkota, et al...2022) Bien que l'étude actuelle ait démontré certains effets positifs de l'ortie dans la prise en charge de la rhinite allergique. (Bakhshaei et al., 2015)

4.2.1. Activité anti inflammatoire :

Les anti-inflammatoires offrent à combattre l'inflammation, peu importe son origine. Il s'agit de thérapies symptomatiques, c'est-à-dire qu'elles ne s'attaquent pas à l'origine de l'inflammation, mais seulement à son effet. Ils ont aussi un effet sur la douleur. (Perdriger, 2015)

A/ mécanismes d'action :

Des études scientifiques ont démontré que l'ortie peut atténuer la réaction inflammatoire grâce à divers mécanismes d'action qui entraînent une diminution de la production de médiateurs lipidiques et de cytokines pro-inflammatoires. Effectivement, les extraits de feuilles freinent la production des enzymes de la voie arachidonique, en particulier les cyclooxygénases COX-1 et COX-2, ce qui entrave à son tour la synthèse des prostaglandines et du thromboxane. En outre, une action inhibitrice a été démontrée sur le système NF-κB, qui joue un rôle dans les réponses immunitaires, anti-apoptotiques et inflammatoires, ainsi que sur le facteur d'activation plaquettaire des neutrophiles (PAF : Platelet Activating Factor). Par ailleurs, diverses recherches ont démontré que l'extrait des feuilles réduit la sécrétion des interleukines IL-2 et IL-1 β , de l'interféron γ (IFN γ) ainsi que des facteurs TNF-a et TNF- κ (facteur de nécrose tumorale).

Ainsi, les propriétés anti-inflammatoires des feuilles d'ortie laissent supposer qu'elles peuvent être bénéfiques dans le traitement des inflammations aiguës, mais également pour les affections chroniques, notamment la polyarthrite rhumatoïde.

De plus, l'extrait aqueux des racines d'ortie possède une action anti-inflammatoire. Wagner

avait démontré qu'une portion polysaccharidique de cet extrait possède un effet inhibiteur sur l'œdème provoqué par la patte de rat, similaire à celui induit par l'indométacine. L'action anti-inflammatoire est associée à la suppression de la cyclooxygénase et de la lipoxygénase, ainsi qu'à la sécrétion des cytokines. (Ait Haj said et al., 2016).

B/ Études scientifiques :

L'*Urtica dioica* est utilisée comme anti-inflammatoire dans la polyarthrite rhumatoïde. L'effet anti-inflammatoire de l'extrait d'*Urtica* est dû à son effet inhibiteur sur l'activation du NF-kappaB et du facteur de transcription génétique qui active le TNF - α et l'IL-1B dans le tissu Synovial qui tapisse l'articulation, réduisant ainsi les taux de TNF- α et d'autres cytokines inflammatoires

Des publications antérieures ont rapporté que l'administration de 1 340 mg d'extrait en poudre d'*U. dioica* (feuilles d'ortie) réduisait l'arthrite de moitié. Un essai contrôlé randomisé mené en Allemagne auprès de 50 patients souffrant d'une maladie articulaire chronique a démontré l'efficacité d'une combinaison d'ortie compotée et de 50 mg de diclofénac (groupe D50+U) par rapport à une dose standard de diclofénac (200 mg]. Les résultats de cette étude ont indiqué que les deux traitements étaient tout aussi efficaces pour atténuer les symptômes cliniques de l'arthrite aiguë. Ces résultats sont d'une grande importance pour les patients souffrant d'intolérance aux anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) en raison d'ulcères ou d'autres problèmes gastriques. Cependant, des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer si l'ortie pourrait être efficace en l'absence d'AINS (Yasaman et al. 2022)

4.2.2. Autres propriétés :

A/ Antioxydant :

Les extraits d'ortie ont une action neutralisante sur les espèces réactives de l'oxygène (ERO), ils ont déterminé leur activité anti-radicalaire. Plusieurs recherches ont démontré que les extraits méthyliques et ethyliques des feuilles possèdent une notable capacité antioxydante contre le radical 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH). L'évaluation de la chélation du fer ferreux a été effectuée en employant la ferrozine, qui génère un chromophore rouge à partir du fer résiduel (Fe (II)-Ferrozine. Les mesures d'absorbance indiquent que l'ortie a une forte capacité à chélater l'ion ferreux. Une autre recherche effectuée sur des rats exposés au tétrachlorométhane (CCl4) a démontré que l'ortie réduisait la peroxydation lipidique et stimulait l'activité du système de défense antioxydant, jouant ainsi un rôle protecteur contre la toxicité

hépatique. Cette action anti-oxydante est principalement liée à la concentration de composants phénoliques. (Ait Haj said et al., 2016).

B/ Effets diurétiques et anti-urolithiasiques :

Urtica dioica L a été traditionnellement utilisé comme diurétique en médecine indigène. Expérimentalement, *U. dioica* (extrait aqueux) possède une activité natriurétique et diurétique chez le lapin. *U. dioica* a également révélé une efficacité contre les infections urinaires. En effet, sa partie aérienne (extrait méthanolique) exerce également un potentiel antiurolithiatique, peut supprimer les niveaux accrus de calcium et de créatinine urinaires tout en réduisant significativement le dépôt rénal de calcium et d'oxalate. (Yasaman et al. 2022).

C/ Immunomodulatrice :

Les extraits d'ortie peuvent influencer l'activité du système immunitaire. Le rôle de modulation des parties aériennes de l'ortie a été étudié sur des rats par le biais d'un extrait éthanoïque, administré à deux doses distinctes (50 et 100 mg/kg) par voie orale sur une période de 14 jours. On a observé une baisse notable de l'activité d'enzymes comme le cytochrome P450, le lactate déshydrogénase (LDH) et la NADPH-cytochrome P450 réductase, tandis que l'activité des enzymes antioxydantes a présenté une hausse significative. De plus, la plante a démontré un effet régulateur sur les enzymes rénale, pulmonaire et gastrique, notamment la glutathion-S-transférase, le superoxyde dismutase et la catalase. Les parties aériennes de l'ortie contiennent de la quercétine-3-O-rutinoside, du kaempferol-3-O-rutinoside et de l'isorhamnetin-3-O-glucoside qui participent à son action immunomodulatrice. De plus, plusieurs études démontrent l'effet de l'UDA, extraite des racines, comme un immunomodulateur, en révélant son impact sur les lymphocytes T, les macrophages, les thymocytes et la libération de TNF α . (Ait Haj said et al., 2016).

5. Rôle de la chlorophylle dans la santé :

La chlorophylle, selon le Dr. Birscher, est efficace pour améliorer la fonction du système vasculaire cardiaque et sanguin, et aide également à maintenir l'état sain des poumons, de l'intestin et de l'utérus. La chlorophylle est également efficace dans l'ulcère chronique, ainsi que dans divers types de problèmes oculaires, nasaux et de la gorge. (Husain, et al., 2017)

5.1. Structure et fonction de la chlorophylle :

A / Structure de la chlorophylle :

La chlorophylle, un pigment vert complexe présent dans les plantes, les algues et certaines bactéries, joue un rôle crucial dans le processus de photosynthèse en absorbant l'énergie lumineuse et en la convertissant en énergie chimique .Alors que les premières croyances sur la biodisponibilité et la stabilité de la chlorophylle dans différentes conditions limitaient la recherche sur ses effets sur la santé, des études récentes ont mis en lumière les avantages potentiels de la chlorophylline en tant qu'agent chimiopréventif

La chlorophylle est une molécule complexe constituée d'un cycle porphyrine, d'un ion magnésium et d'une queue hydrocarbonée. Le cycle porphyrine absorbe l'énergie lumineuse et l'ion magnésium agit comme accepteur d'électrons. La chlorophylle existe sous de nombreuses formes, telles que la chlorophylle *a*, la chlorophylle *b*, la chlorophylle *c*, la chlorophylle *d* et la chlorophylle *e*

La forme la plus courante de chlorophylle trouvée dans les plantes est la chlorophylle *a*. Sa structure chimique comprend un cycle porphyrine avec un ion magnésium central et une queue hydrocarbonée attachée appelée phytol. Le cycle porphyrine est constitué de quatre groupes azotés appelés pyrrole, et la queue phytol est composée d'unités isoprénoides . La chlorophylle *a* absorbe la lumière le plus efficacement dans les régions rouge et bleue du spectre, avec un pic d'absorption à environ 430 et 662 nanomètres, respectivement.

La chlorophylle *b* est une autre forme de chlorophylle présente dans les plantes, les algues et certaines bactéries. Sa structure chimique est similaire à celle de la chlorophylle *a*, mais son cycle porphyrine est légèrement différent. Cette différence fait que la chlorophylle *b* absorbe la lumière dans la région bleu-vert du spectre, avec un pic d'absorption autour de 453 nanomètres. La chlorophylle *b* joue également un rôle dans la photosynthèse, mais sa fonction principale est de protéger la chlorophylle *a* de l'excès de lumière. Outre les chlorophylles *a* et *b*, il existe d'autres formes de chlorophylle telles que la chlorophylle *c*, la chlorophylle *d* et la chlorophylle *e*. On les trouve dans divers organismes comme les algues, et elles ont des spectres d'absorption et des fonctions différents. La chlorophylle *c* absorbe la lumière dans la région bleu-vert du spectre, la chlorophylle *d* absorbe la lumière dans la région rouge du spectre, et la chlorophylle *e* absorbe la lumière dans la région rouge lointain du spectre. (Martins, et al. 2023).

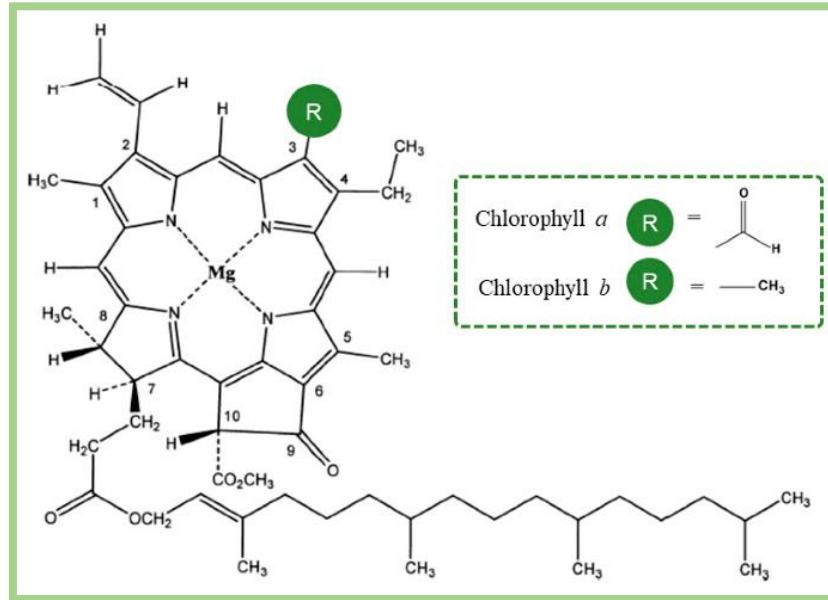


Figure 7: Structure linéaire de la chlorophylle a et b (Martins et al., 2023)

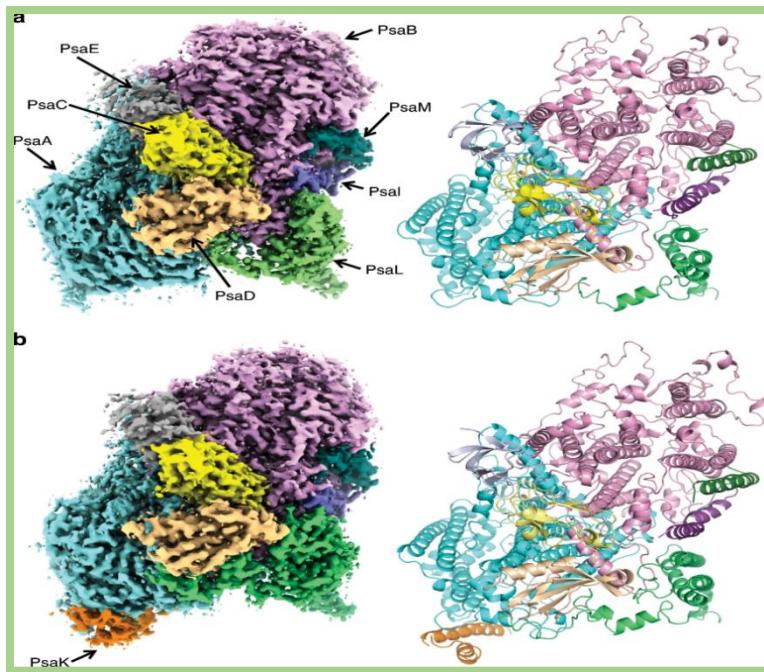


Figure 8 : Structure de la chlorophylle a et b (Kato et al., 2020)

B/fonction de la chlorophylle :

La chlorophylle, un pigment vert naturel, est énormément utilisée dans nutrition humaine. Une proportion élevée en chlorophylle, particulièrement dans les légumes verts, développe son importance biologique et son potentiel protecteur contre nombreuses maladies chroniques.

