



Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي République  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان  
Université ABOU BEKR BELKAID – TLEMEN  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la  
Terre et de l'Univers  
Département de BIOLOGIE  
Laboratoire de recherche LAPSAB : « antibiotique, antifongique,  
Physico-chimie, synthèse et activités biologiques »

# MÉMOIRE

Présenté par

**Mlle BEKKOUCHE Chahrazed**

En vue de l'obtention du diplôme de  
master

Filière : Sciences biologiques

Option : **Biochimie**

## Thème

*Evaluation de l'activité antioxydante et formulation  
cosmétique à base d'extrait d'*Urtica dioïca**

Devant le jury :

<b>Président</b>	Mr RAHMOUN M.N.	Professeur	Université de Tlemcen
<b>Examinatrice</b>	Mme MEDJDOUB H.	Maître de conférences A	Université de Tlemcen
<b>Encadrant</b>	Mlle MEZOUAR D.	Maître de conférences A	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2023– 2024

## الملخص

نبات القُرّاص هو نبات طبي ينتمي إلى فصيلة القُرّاص. يعتبر من النباتات الطبية الأكثر شيوعاً في الطب الجزائري التقليدي لعلاج الأمراض المختلفة.

يركز هذا العمل على دراسة كيميائية نباتية (اختبارات كيميائية نباتية نوعية، والفحص الكمي للمركبات الفينولية والفلافونويدات) للمستخلصات الخامة المائية والمائية-الإيثانولية التي تم تحضيرها عن طريق نقع الأجزاء الهوائية (الأوراق) من نبات القراص. كما تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة في المختبر باستخدام طريقة: تثبيط الجذور الحرة DPPH. وأخيراً، تم تحضير مرهم موضعي له تأثيرات محتملة مضادة للالتهابات ومسكن للألم.

كشفت نتائج اختبارات الكيمياء النباتية عن وجود قلويدات بكاشف Wagner والعفص والصابونين، وكذلك المركبات المختزلة في مستخلص الهيدروإيثانول والتريبيونيدات في المستخلص المائي. ولم تظهر القلويدات مع كاشف Mayer والفلافونويدات والكينونات الحرة والأنثراكينونات. أظهرت الفحوصات الكمية للمركبات الفينولية والفلافونويدات كميات مختلفة في المستخلصين الخامين المدروسين. وأظهر مستخلص الهيدروإيثانول نسبة عالية من المركبات الفينولية الكلية بقيمة  $138.8 \pm 0.066$  ميكروغرام مكافئ حمض الغاليك لكل مليغرام من المستخلص. في حين أن المستخلص المائي أظهر محتوى عالٍ من الفلافونويد يبلغ حوالي  $150.166 \pm 0.010$  ميكروغرام مكافئ الكاتشين لكل مليغرام من المستخلص.

أظهرت دراسة النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات نبات القراص الخام أن مستخلص الإيثانول المائي له نشاط جيد مضاد للأكسدة بقيمة  $IC_{50}$  تساوي  $95.445 \pm 0.009$  ميكروغرام /مل.

كان المرهم المُستخدم لتسكين الآلام والمضادة للالتهابات الذي تم الحصول عليه يحتوي على معايير فيزيائية بدت مقبولة (اللون والرائحة والمظهر).

وتشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن هذه النبتة لها تطبيقات محتملة في عدد من المجالات، خاصة في المجال العلاجي لتأثيراتها المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات والمسكنة للآلام.

**الكلمات المفتاحية:** نبات القُرّاص، المستخلصات الخام، النشاط المضاد للأكسدة، الفلافونويد، المركبات الفينولية، مرهم موضعي.

## Résumé

*Urtica dioïca* L., est une plante médicinale qui appartient à la famille des Urticacées. Elle est considérée comme l'une des plantes médicinales les plus fréquentes et utilisées en médecine traditionnelle en Algérie pour le traitement de diverses maladies.

Ce travail porte sur l'étude phytochimique (tests phytochimiques qualitatifs, dosage quantitatif des composés phénoliques et des flavonoïdes) des extraits bruts aqueux et hydro-éthanolique, préparés par macération des parties aérienne (feuilles) d'*Urtica dioïca*. De plus, une évaluation de l'activité antioxydante est réalisée, *in vitro*, par la méthode de piégeage du radical libre DPPH. A la fin, une pommade topique, qui pourrait avoir des effets anti-inflammatoire et anti-douleur, a été préparée.