Outre son activité antioxydante, la chlorophylle possède des effets antimutagènes et anticancérogènes. C'est pourquoi plusieurs recherches se sont focalisées à ce jour sur la prévention du cancer par la chlorophylle et ses dérivés. De plus, la chlorophylle pourrait être utilisée comme colorant alimentaire (Yilmaz et Gökmen, 2015).

1/Photosynthèse :

La photosynthèse est un mécanisme dont laquelle les plantes, les algues et certaines bactéries transforment l'énergie lumineuse (lumière) en énergie chimique (ATP), et la chlorophylle et d'autres pigments excitent les électrons des molécules pigmentaires. Les électrons sont utilisés pour aider la synthèse d'ATP et NADPH, importantes aux phases ultérieures de la photosynthèse. (Martins, et al. 2023).

2/Anti oxydant :

Le stress oxydatif est crucial dans la croissance des maladies, et les chlorophylles naturelles possèdent des propriétés antioxydatives. Bien que la chlorophylle soit très importante pour la photosynthèse, elle favorise la photooxydation et inhibe les catalyseurs utilisés pour l'hydrogénéation. Malgré l'effet pro-oxydant de la chlorophylle en présence de lumière, il a été démontré plus tard qu'elle agissait comme antioxydant dans l'obscurité ; Parmi les quatre dérivés de la chlorophylle (chlorophylles *a* et *b* et phéophytines *a* et *b*), la chlorophylle *a* a montré l'activité antioxydante la plus élevée (Khattab et al, 2010).

3/Propriétés antimutagènes et antigénotoxiques :

La chlorophylle, une substance présente dans notre environnement et notre alimentation, possède des propriétés antimutagènes dans les systèmes d'essai bactériens. Des études ont montré qu'une teneur élevée en chlorophylle dans les fruits et légumes correspond à une activité mutagène et anticancérogène réduite, qui peut être en tant que inhibiteur de divers agents mutagènes. (Negishi et al, 1997).

4/Effets anti-obésité :

Récemment, il a été établi que la chlorophylle et ses dérivés pouvaient prévenir le diabète et certains types de cancer. Dans des recherches précédentes, la consommation de chlorophylle tôt dans la vie a efficacement atténué la prise de poids corporel, amélioré la tolérance au glucose et diminué le taux de triglycérides plasmatiques (TC) et de cholestérol total (TG), montrant un effet bénéfique sur les obèses (Wang et al, 2022). Les thylakoïdes, membranes des chloroplastes (chlorophylle), peuvent supprimer l'appétit, réduire le poids et la masse grasse, et moduler les hormones liées à l'appétit. Des études suggèrent que la

chlorophylle pourrait avoir un impact positif sur la gestion du poids (Martins, et al. 2023). Une recherche de (Wu et al 2010) trouvée que l'effet anti-obésité de la chlorophylle était associé à l'activation du système CD95 (APO-1/CD95) et de la voie AMPK dans les cellules 3T3-L1. (Li et al, 2019b)

5/ Détoxicification :

Il a été démontré que la chlorophylle possède des propriétés détoxifiantes. Elle peut se lier à certains perturbateurs endocriniens et les éliminer efficacement de l'organisme. Cette capacité de liaison, connue sous le nom de chélation, aide à empêcher les substances chimiques d'interagir avec les récepteurs hormonaux et de perturber la fonction endocrinienne normale. En facilitant l'élimination de ces composés nocifs, la chlorophylle contribue à réduire leurs effets néfastes sur le système endocrinien (Martins, et al. 2023).

5.2. Mécanismes de détoxicification :

A/Chélation des métaux lourds, soutien hépatique :

Environ 99 % des espèces de chlorophylle présentes dans les légumes frais se présentent sous forme de chlorophylles a et b. Comme les chlorophylles et les phéophytines ont une queue phytol hydrophobe, la micellarisation est nécessaire pour maintenir la solubilité dans le tube digestif. En effet, la chlorophylle elle-même ne se transfère pas dans la phase aqueuse sans bile, ce qui démontre le besoin d'une micellarisation lipidique pour l'émulsification de la

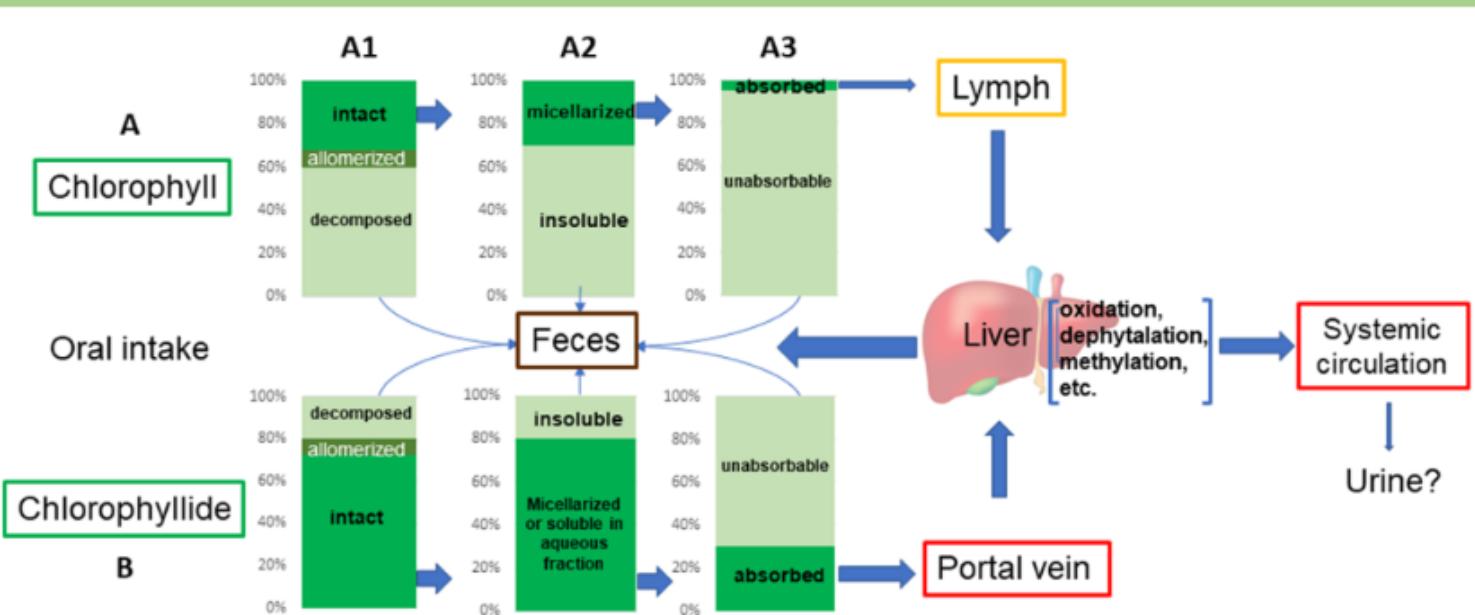


Figure 9: Résumé de l'absorption, du métabolisme et de l'excrétion des chlorophylles A) et B) par le corps humain.

chlorophylle. Des études *in vitro* ont montré que 30 % des chlorophylles et des phéophytines sont micellarisés. En revanche, 80 % des dérivés déphytolés de la chlorophylle restent dans le digesta aqueux. (Zhong, et al. 2021).

La composition en chlorophylle par pourcentage après digestion gastrique et intestinale est indiquée dans (A1) et (B1). Le pourcentage de chlorophylle bioaccessible est indiqué dans (A2) et (B2). Le pourcentage de chlorophylle biodisponible est indiqué dans (A3) et (B3). La chlorophylle est principalement transportée dans le corps par l'intermédiaire de la lymphé, tandis que la chlorophyllide est principalement transportée par la veine porte et le foie métabolise davantage ces composés qui peuvent subir une recirculation entérohépatique, avec des traces libérées dans la circulation systémique. Les dérivés insolubles et non absorbés de la chlorophylle sont excrétés dans les fèces. (Zhong, et al. 2021).

La chlorophylline de fer étant structurellement similaire à l'hème, Miret et al. Ont d'abord comparé l'absorption de l'hémoglobine, de la chlorophylline de fer sodique et du FeSO₄ (chacun apportant 2 mg de fer élémentaire) dans les cellules Caco-2 en utilisant la mesure de substitution qu'est la ferritine cellulaire. Après 48 heures d'incubation, l'hémoglobine et la chlorophylline ferreuse ont augmenté de manière équivalente la ferritine cellulaire de ≈50 ng de ferritine cellulaire/mg de protéine, alors que 250 fois moins de ferritine (0,2 ng de ferritine/mg de protéine) a été trouvée après le traitement avec le FeSO₄. (Zhong, et al. 2021).

Les dérivés de la chlorophylle ont la capacité unique de favoriser l'excrétion fécale des dioxines après consommation. Une étude humaine administrant de la chlorophylline de cuivre avec du chitosane (2:1, p/p) a observé une excréption de 49% de la dioxine consommée, une valeur presque double de l'excrétion de la dioxine consommée avec le chitosane seul. La chlorophylle native peut également augmenter l'excrétion fécale de la dioxine de manière dose-dépendante, comme cela a été démontré chez les rats lorsqu'elle est incorporée à hauteur de 0,01-0,5% du régime alimentaire. (Zhong, et al. 2021)

On a constaté que les dérivés de la chlorophylle, en particulier la chlorophylline de cuivre, réduisent les adduits aflatoxine-ADN dans l'urine chez l'homme. (Zhong, et al. 2021)

Un essai clinique a suggéré que l'administration de chlorophylline pourrait réduire les effets de l'aflatoxine et améliorer la Cancérogenèse du foie. Dans des modèles animaux de

carcinogenèse induits chimiquement, on a constaté que la supplémentation alimentaire en chlorophylline protégeait l'animal de l'instabilité génomique. (Zheng, et al. 2018)

5.3. Effet sur la santé digestive et la régénération cellulaire :

La chlorophylline est capable d'améliorer la fibrose hépatique induite par les toxines hépatiques. Mécaniquement, la chlorophylline peut agir à deux niveaux. D'abord, nous avons constaté que la chlorophylline peut impacter directement les cellules épithéliales intestinales et supprimer les signaux inflammatoires qui sont initiés par le LPS et le TNF-alpha. L'action de ciblage pourrait fonctionner dans les voies de signalisation, puisque la chlorophylline peut atténuer la phosphorylation de l'IKK et la phosphorylation et la dégradation conséquente de l'I kappa-B et finalement, la translocation nucléaire du p65. On ne sait pas si la chlorophylline interagit avec les récepteurs du ligand inflammatoire, et il faudra s'en occuper dans d'autres études. Une autre possibilité est l'interaction avec la membrane plasmatique par son anneau plat de chlorine. Deuxièmement, nous avons constaté que la chlorophylline peut avoir un impact direct sur le microbiote intestinal. En particulier, l'administration de chlorophylline peut rapidement restaurer l'eubiosis, montrant la restauration des Bacteroidetes et la réduction des Firmicutes. Une telle constatation est importante car elle peut également expliquer la réduction observée de l'endotoxine plasmatique, préassemblage par la prévention de la mort des bactéroides, les bactéries Gram-négatives qui peuvent contribuer à l'endotoxine plasmatique via la circulation intestinale-hépatique. Notre étude publiée récemment a révélé que l'administration de résine cationique (cholestyramine) pouvait atténuer suffisamment la fibrose hépatique induite par un régime riche en graisses et une carence en vitamine D. Dans un tel scénario, la chlorophylline peut agir comme prébiotique pouvant moduler le microbiote intestinal. (Zheng, et al. 2018)

1/Réduction des odeurs et activité antimutagène :

La chlorophylle a des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes et réduit les odeurs fécales, urinaires et corporelles. Les dérivés de la chlorophylle peuvent jouer un rôle important dans l'activité anticancéreuse, car ils présentent un effet antimutagène similaire à celui du 3-méthylcholanthrène. (Zheng, et al. 2018)

2/Inhibition des agents cancérigènes et la protection cellulaire :

L'herbe de blé est une riche source de chlorophylle qui est responsable d'inhiber l'activation métabolique des agents cancérigènes. Jusqu'à présent, le jus d'herbe de blé, les

comprimés et la poudre sont une approche de médecine alternative de la thérapie anticancéreuse en raison de sa teneur élevée en antioxydants, en chlorophylle, en laetrite et en superoxyde d'enzyme antioxydant dismutase (SOD) qui convertit les espèces réactives dangereuses de l'oxygène (ROS) en peroxydes d'hydrogène et une molécule d'oxygène. La chlorophylle, comme les autres tétra-pyrroles, a la capacité d'induire des protéines de phase 2 chez les mammifères qui protègent les cellules contre les oxydants et les électrophiles. La capacité de ce composé à induire la réponse de phase 2 dépend de sa capacité ou celle de ses métabolites à réagir avec les groupes thiol. Il est efficace pour induire l'enzyme de phase 2 NAD (P) H : quinone-oxydore 1. La chlorophylle a un faible pouvoir inducteur, mais elle peut jouer un certain rôle dans les effets protecteurs de la maladie attribués aux régimes riches en légumes verts comme le blé, car elle se trouve à des concentrations beaucoup plus élevées dans les plantes. (Choudhary, et al. 2021).

3/Effet inhibiteur sur les carcinogènes du cancer du sein :

Les études cliniques menées sur le cancer du sein humain ont montré que la chlorophylline, un composé similaire à la chlorophylle produite synthétiquement, a la capacité de réduire le risque de cancer du sein étude *in vitro* il a été constaté que l'extrait de germe de blé inhibait l'activation métabolique des carcinogènes et diminuait leur capacité à causer le cancer jusqu'à 99%. (Choudhary, et al. 2021).

4/Activité anticancérigène :

Les extraits de racines et de feuilles de germes de blé étaient connus pour inhiber l'action métabolique des cancérogènes, où la chlorophylle a été détectée comme substance première. Le dérivé de la chlorophylle nommé chlorophylline a montré une protection des mitochondries contre les dommages oxydatifs En raison de la similitude structurelle entre la chlorophylle et l'hémoglobine qui ne diffère que par la composition en fer et magnésium ont montré des avantages hématologiques notables de la chlorophylle-substances riches. (Choudhary, et al. 2021).

5/Activité antithalassémique :

La molécule de chlorophylle du blé a une structure similaire à celle de la molécule d'hémoglobine chez l'homme. La seule différence réside dans l'élément central ; l'hémoglobine a du fer, tandis que la chlorophylle a du magnésium. Il a été signalé que l'apport de dérivés de la chlorophylle augmente les concentrations de globules rouges et d'hémoglobine jusqu'à

70-83 % en 16 jours. L'étude a été menée chez des patients atteints de thalassémie, où on a administré 100 ml de jus d'herbe de blé à 38 patients atteints de thalassémie majeure pendant 6 mois. Il a donné des résultats efficaces chez 50 % des patients. Une autre étude a été menée chez des enfants âgés de 1 à 3 ans, de 4 à 8 ans où les comprimés d'herbe de blé ont été divisés en 2 à 3, comprimés/jour et donnés, respectivement, chez 40 patients atteints de thalassémie majeure, on a observé une augmentation du taux d'hémoglobine et l'allongement du délai entre les transfusions sanguines et la diminution de la quantité de sang transfusée. (Choudhary, et al. 2021).

6/Maladies de la peau :

Une autre étude a été menée sur des cobayes où la chlorophylle est expérimentée contre les plaies cutanées et aide à traiter les brûlures cliniques, les plaies chirurgicales et les ulcères des sites donneurs de dermatome chez les patients humains. Il a été constaté que la solution aqueuse et l'onguent de chlorophylle sont utiles dans le traitement des ulcères de la peau. (Choudhary, et al. 2021).

7/Activité anti-inflammatoire :

La constituante chlorophylle présente dans l'herbe de blé possède des propriétés anti-inflammatoires et aide au traitement de la cicatrisation, stimule la production d'hémoglobine et de globules rouges chez les animaux anémiques. On l'utilise également pour traiter des maladies telles que les lésions cutanées, les brûlures cutanées, la granulation et l'épithéélisation. (Choudhary, et al. 2021).

8/Activité antibactérienne :

Des études scientifiques ont montré que le composant chlorophylle présente dans l'herbe de blé inhibe la croissance et le développement de bactéries nuisibles. (Choudhary, et al. 2021).

Chapitre 02

Métabolites secondaires

1. Définition :

Les métabolites secondaires sont des substances synthétisées par certains groupes de plantes supérieurs qui ne sont pas associés directement dans la croissance, développements ou la reproduction des plantes, contrairement aux métabolites primaires. Leur rôle est essentiel au sein du système de défense et pour l'attraction des polliniseurs... (Fraenkel 1959 ; Wink 2010)

2. Classification des métabolites secondaires :

Ces métabolites secondaires sont répartis en trois (03) grandes familles chimiques :

A/Composés phénoliques :

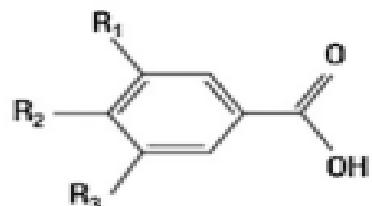
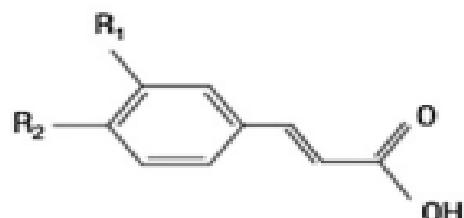
Les polyphénols constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Ils possèdent un anneau aromatique avec un ou plusieurs groupes hydroxyle, ainsi qu'un certain nombre d'autres constituants. Le nom de ce groupe dérive de la substance mère aromatique simple qu'est le phénol mais la plupart contiennent plus d'un groupe hydroxyle (polyphénols). Ils sont classés de manière pratique selon le nombre d'atomes de carbone dans le squelette de base (Schoonhoven et al., 2005)

Tableau 5 : Principales classes de composés phénoliques dans les plantes
 (Schoonhoven et al., 2005)

Basic skeleton	No. of carbon atoms	Class	Examples
C_6	6	Simple phenols	Catechol, hydroquinone
		Benzoquinones	2,6-Dimethoxybenzoquinone
C_6-C_1	7	Phenolic acids	<i>p</i> -Hydroxybenzoic, salicylic acid
		Acetophenones	3-Acetyl-6-methoxybenzaldehyde
C_6-C_2	8	Phenylacetic acids	<i>p</i> -Hydroxyphenylacetic acid
		Hydroxycinnamic acids	Caffeic acid, ferulic acid
C_6-C_3	9	Phenylpropenes	Myristicin, eugenol
		Coumarins	Umbelliferone, aesculetin
C_6-C_3	9	Isocoumarins	Bergenin
		Chromones	Eugenin
C_6-C_4	10	Naphthoquinones	Juglone, plumbagin
$C_6-C_1-C_6$	13	Xanthones	Mangiferin
$C_6-C_2-C_6$	14	Stilbenes	Lunularic acid
		Anthraquinones	Emodin
$C_6-C_3-C_6$	15	Flavonoids	Quercetin, malvin
		Isoflavonoids	Genistein
$(C_6-C_3)_2$	18	Lignans	Podophyllotoxin
$(C_6-C_3-C_6)_2$	30	Biflavonoids	Amentoflavone
$(C_6-C_3)_n$	9n	Lignins	
$(C_6)_n$	6n	Catechol melanins	
$(C_6-C_3-C_6)_n$	15n	Flavolans (condensed tannins)	

1. Acides phénoliques :

Les acides phénoliques sont des composés organiques contiennent au moins un hydroxyle phénolique et une fonction carboxylique, comme l'acide cinnamique ou l'acide benzoïque. (Ignat et al., 2011).

Hydroxybenzoic acids**Hydroxycinnamic acids**

$\text{R}_1=\text{R}_2=\text{R}_3=\text{OH}$: Gallic acid
 $\text{R}_1=\text{R}_2=\text{OH}, \text{R}_3=\text{OH}$: Protocatechuic acid

$\text{R}_1=\text{OH}$: Coumaric acid
 $\text{R}_1=\text{R}_2=\text{OH}$: Caffeic acid

Figure 10 : Structures chimiques des acides phénoliques (Ignat et al, 2011)

2. Flavonoïdes :

Les flavonoïdes, les principaux pigments rouges, bleus et violets des plantes supérieures. Il s'agit d'une famille diversifiée de molécules aromatiques dérivées du Phe et du malonyl-coenzyme A (CoA). Ils se composent de six sous-groupes principaux que l'on trouve dans la plupart des plantes supérieures : les flavones, les flavonols, les flavandiols, les anthocyanes et les tanins condensés. Certaines plantes produisent également des formes spécialisées de flavonoïdes, telles que les isoflavonoïdes. (winkel 2001).

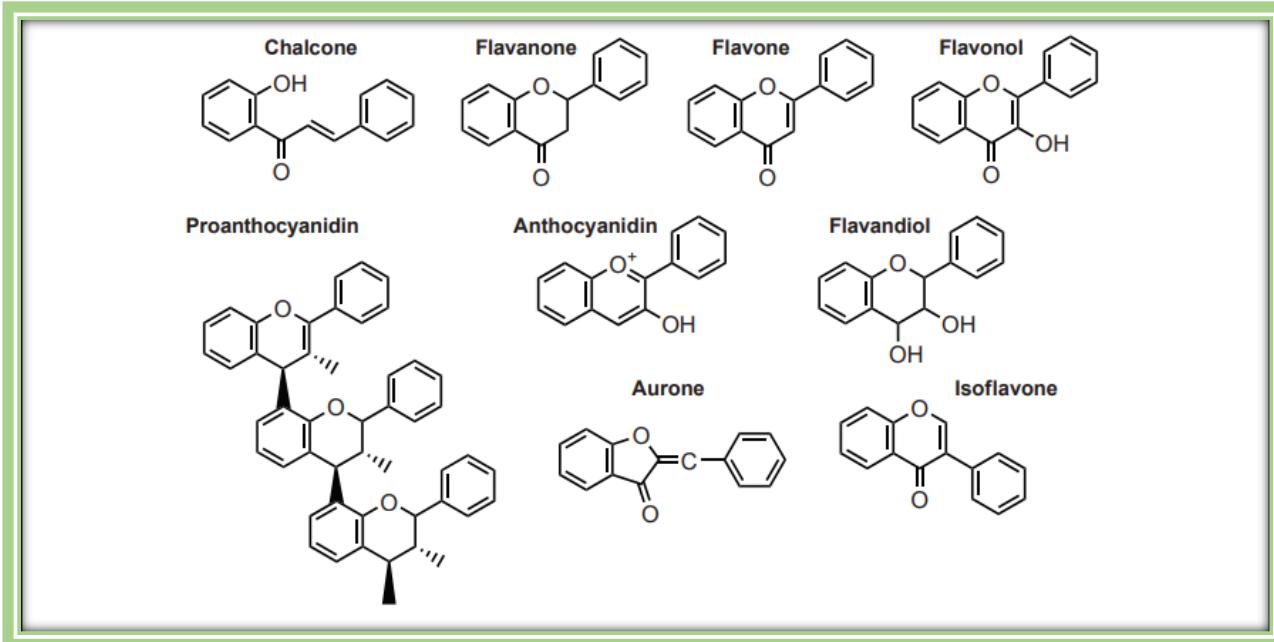


Figure 11 : Structure des principales classes de flavonoïdes (Ferreyra et al. 2012)

3. Tanins :

Les tanins sont les métabolites secondaires les plus abondants produits par les plantes, Sont des molécules de nature phénoliques (polyphénols hydrosolubles). La structure des tanins a un effet important sur l'activité biochimique (Barbehenn et Constabel, 2011)

Les tanins peuvent être divisés en deux groupes : qui sont les tanins condensés, et tanins hydrolysables :

Les tanins condensés sont produits par la condensation des flavanols, afin de créer des réseaux polymériques. Exemples de tanins condensés : proanthocyanidines.

Les tanins hydrolysables sont : une molécule de glucose (des esters d'un sucre) avec un ou plusieurs acides phénoliques (trihydroxybenzène-carboxyliques) par exemple acide gallique (Koné, 2018)

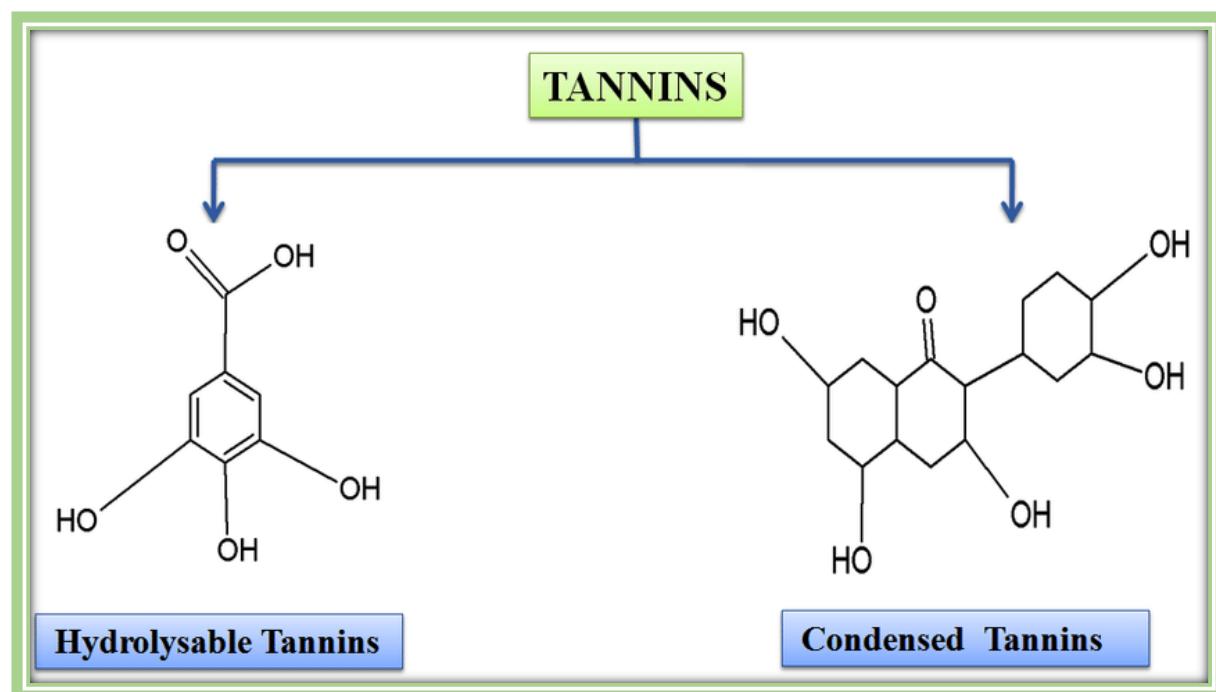


Figure 12 : Types de tanins et leur structure de basetures (Ghosh 2015)

B/Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes typiques, principalement dérivés de sources végétales, constituent un grand groupe de métabolites secondaires contenant généralement des substances basiques (goût amer) (Achilonu et Umesiobi, 2015). Les alcaloïdes représentent un groupe très diversifié de composés qui ne sont liés que par la présence d'un atome d'azote dans un anneau hétérocyclique. On estime que les plantes produisent environ 12 000 alcaloïdes différents, qui peuvent être organisés en groupes en fonction de la structure de leur squelette carboné. (Ziegler et Facchini, 2008). Selon le type de fonctionnalité amine présente dans les alcaloïdes, ces derniers peuvent agir comme accepteurs ou donneurs d'hydrogène pour la liaison hydrogène.

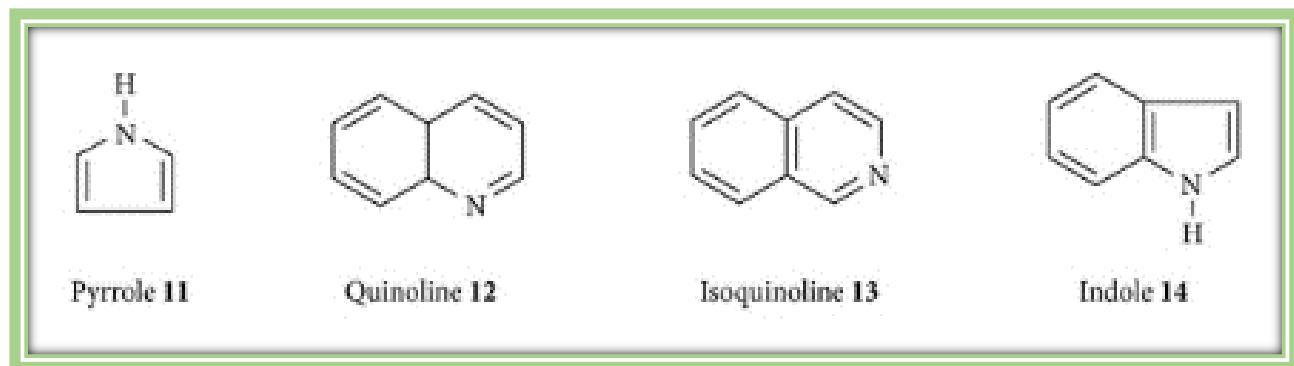


Figure 13 : Structure de base typique des alcaloïdes. (Achilonu et Umesiobi, 2015)

C/Les terpènes :

Ce sont des composants, à la base végétale, incluent des arômes et des parfums, des antibiotiques, des hormones végétales et animales, des lipides membranaires, des attracteurs d'insectes, des anti-aliments et des médiateurs des processus essentiels de transport d'électrons. Ils présentent une structure moléculaire dérivée d'un monomère de cinq carbones connu sous le nom d'« isoprène »

(C₅H₈) ; Les terpènes peuvent être catégorisés en hémiterpènes (C5), monoterpènes (C₁₀), ses quiterpènes (C₁₅), diterpènes (C₂₀), sesterpènes (C₂₅), triterpènes (C₃₀) et tétraterpènes (C₄₀) (Koné, 2018).

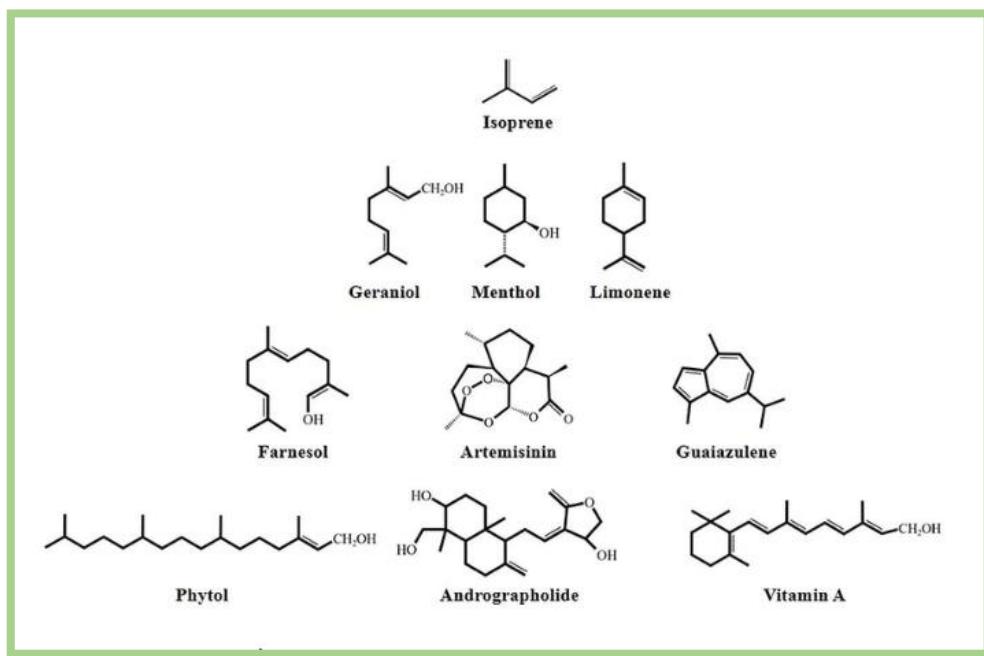


Figure 14 : structure chimique de terpènes (Fan et al., 2023)

1. Stérols :

Les stérols sont des molécules dérivées des isoprénoides qui ont des fonctions essentielles chez les eucaryotes en général, et chez les plantes supérieures en particulier. Ce sont des composés lipidiques possèdent une structure de stérane avec un groupe hydroxyle lié au carbone 3, la majorité des stéroïdes végétaux hydroxylés en C-3 se constituent des stérols en vérité. Les plantes supérieures présentent un mélange de divers stérols, le sitostérol [(24R)-24-éthylcholestérol] étant généralement prédominant. (Benveniste, 2004 ; Koné 2018)

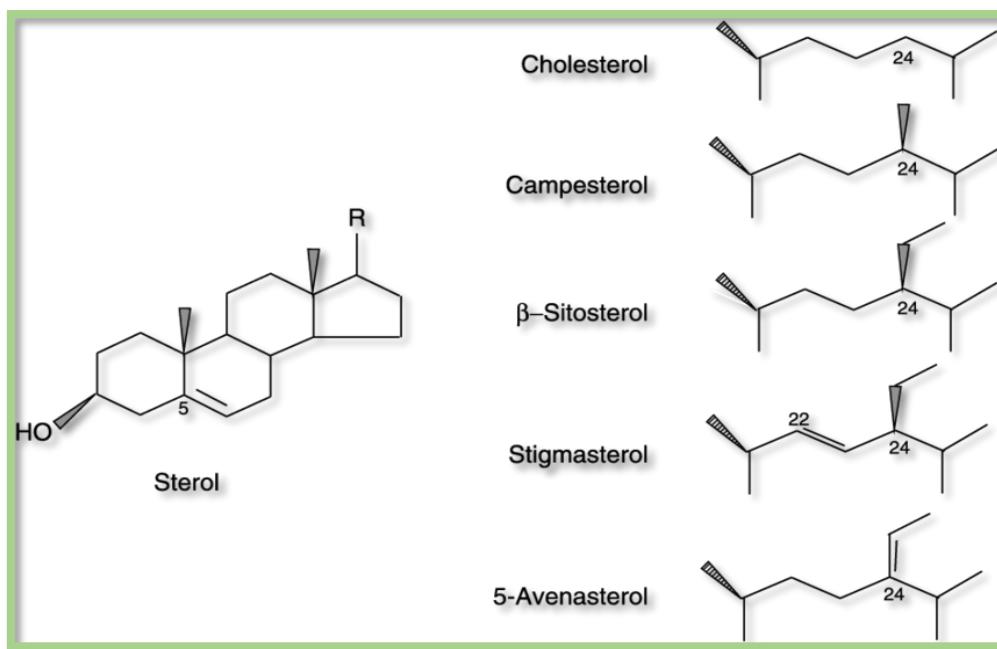


Figure 15 : structure chimique des stérols (Segura et al., 2006)

2. Saponines :

Se caractérisent par un squelette dérivé de l'oxydosqualène, un précurseur à 30 carbones, auquel sont attachés des résidus glycosyles ; Le nom « saponine » dérive du latin *sapo*, qui signifie « savon », car les molécules de saponine forment des mousses savonneuses lorsqu'elles sont agitées avec de l'eau. Ce sont des molécules structurellement diverses, chimiquement appelées glycosides triterpéniques et stéroïdiens. Elles sont constituées d'aglycones apolaires couplés à un ou plusieurs groupes monosaccharides. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et apolaires dans leurs molécules explique leur comportement savonneux en solution aqueuse. (Vincken et al., 2

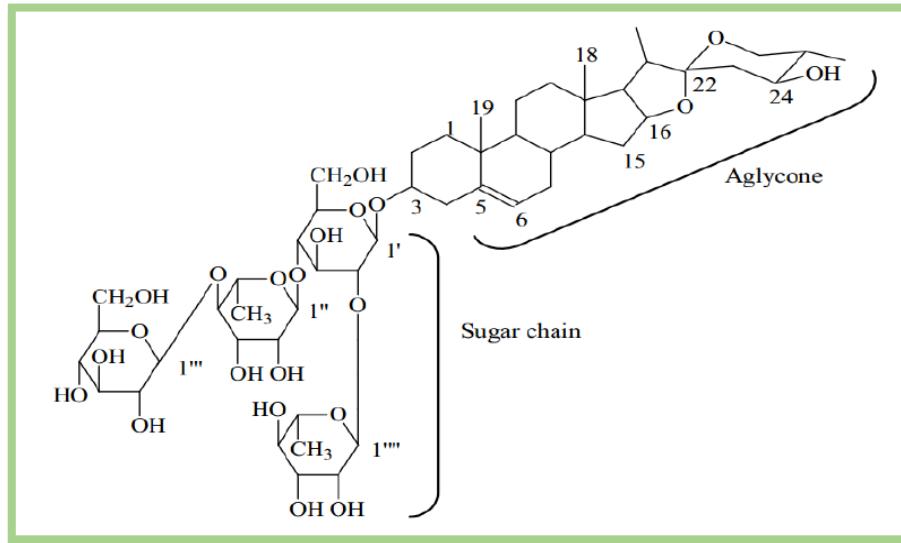


Figure 16 : structure de saponines (Moghimpour et Handali 201

Chapitre 03

Matériels et méthodes

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de biochimie, relevant du département de biologie et écologie végétale, à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université des Frères Mentouri Constantine 1, ainsi qu'au niveau de l'école national supérieur de la biotechnologie l'Université Salah boubnider Constantine 3.

I. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de feuilles et de racines d'ortie (*Urtica dioica L*). Cette plante est reconnue pour ses propriétés médicinales et est couramment utilisée dans les préparations phytothérapeutiques.

➤ **Récolte :**

La récolte des feuilles et des racines de plante a eu cours au mois de février 2025, à l'université des frères mentouri Constantine 1. Les échantillons sont choisis en bon état, sans aucune trace de maladie

➤ **Nettoyage :**

Après la récolte, les échantillons sont bien nettoyés pour éliminer les saletés de terre, de poussière et autres impuretés. Ont les ne pas laver à l'eau pour mieux préserver la qualité des composés bioactifs présents dans les végétaux.

➤ **Séchage :**

Les feuilles et les racines nettoyées ont été disposées séparément sur des plateaux en couches fines, puis laissées à sécher à l'air libre, dans un endroit sec, bien ventilé et à l'abri de la lumière directe du soleil. Cette étape a duré 10 jours, jusqu'à obtention d'un séchage complet

➤ **Broyage :**

Une fois les échantillons complètement secs, ils ont été broyés séparément à l'aide d'un broyeur électrique ou moulin à café jusqu'au d'obtenir une poudre fine. Le broyage facilite les extractions des molécules nécessaires et la conservation du matériel.



Figure 17 : Broyage de moulin à café (prise par l'auteur)

➤ **Tamisage :**

La poudre obtenue a été tamisée à l'aide d'un tamis de maille fine pour homogénéiser la granulométrie. Les particules trop grossières ont été rebroyées et à nouveau tamisées.

➤ **Conservation :**

Les poudres finales (feuilles et racines) ont été conservées dans des sacs alimentaires propres, hermétiques, étiquetés et stockés à température ambiante, dans un endroit sec et à l'abri de la lumière, jusqu'à leur utilisation pour les analyses

II. Screening phytochimique (Etude phytochimique) :

II.1. Extraction par macération dans l'éthanol aqueux (Extraction solide/liquide) :

- peser 50 g de poudre végétale (feuilles /racines) d'*Urtica dioica*



Figure 18 : poudre racine et feuille UD (prise par l'auteur)

- Ajouter 500 ml de solution hydroéthanolique (Éthanol/Eau, 70:30 v/v).



Figure 19 : Macération racine et feuille UD (prise par l'auteur)

- Laisser 48 heures à température ambiante dans une fiole fermée.
- Filtrer les solvants à l'aide de papier Whatman et entonnoir



Figure 20 : Filtration (prise par l'auteur)

- Séparation de la chlorophylle : 300 ml de cyclohexane ajoutés au filtrat, laissé au repos 24 h pour permettre la séparation des phases. La phase organique (supérieure), La phase inférieure, contenant le cyclohexane continent la chlorophylle.



Figure 21 : Séparation de chlorophylle (prise par l'auteur)

- La phase organique continent les molécules bioactifs récupérée pour faire les tests de criblage
- La phase qui contient la chlorophylle récupérée pour faire le test biologique du rôle de chlorophylle dans la détoxification corporelle

II.2. Evaporation à sec (concentration de l'extrait) :

Après l'étape de macération, les extraits éthanoliques ont été concentrés à l'aide d'un évaporateur rotatif (Rota-vapeur), à une température de 40 °C. Cette opération a permis l'élimination efficace du solvant volatil tout en préservant les composés thermo-sensibles présents dans l'extrait. L'extrait brut ainsi obtenu a ensuite été récupéré dans une boîte pétri en verre, où il a été laissé à l'air libre ou dans une étuve afin de favoriser l'évaporation complète des résidus de solvant.



Figure 22 : Appareil Rota-vapeur

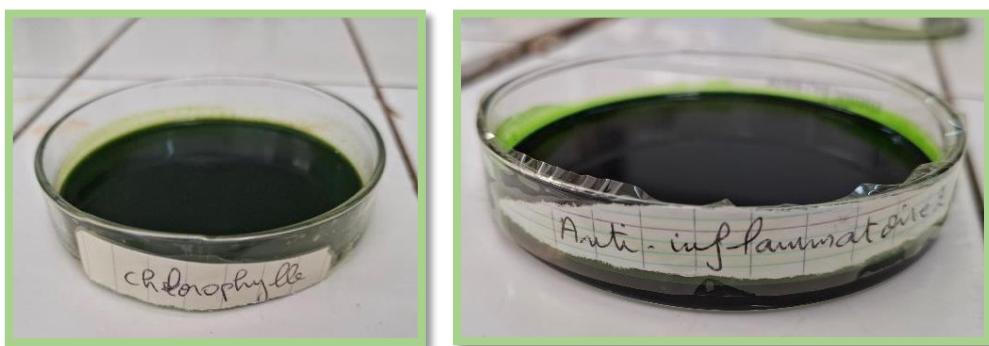


Figure 23 : extraits des feuilles d'*urtica dioica* après évaporation (prise par l'auteur)

II.3. Les criblages de métabolites secondaires :

Pour l'analyse qualitative des différents composants de la plante,

Nous avons utilisé des tests phytochimiques basés sur des réactions de coloration et des analyses chromatographiques (CCM)

1/ Criblage des flavonoïdes : (daoudi et al., 2015)

Tableau 6 : Criblage des flavonoïdes

Tube	Réactifs ajoutés	Interprétation
1(témoin)	Aucun	/
2	HCl + Mg (quelque tourne)	Coloration rouge / jaune

2/Criblage des tanins : (Belmamoun et al., 2023)

Tableau 7 : Criblage des tanins

Etapes		Détails
Extraction		L'extrait + 25 ml d'eau chaude
Tube	Réactifs ajoutés	Interprétation
1(témoin)	Aucun	/
2	Gélatine	Précipité (tanins condensés)
3	FeCl ₃ (4_5 gouttes)	Bleu-vert → catéchols / Bleu-noir → gallique

3/Criblage des quinones : (Belmamoun et al., 2023)

Tableau 8 : Criblage des quinones

Étapes		Détails
Extraction		1 g de poudre + 30 ml d'éther de pétrole, agitation 24 h
Tube	Réactifs ajoutés	Interprétation
1(témoin)	Aucun	/
2	NaOH (quelques gouttes)	Coloration rouge / jaune / violette

4/Criblage d'anthraquinones :

Tableau 9 : Criblage d'anthraquinones

Étapes		Détails
Extraction		1 g de poudre + 15–30 ml de chloroforme
Tube	Réactif ajouté	Interprétation
1(témoin)	Aucun	/
2	KOH (quelques gouttes)	Coloration rouge

5/Criblage des stérols et triterpènes : (daoudi et al ., 2015)

Tableau 10 : Criblage des stérols et triterpènes

Tube	Réactifs ajoutés	Interprétation
1 (témoin)	Aucun	/
2	H ₂ SO ₄ (4–5 gouttes)	Rouge → triterpènes
3	Anhydride acétique + H ₂ SO ₄	Bleu-vert → stérols

6/Criblage des alcaloïdes : (daoudi et al., 2015)

Tableau 11 : Criblage des alcaloïdes

Étapes		Détails
Extraction		200 mg de poudre + 10 ml H ₂ SO ₄ , agitation 2 min
Tube	Réactifs ajoutés	Interprétation
1(témoin)	Aucun	/
2	Réactif de Dragendorff	Précipité orange
3	Réactif de Mayer	Précipité jaune

- Réactif de Dragendorff : (0,85g sous nitrate basique de bismuth +8g d'iodure potassium + 100 ml d'acide acétique glaciale + 70 ml d'eau distillée).
- Réactif MAYER (1,35 g chlorure mercurique+5 g d'iodure potassium +30 ml d'eau distillée + agitation jusqu'à dissolution puis + l'eau distillée jusqu'à 100 ml).

7/Criblage des Coumarines : (Chaouche et al., 2021)

Une solution (de 2 ml d'extrait avec 4 ml d'eau distillée), a été séparée en deux parties identiques.

Le 1^{er} tube a été utilisé comme témoin,

Le 2eme tube rendu alcalin avec l'addition de 1 ml de solution d'ammoniaque (NH₄OH)

Une analyse spectroscopique en UV-visible à une longueur d'onde de 366 nm a été réalisée sur les deux tubes. L'observation d'une fluorescence intense dans la solution alcaline, par rapport à témoin, indique la présence de coumarines. (Un blanc renferme uniquement de l'eau distillée pour une absorbance nette.)

8/Criblage des saponines : (Karima et al., 2022)

Un volume de 2 ml d'extrait avec de l'eau distillée, a agité vigoureusement ; La formation d'une mousse stable et persistante pendant 2 minutes indique la présence de saponines dans l'extrait.

II.4. identification des pigments de chlorophylle par la chromatographie sur Couche Mince (CCM) :

La chromatographie est à la fois une méthode de séparation et d'identification de divers constituants d'un mélange, La CCM est un type de chromatographie liquide dans lequel la phase mobile est liquide et la phase stationnaire est une fine couche de matériau sur une plaque plate. Cette couche de matériau est appelée sorbant. La phase mobile, appelée solvant de développement ou éluant, transporte les solutés à travers la phase stationnaire. La vitesse à laquelle le soluté se déplace à travers la phase stationnaire dépend de la force de la phase mobile lorsqu'elle dissout le soluté et le déplace vers le haut de la plaque, et de la résistance du sorbant lorsqu'il retire le soluté de la solution et le ramène dans le sorbant. (*Santiago et Strobel, 2013*)

1/Protocole :

1. Découper une bande de silice de 15 × 2 cm.
2. Tracer une croix à 1 cm du bas (point de dépôt).
3. Appliquer successivement 6 gouttes d'extrait de chlorophylle au même point (séchage entre chaque dépôt).
4. Préparer 10 ml d'éluant : 60% éther de pétrole+ 20% éther di éthylique+ 20% acétone

5. Verser l'éluant dans une éprouvette fermée.
6. Introduire la plaque sans immerger la tâche.
7. Laisser migrer pendant 1 heure à l'obscurité.
8. Observer les tâches colorées correspondant aux pigments (chlorophylle A, B, carotènes, xanthophylles...).

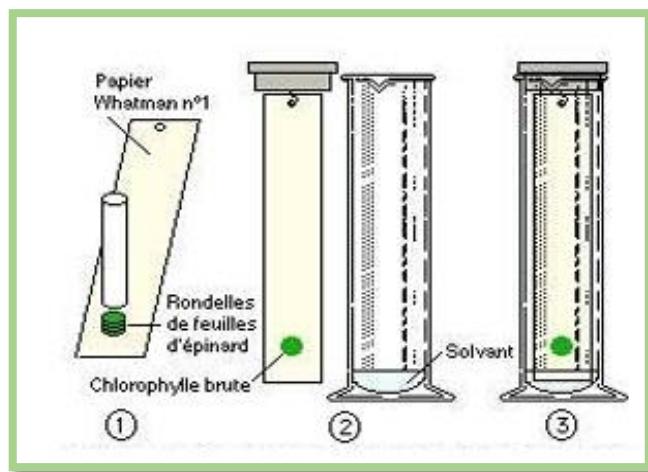


Figure 24 : Protocole de CCM séparation des pigments Chlorophylliens

Rapport de stage de Floriane Cere, mars 2014

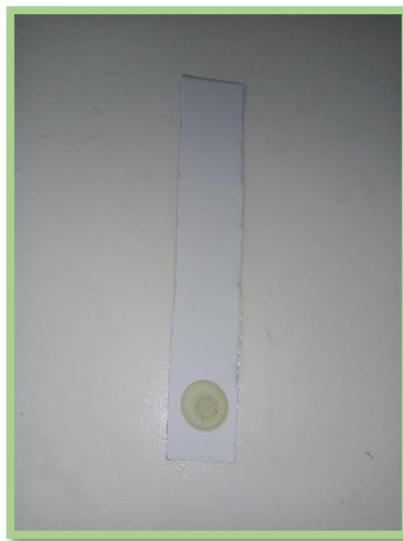


Figure 25 : La plaque CCM après dépôts (prise par l'auteur)

III. Analyse quantitatives :

III.1. Dosage des polyphénols totaux par colorimétrie (méthode de folin-ciocalteu) :

Le dosage de polyphénols a été réalisé selon la méthode de folin-ciocalteu (*Singleton et Rossi, 1965*) en y apportant quelques modifications ; cette méthode repose sur une réaction colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteau, qui est un réactif acide jaune composé d'un mélange d'acide phosphotungstique et l'acide phosphomolybdique. Ce réactif subit une réaction lors de l'oxydation des polyphénols, ce qui entraîne l'augmentation de l'intensité de la couleur bleue et de l'absorbance est directement proportionnelle à la concentration des polyphénols totaux présents dans l'extrait

Mode opératoire :

- Ajouter l'extrait avec le Folin-ciocalteu dilué (1:10), agiter vigoureusement à l'aide d'un vortex pendant 3 min puis ajouter de carbonate sodium à 7.5%
- Agiter le mélange et laisse reposer à l'obscurité pendant 30 min à température ambiante. ensuite mesurer l'absorbance à 765 nm
- Préparer un blanc de la même manière en remplaçant l'extrait par le méthanol
- Utiliser dans les mêmes conditions opératoires l'acide gallique à différentes concentrations allant de (0 à 100 µg/ml) comme contrôle positif pour établir une courbe étalonnage.

III.2. Dosage de flavonoïdes totaux par méthode trichlorure d'aluminium :

Le dosage de flavonoïdes a été effectué par la méthode colorimétrie adaptée par (*Topçu et al 2007*). Cette méthode repose sur le principe du dosage direct en utilisant du nitrate d'aluminium. Sur le plan chimique, cette méthode colorimétrique repose sur la formation de complexes stables de couleur jaune entre les ions Al³⁺ du nitrate d'aluminium et les groupes céton en position C4. Le dosage des flavonoïdes est réalisé en formant un complexe entre les flavonoïdes présents dans l'extrait et l'ion Al³⁺. Ce complexe est détecté par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 415 nm

Mode opératoire :

- Ajouter l'extrait avec nitrate d'aluminium à 10%

- Agiter vigoureusement le mélange à l'aide d'un vortex et on laisse à l'obscurité pendant 40 min à température ambiante
- Mesurer l'absorbance à 415 nm
- Préparer un blanc de la même manière en remplaçant l'extrait par le méthanol
- Utiliser de la quercétine à différents concentrations allant de (0 à 100 µg/ml) comme contrôle positif pour établir une courbe d'étalonnage

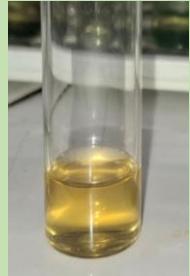
Chapitre 04

Résultats et discussions

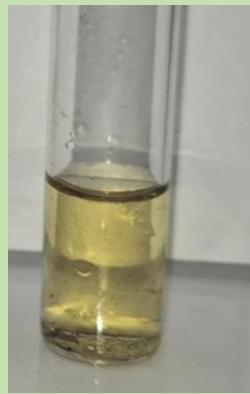
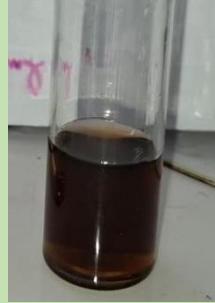
Dans le but de valoriser les propriétés biologiques d'*Urtica dioica L.*, plusieurs analyses ont été entreprises. Le criblage phytochimique a permis d'identifier la présence de différentes familles de métabolites secondaires. Ces résultats ont été complétés par une chromatographie sur couche mince (CCM), afin de visualiser les principaux groupes de pigments chlorophylliens. Des dosages ciblés ont été effectués pour estimer la teneur en certaines substances d'intérêt (polyphénols et flavonoïdes).

I. Résultats de criblage des métabolites secondaires :

Tableau 12 : Résultats de criblage des métabolites secondaires partie aérienne et racinaire

Partie Composés	Partie aérienne	Partie racinaire
Témoin		
Flavonoïdes	Tube 2 (++) 	Tube 2 (+++) 

Quinone	(+++) 	(-) 
Anthraquinone	(-) 	(-) 
	Tube 2 (++) 	Tube 2 (-) 
Tanins	Tube 3 (-) 	Tube 3 (-) 

Alcaloïdes	Tube 2 (++)	
	Tube 3 (+)	
	Tube 3 (+++)	
Triterpense	Tube 2 (++)	
	Tube 2 (+++)	
	Tube 3 (++)	
	Tube 3 (+++)	

Stérols		
Coumarines	(++) 	(++) 
Saponines	(-)	(-)

Discussion des résultats :

Les tests de criblage ont été effectués pour mettre en évidence la présence ou l'absence de certaines composées phénolique qui a un effet sur les activités biologiques étudiées.

Selon leur intensité les réactions qui se produisent sont classées de :

Réaction négative (-).

Réaction faiblement positif (+).

Réaction moyenne positive (++) .

Réaction fortement positive (+++).

Les analyses phytochimiques menées sur les parties aériennes et racinaires d'*Urtica dioica* ont permis de mettre en évidence la présence ou l'absence de divers groupes de métabolites secondaires, selon l'intensité des réactions observées.

Flavonoïdes :

La couleur rose et jaune apparaît dans les deux parties, cela indique une présence marquée en flavonoïdes, avec une réaction moyenne positive (++) pour la partie aérienne et une réaction fortement positive (+++) pour la partie racinaire. Cela montre une richesse intense en flavonoïdes dans les racines par rapport aux feuilles

Quinones :

La coloration jaune été détectées que dans la partie aérienne, cela veut dire : une présence des quinones avec une réaction fortement positive (+++), indiquant une teneur élevée. Elles étaient absentes dans les racines.

Anthraquinones :

La présence des anthraquinones est marquée par une coloration rouge, la coloration rouge manque dans les deux parties cela veut dire : une absence des anthraquinones dans les deux parties (-)

Tanins :

Une précipitation blanc été observée que dans la partie aérienne (tube 2), cela veut dire la présence de tanins condensées avec une moyenne intense (++) . Une absence de coloration Bleu-vert ou Bleu-noir indique l'absence ou une faible teneur des tanins catéchols dans les deux parties.

Alcaloïdes :

Une coloration intense montre une présence importante d'alcaloïdes avec une réaction fortement positive (+++) dans les deux tubes de la partie racinaire, contre une réaction moyenne (++) et faible (+) dans la partie aérienne. Cela indique une teneur plus importante d'alcaloïdes dans les racines.

Triterpènes et Stérols :

Les triterpènes et les stérols sont présents dans les deux parties, avec une réaction plus intense (+++) dans la partie racinaire, contre une réaction moyenne (++) dans la partie aérienne.

Coumarines :

Les coumarines ont été détectées dans les deux parties de la plante, avec une réaction moyenne (++) dans chaque partie.

Saponines :

L'absence de mousse persistante et les réactions négatives (-) dans les deux parties, indique l'absence les saponines ou une faible teneur

II. Résultat de CCM des pigments chlorophylliens :

Nous avons réalisé plusieurs méthodes de chromatographie des pigments chlorophylliens afin d'optimiser et d'obtenir les meilleurs résultats.

Pour cela, un changement des proportions de solvant a été réalisé dans l'éluant (phase mobile) pour une séparation idéale de : caroténoïde, chlorophylle A, B et xanthophylle.

La combinaison de solvants qui a permis la meilleure séparation est constituée de 60 % d'éther de pétrole + 20 % d'éther diéthylique + 20 % d'acétone. Cet éluant a permis d'obtenir une séparation nette et reproductible des pigments, facilitant leur identification sur la plaque de silice.

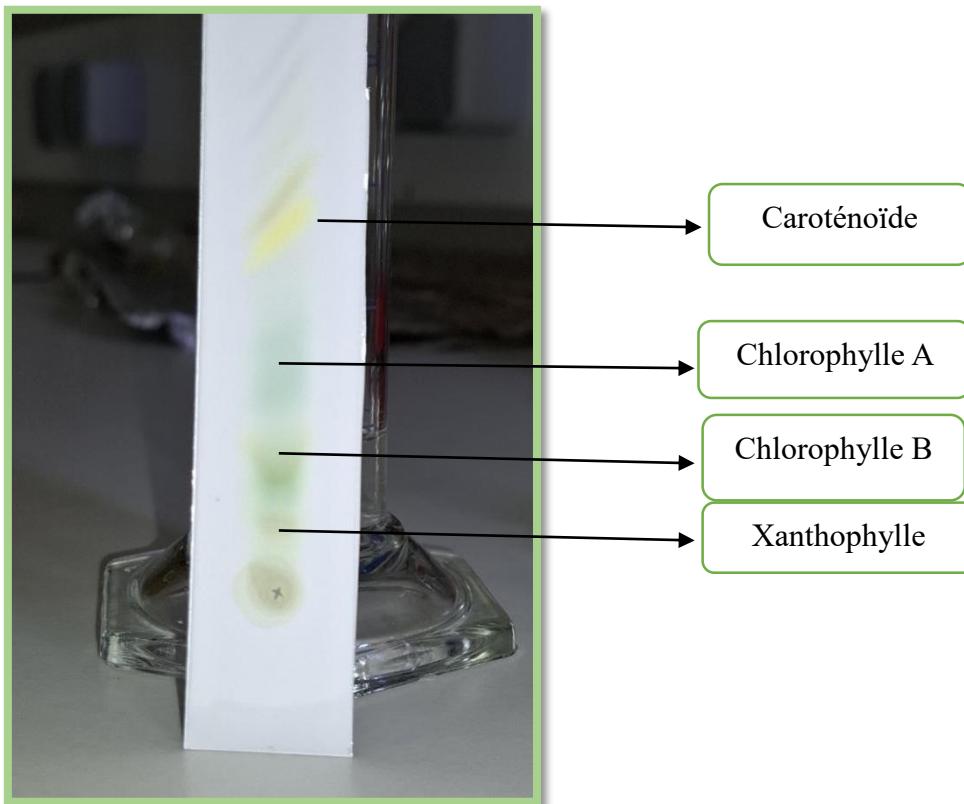


Figure 26 : Résultat de CCM des pigments chlorophylliens (prise par l'auteur)

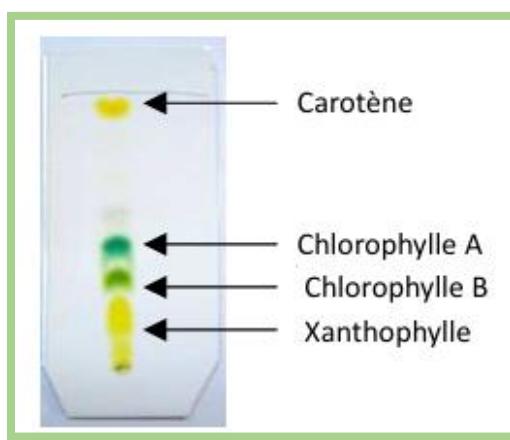


Figure 27 : Modèle comparative de CCM des pigments chlorophylliens

Rapport de stage de Floriane Cere, mars 2014

Discussion des résultats :

4 taches distinctes peuvent être observées sur la plaque

Les pigments extraits ont migré différemment en fonction de leur polarité :

Plus un pigment est non polaire, plus il monte haut

Les pigments plus polaires restent proches des dépôts

- Le pigment le plus rapide à éluer (le plus non polaire) était le caroténoïde, identifiable par une tâche orange en haut de la plaque.
- Le deuxième pigment, à élution moyenne, était la chlorophylle a, avec une coloration bleu-vert.
- Il était suivi par la chlorophylle b, caractérisée par une tâche verte jaunâtre
- Enfin, la xanthophylle, le pigment le moins mobile, a présenté une élution faible, apparaissant sous forme d'une tâche jaune proche du point d'application.

Les résultats précédentes de chromatographie sur couche mince montre que l'extrait testé qu'*urtica dioica* contient les pigments chlorophylliens

Depuis (Repajić et al. 2021) les feuilles d'*urtica dioica* portant des teneurs fortement (4,26–1934,38 mg 100 g⁻¹ dm) des pigments chlorophylliens et caroténoïdes, elles sont les plus abondants pendant la floraison.

III. Analyse quantitative des molécules bioactifs :

III.1. dosage des polyphénols totaux :

La teneur en polyphénols totaux a été estimée par la méthode colorimétrique de Folin Ciocalteu (modifiée). C'est l'une des méthodes les plus anciennes conçue pour déterminer la teneur en polyphénols des plantes médicinales

Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage de l'acide gallique ayant l'équation : $y = ax+b$ [y = 8,359x + 0,0145]

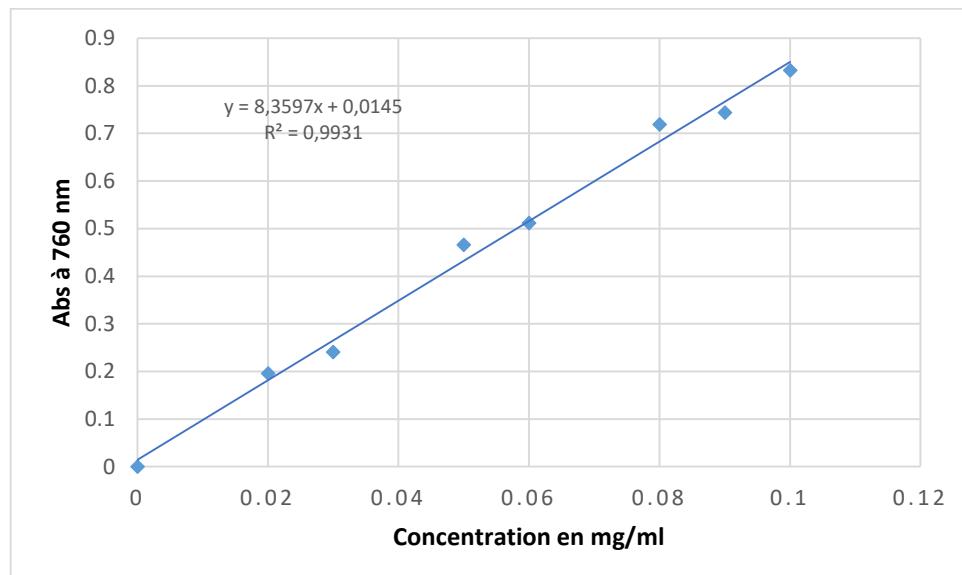


Figure 28 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique

Les teneurs en polyphénols totaux (tableau 14) montrent que l'extrait hydro-éthanolique d'*urtica dioica L* est estimé 86,8mg EAG/g ext

Tableau 13 : teneur en polyphénols totaux d'extrait hydro-éthanolique en mg EAG/g ext

Echantillon dosé	Teneur en polyphénols totaux (mg EAG/g ext)
Extrait éthanoïque d' <i>urtica dioica L.</i>	86,8

Selon nos résultats l'extrait éthanolique d'*Urtica dioica* contient taux très élevé en polyphénols l'étude de (Zouari et al, 2017) qu'ils ont enregistrés des résultats plus proche que nous ($116,9 \pm 5,416$ mg GAE/g) en extrait éthanolique

D'après (Wafa et al, 2022) qui montre les variations des teneurs de polyphénols selon la méthode d'extraction et le solvant utiliser. Cette différence est aussi influencée par les conditions expérimentales comme la pression, la température et le temps d'extraction

III.2. Dosage des flavonoïdes totaux :

La teneur en flavonoïdes déterminée par la méthode calorimétrique au trichlorure d'aluminium (AlCl₃) (modifiée)

Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage de quercétine ayant l'équation : $y = ax+b$ [$y = 0,0016x + 3E-06$]

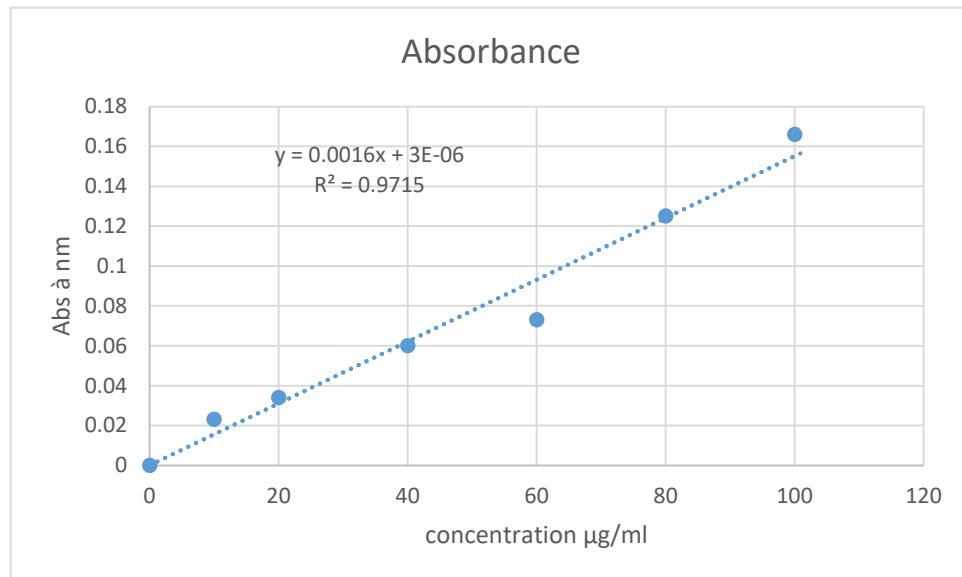


Figure 29 : courbe d'étalonnage de quercétine

Les teneurs en flavonoïdes totaux (tableau 15) montrent que l'extrait hydro-éthanolique *d'urtica dioica L.* est estimé 48,75 mgEQ/g ext ;

Tableau 14 : teneur en flavonoïdes

Echantillon dosé	Teneur en flavonoïdes totaux (mg EQ/g ext)
Extrait éthanoïque d ' <i>urtica dioica L.</i>	48,75

Selon nos résultats, *Urtica dioica* contient une teneur significative de flavonoïdes qui documentent les résultats de criblage

D'après (Djelloul et al, 2022) montre que l'extraction aqueuse avec une teneur de 86,43 mg EC/ g extrait donne des meilleures résultats par rapport au exrtait méthanolique

(10,26 mg EC/g ext), alors que (Zouari et al, 2017) ils ont enregistrés (43mgEQ/g ext) en extrait éthanolique.

(Ramakrishna et Ravishankar, 2011) En effet, les facteurs environnementaux, à savoir température, humidité, lumière intensité, supérent d'eau, minéraux, et CO₂ peut influencer de les variations des teneurs des composés bioactifs ; sachant que la période de récolte et la phase de maturité de plante aussi peut présenter des différents concentrations, être plus élevée chez les jeunes plantes (nencu et al, 2013) comme celle utilisée dans notre étude.

Conclusion

Générale

Conclusion :

Ce travail de recherche a permis de mettre en évidence le potentiel thérapeutique d'*Urtica dioica L.* (ortie) à travers une approche phytochimique. L'étude menée sur les feuilles et les racines de cette plante a révélé une richesse significative en composés phénoliques, (notamment les flavonoïdes, polyphénols), et la présence des pigments chlorophylliens. Ces molécules sont reconnues pour leurs nombreuses vertus pharmacologiques

Le criblage qualitatif a confirmé la présence de plusieurs familles de métabolites secondaires (flavonoïdes, quinones triterpenses, alcaloïdes, coumarines), tandis que les dosages spectrophotométriques par méthode de Folin-ciocalteu et AlCl₃ ont permis de quantifier précisément les teneurs des polyphénols et flavonoïdes totaux.

L'extraction et l'identification des pigments chlorophylliens ont permis de mieux caractériser la composition biochimique des feuilles d'ortie. Ainsi, *Urtica dioica* pourrait être considérée non seulement comme une plante médicinale, mais aussi comme un ingrédient fonctionnel prometteur dans le domaine des produits phytothérapeutiques.

Les résultats obtenus confirment l'intérêt important pour les plantes médicinales dans la prévention et le traitement de nombreuses affections. Toutefois, des études complémentaires, notamment *in vivo* et cliniques, sont nécessaires pour valider l'efficacité et des extraits d'*Urtica dioica* dans un contexte thérapeutique

*Références
Bibliographiques*

Références bibliographiques:

A

Achilonu, M. C., & Umesiobi, D. O. (2015b). Bioactive phytochemicals: Bioactivity, sources, preparations, and/or modifications via silver tetrafluoroborate mediation. *Journal of Chemistry*, 2015, Article ID 629085. <https://doi.org/10.1155/2015/629085>

Achilonu, M. C., & Umesiobi, D. O. (2015a). Bioactive phytochemicals: Bioactivity, sources, preparations, and/or modifications via silver tetrafluoroborate mediation. *Journal of Chemistry*, 2015, 1–22. <https://doi.org/10.1155/2015/629085>

Ahmed, A. U. (2011). An overview of inflammation: Mechanism and consequences. *Frontiers in Biology*, 6(4), 274–281. <https://doi.org/10.1007/s11515-011-1123-9>

Ait Haj Siad, S. A., Sbai El Otmani, I., Derfoufi, S., & Benmoussa, A. (2016). Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.). *HEGEL*, 6(3), 280–292.

Arya PG College. (2020). Detoxification: Necessity of human body. *Alleviation: An International Journal of Nutrition, Gender & Social Development*, 7(7), 1–11.

B

Belmamoun, A., Chafik, M., Ammam, A., Afaf, B., Chadli, R., & Benmaissa, H. (2023). Phytochemical Screening of Methanolic Extract of *Urtica dioica* L. : Antioxidant and Antimicrobial Power for Food Safety. *Egyptian Academic Journal Of Biological Sciences. C, Physiology And Molecular Biology/Egyptian Academic Journal Of Biological Sciences. C, Physiology And Molecular Biology*, 15(1), 27-34.
<https://doi.org/10.21608/eajbsc.2023.280924>

Bertrand, B. (2008). *Les secrets de l'ortie* (10e éd.). Éditions de Terran.

Bertrand, B., & Jeanne, A. (2008). *Les secrets de l'ortie* (10e éd., pp. 45–95). Éditions de Terran

Barbehenn, R. V., & Constabel, C. P. (2011). Tannins in plant–herbivore interactions. *Phytochemistry*, 72(13), 1551–1565. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.040>

Références bibliographique

Benveniste, P. (2004). Biosynthesis and accumulation of sterols. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 429–457. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141616>

Bakhshaei, M., Mohammadpour, A. H., Esmaeili, M., Jabbari Azad, F., Alipour Talesh, G., et al. (2017). Efficacité du traitement de soutien de la rhinite allergique par extrait de racine d'ortie (*Urtica dioica*) : essai clinique randomisé, en double aveugle et contrôlé par placebo. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 16(Suppl), e124921.

<https://doi.org/10.22037/ijpr.2017.1997>

C

Chaouche, T. M., Haddouchi, F., Abbou, F., Aissaoui, M., Boudjemai, O., Ghellai, I., & Senhadji, S. (2021). Phytochemical screening and evaluation of the antioxidant and antibacterial activity of Atriplex halimus from two regions Algeria (El Oued and Tlemcen). *Genetics And Biodiversity Journal*, 5(2), 59-67. <https://doi.org/10.46325/gabj.v5i2.72>

Cazin, H. (2009). *Traité pratique et raisonné des plantes médicinales indigènes* (3e éd.). Paris : Éditions de l'Envol.

Creative Proteomics. (s.d.). *Chlorophyll: Structure, function, and analytical methods*. <https://metabolomics.creative-proteomics.com/resource/chlorophyll-structure-functionanalysis.htm>

Choudhary, R., Patel, B., & Solanki, A. (2021). Wheatgrass (*Triticum aestivum* Linn.): A potential substitute of human blood in traditional system of medicine. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 14(6), 43–47.

D

Daoudi, A.; Bachiri,L.;Bammou, M.;Ibijbien, J. etNassiri, L.(2015).Étude ethnobotanique du Moyen Atlas Central. *Journal scientifique européen*, 11(24) : 226 – 242.

Djelloul, K., Djelloul, R., Zerniz, N., & Hacini, N. (2022). Phytochemical study and evaluation of the antioxidant and antimicrobial activity of the methanolic extract of *Urtica dioica*. *Plant Archives*, 22(2), 366–375. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2022.v22.no2.063>.

Références bibliographique

Delgado, P. (2023). The anti-inflammatory benefits of detoxification for longevity. *Rosy-Cheeked Wellness*. <https://www.rosycheeked.com/wellness/the-anti-inflammatory-benefits-of-detoxification-for-longevity/>

Dar, R. A., Shahnawaz, M., & Qazi, P. H. (2017). General overview of medicinal plants: A review. *The Journal of Phytopharmacology*, 6(6), 349–351.

Devkota, H. P., Paudel, K. R., Khanal, S., Baral, A., Panth, N., Adhikari-Devkota, A., Jha, N. K., Das, N., Singh, S. K., Chellappan, D. K., Dua, K., & Hansbro, P. M. (2022). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.): Nutritional composition, bioactive compounds, and food functional properties. *Molecules*, 27(16), 5219. <https://doi.org/10.3390/molecules27165219> Draghi, F. (2005). *L'ortie dioïque (Urtica dioica L.) : Étude bibliographique* [Thèse de doctorat en pharmacie, Université Henri Poincaré Nancy].

F

Fan, M., Yuan, S., Li, L., Zheng, J., Zhao, D., Wang, C., Wang, H., Liu, X., & Liu, J. (2023). Application of Terpenoid Compounds in Food and Pharmaceutical Products. *Fermentation*, 9(2), 119. <https://doi.org/10.3390/fermentation9020119>

Ferreyra, M. L. F., Rius, S. P., & Casati, P. (2012). Flavonoids: Biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. *Frontiers in Plant Science*, 3, Article 222. <https://doi.org/10.3389/fpls.2012.00222>

Fleurentin, J. (2008). *Plantes médicinales : tradition et thérapeutique*. Éditions Ouest-France.

Fraenkel, G. S. (1959). The raison d'être of secondary plant substances. *Science*, 129(3361), 1466–1470. <https://doi.org/10.1126/science.129.3361.1466>

G

Gruber, G. (2023). Detoxification and inflammation: Understanding the connection. *Science Meets Nature*. <https://sciencemeetsnature.org/detoxification-and-inflammation-understanding-the-connection/>

Références bibliographique

Ghosh, D. (2015). Tannins from foods to combat diseases. *International Journal of Pharma Research & Review*, 4(4), 72–78.

H

Husain, A., Farooq, M., & Khan, S. (2017). A study on wheat grass and its nutritional value. *Flora and Fauna*, 23(Special Issue), 125–128. ISSN 0971-6920.

I

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

K

Karima, M. D., Radia, D., Nawal, Z., & Nesrine, H. (2022). PHYTOCHEMICAL STUDY AND EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE METHANOLIC EXTRACT OF URTICA DIOICA. *PLANT ARCHIVES*, 22(2), 366-375. <https://doi.org/10.51470/plantarchives.2022.v22.no2.063>

Kato, K., Shinoda, T., Nagao, R., Shen, J.-R., & Akita, F. (2020). Structural basis for the adaptation and function of chlorophyll f in photosystem I. *Nature Communications*, 11, Article 238. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13898-5>

Koné, K. P. F. O. (2018, 10 juillet). *Applications des techniques de chromatographie et de spectroscopie dans l'identification des métabolites secondaires de trois plantes antidiabétiques et antihypertensives de la pharmacopée ivoirienne* [Thèse de doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny]. HAL. <https://theses.hal.science/tel-02055347v1>

Khattab, R., Goldberg, E., Lin, L., & Thiyam, U. (2010). Quantitative analysis and free-radical-scavenging activity of chlorophyll, phytic acid, and condensed tannins in canola. *Food Chemistry*, 122(4), 1266–1272. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.081>

L

Louaheb, C. (2022). *Contribution à l'étude des caractéristiques médicinales de l'ortie* [Mémoire de Master, Centre universitaire Abdalhafid Boussouf – Mila].

Références bibliographique

Li, Y., Cui, Y., Hu, X., Liao, X., & Zhang, Y. (2019). Chlorophyll supplementation in early life prevents diet-induced obesity and modulates gut microbiota in mice. *Molecular Nutrition & Food Research*, 63(21), Article 1801219. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201801219>

M

Medzhitov, R. (2008). Origin and physiological roles of inflammation. *Nature*, 454(7203), 428–435. <https://doi.org/10.1038/nature07201>

Martins, T., Barros, A. N., Rosa, E., & Antunes, L. (2023). Enhancing health benefits through chlorophylls and chlorophyll-rich agro-food: A comprehensive review. *Molecules*, 28(14), 5344. <https://doi.org/10.3390/molecules28145344>

N

Negishi, T., Rai, H., & Hayatsu, H. (1997). Antigenotoxic activity of natural chlorophylls. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 376(1–2), 97–100. [https://doi.org/10.1016/s0027-5107\(97\)00030-4](https://doi.org/10.1016/s0027-5107(97)00030-4)

P

Placebo. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 16(Suppl), e124921. <https://doi.org/10.22037/ijpr.2017.1997>

Perdriger, A. (2015). Qu'est-ce qu'un anti-inflammatoire ? *Société Française de Rhumatologie*. <http://public.larhumatologie.fr>

R

Repajić, M., Cegledi, E., Zorić, Z., Pedisić, S., Elez Garofulić, I., Radman, S., Palčić, I., & Dragović-Uzelac, V. (2021). Bioactive compounds in wild nettle (*Urtica dioica* L.) leaves and stalks: Polyphenols and pigments upon seasonal and habitat variations. *Foods*, 10(1), 190. <https://doi.org/10.3390/foods10010190>

S

Références bibliographique

Segura, R., Javierre, C., Lizarraga, M. A., & Ros, E. (2006). Other relevant components of nuts: Phytosterols, folate and minerals. *British Journal of Nutrition*, 96(S2), S36–S44.
<https://doi.org/10.1017/bjn20061862>

Schoonhoven, L. M., Van Loon, J. J. A., & Dicke, M. (2005). *Insect-Plant Biology*. Oxford University Press.

<https://global.oup.com/academic/product/insect-plant-biology-9780198525950>

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.
<https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>

Santiago, M., & Strobel, S. (2013). Thin layer chromatography. In *Methods in Enzymology* (pp. 303–324). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-420067-8.00024-6>

T

Taheri, Y., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Sharifi-Rad, J., Ezzat, S. M., Merghany, R. M., Shaheen, S., Azmi, L., Mishra, A. P., Sener, B., Kılıç, M., Sen, S., Acharya, K., Nasiri, A., Cruz-Martins, N., Fokou, P. V. T., Ydyrys, A., Bassygarayev, Z., Daştan, S. D., ... Cho, W. C. (2022). *Urtica dioica*-derived phytochemicals for pharmacological and therapeutic applications. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, Article 4024331. <https://doi.org/10.1155/2022/4024331>

Toubal, S. (2018). *Caractérisation de la relation chémotypes de l'ortie - bactéries vectorisées associées et évaluation de leurs activité sur Culex sp.* [Thèse de doctorat en écologie des systèmes vectoriels, Université M'hamed Bougara – Boumerdes].

Topçu, G., Ay, M., Bilici, A., Sarıkürkcü, C., Öztürk, M., & Ulubelen, A. (2006). A new flavone from antioxidant extracts of *Pistacia terebinthus*. *Food Chemistry*, 103(3), 816–822.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.028>

V

Références bibliographique

Valnet, J. (1992). *Phytothérapies : traitement des maladies par les plantes* (6e éd., pp. 617–625). Maloine

Vincken, J., Heng, L., De Groot, A., & Gruppen, H. (2006). Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry*, 68(3), 275–297.
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.10.008>

W

Wafa, S., Hanan, S. N., Kheira, S., Abderrezak, K., & Cherif, A. (2022). Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant activities of extracts of *Urtica dioica* L. by different extraction techniques. *Natural Resources and Sustainable Development*, 12(1), 113–128. <https://doi.org/10.31924/nrsd.v12i1.094>

Wang, X., Li, Y., Shen, S., Yang, Z., Zhang, H., & Zhang, Y. (2022). Chlorophyll inhibits the digestion of soybean oil in simulated human gastrointestinal system. *Nutrients*, 14(9), 1749. <https://doi.org/10.3390/nu14091749>

Wink, M. (2010). Introduction: Biochemistry, physiology and ecological functions of secondary metabolites. In *Wiley-Blackwell eBooks* (pp. 1–19).
<https://doi.org/10.1002/9781444320503.ch1>

Winkel-Shirley, B. (2001). Flavonoid biosynthesis: A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. *Plant Physiology*, 126(2), 485–493.

Y

Yilmaz, C., & Gökmen, V. (2015). Chlorophyll. In *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 37–41). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00147-1>

Z

Zheng, J., Zhou, Y., Li, S., Zhang, P., Zhou, T., Xu, D. P., & Li, H. B. (2018). Chlorophyllin modulates gut microbiota and inhibits intestinal inflammation to ameliorate hepatic fibrosis in mice. *Frontiers in Physiology*, 9, 1671. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01671>

Références bibliographique

Zhong, X., Liu, Y., Wang, Y., Jiang, Y., Chang, H., Zhang, Y., & Yang, G. (2021). The metabolism and potential bioactivity of chlorophyll and metallo-chlorophyll derivatives in the gastrointestinal tract. *Molecular Nutrition & Food Research*, 65(7), 2000761.
<https://doi.org/10.1002/mnfr.202000761>

Zeng, Y., Pu, X., Yang, J., Du, J., Yang, X., Li, X., & Li, Y. (2018). Preventive and therapeutic role of functional ingredients of barley grass for chronic diseases in human beings. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, Article ID 3232080.
<https://doi.org/10.1155/2018/3232080>

Ziegler, J., & Facchini, P. J. (2008). Alkaloid biosynthesis: Metabolism and trafficking. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 735–769.
<https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092730>

Zouari Bouassida, K., Bardaa, S., Khimiri, M., Rebaii, T., Tounsi, S., Jlaiel, L., & Trigui, M. (2017). Exploring the *Urtica dioica* Leaves Hemostatic and Wound-Healing Potential. *BioMed research international*, 2017, 1047523. <https://doi.org/10.1155/2017/104752>

Année universitaire : 2024-2025

Présenté par : Hallel Darine

Bouhidel Aya Abir

Etude phytochimique des feuilles d'ortie
d'*Urtica dioica L.*

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en biologie végétale

La famille des Urticaceae regroupe environ 45 genres et plus de 2 000 espèces, réparties dans le monde entier, principalement dans les régions tropicales et tempérées. Elle se caractérise par des plantes herbacées ou arbustives, souvent pourvues de poils urticants contenant des substances chimiques irritantes.

Le genre *Urtica*, et plus précisément l'espèce *Urtica dioica L.*, est l'une des plus connues pour ses vertus médicinales et sa richesse en métabolites secondaires (flavonoïdes, polyphénols, chlorophylle, etc.).

mettre en évidence le potentiel phytochimique. Pour cela, des extraits ont été obtenus à partir des feuilles et des racines par macération dans un solvant hydro-éthanolique (70 %). Un criblage phytochimique qualitatif a permis d'identifier la présence de plusieurs groupes de métabolites secondaires, tels que les flavonoïdes, alcaloïdes, stérols, quinones et coumarines. Les analyses quantitatives ont confirmé une teneur notable en polyphénols et flavonoïdes, avec un dosage réalisé par spectrophotométrie (méthodes Folin-Ciocalteu et AlCl₃). Les pigments chlorophylliens ont été isolés et séparés par chromatographie sur couche mince (CCM)

Mots-clés : *Urtica dioica*, partie aérienne, partie racinaire, composés phénoliques, Chlorophylle, CCM, spectrophotométrie.

Laboratoires de recherche : laboratoire de Biochimie (U Constantine 1 Frères Mentouri).

Laboratoire d'ENSB (U Constantine 3 Salah Boubnider).

Président du jury : Chibani Salih (MC(A) - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Zeghbidi Nassim Lotfi (MC(B) - UFM Constantine 1).

Examinateur(s) : Chaabna Naila (- UFM Constantine 1)