Les résultats des tests phytochimiques ont révélé la présence des alcaloïdes avec le réactif de Wagner, les tanins et les saponines, ainsi les composés réducteurs dans l'extrait hydro-éthanolique et les terpénoïdes dans l'extrait aqueux. Les alcaloïdes avec le réactif de Mayer, les flavonoïdes, les quinones libres et les anthraquinones ont été absents. Les dosages quantitatifs des composés phénoliques et des flavonoïdes ont montré des quantités variables dans les deux extraits bruts étudiés. L'extrait hydro-éthanolique a présenté une teneur élevée en composés phénoliques totaux avec une valeur de  $138.8 \pm 0.066 \mu\text{g Eq AG /mg d'extrait}$ . Alors que l'extrait aqueux a exhibé une teneur élevée en flavonoïde de l'ordre de  $150,166 \pm 0,010 \mu\text{g Eq C /mg d'extrait}$ .

L'étude de l'activité antioxydante des extraits bruts de l'ortie, a montré que l'extrait hydro-éthanolique présente une bonne activité anti-radicalaire avec une  $CI_{50}$  de l'ordre de  $95,445 \pm 0,009 \mu\text{g/ml}$ .

Pour la pommade topique anti-inflammatoire anti-douleur obtenue, elle a présenté des paramètres physiques qui semblaient être acceptable (couleur, odeur et aspect).

Les résultats obtenus suggèrent que cette plante possède un potentiel d'application dans différents domaines, notamment dans les domaines thérapeutiques pour ses effets antioxydants, antiinflammatoire et antidouleur.

**Mots clés :** *Urtica dioïca*, extraits bruts, activité antioxydante, flavonoïdes, composés phénoliques, pommade topique.

## Abstract

*Urtica dioïca* L., is a medicinal plant belonging to the Urticaceae family. It is considered one of the most common medicinal plants used in traditional Algerian medicine for the treatment of various illnesses.

This work focuses on the phytochemical study (qualitative phytochemical tests, quantitative determination of phenolic compounds and flavonoids) of aqueous and hydro-ethanolic crude extracts, prepared by maceration of the aerial parts (leaves) of *Urtica dioïca*. Antioxidant activity was also assessed *in vitro*, using the DPPH free radical scavenging method. Finally, a topical ointment with potential anti-inflammatory and pain-relieving effects was prepared.

Phytochemical test results revealed the presence of alkaloids with Wagner's reagent, tannins and saponins, as well as reducing compounds in the hydroethanolic extract and terpenoids in the aqueous extract. Alkaloids with Mayer's reagent, flavonoids, free quinones and anthraquinones were absent. Quantitative assays for phenolics and flavonoids showed variable amounts in the two crude extracts studied. The hydroethanolic extract showed a high content of total phenolic compounds with a value of  $138.8 \pm 0.066 \mu\text{g AGE /mg extract}$ . Whereas the aqueous extract exhibited a high flavonoid content in the order of  $150.166 \pm 0.010 \mu\text{g CE /mg extract}$ .

A study of the antioxidant activity of crude nettle extracts showed that the hydroethanolic extract exhibited a good scavenging activity, with an IC<sub>50</sub> in the order of  $95.445 \pm 0.009 \mu\text{g/ml}$ .

The topical anti-inflammatory pain-relieving ointment obtained had physical parameters that appeared to be acceptable (color, odor and appearance).

The results obtained suggest that this plant has potential applications in a number of fields, notably in the therapeutic field for its antioxidant, anti-inflammatory and pain-relieving effects.

**Key words:** *Urtica dioïca*, crude extracts, antioxidant activity, flavonoids, phenolic compounds, topical ointment.

# **Dédicaces**

*Avec l'aide de dieu tout puissant qui a ordonné ma vie, j'ai pu faire ce travail*

*Tous les mots ne peuvent pas exprimer la gratitude, l'amour, le respect et l'appréciation je dédie simplement ce travail à :*

*À ma merveilleuse mère,*

*Dans mon cœur, tu es source de tendresse et de dévouement qui ne cesse de m'encourager et de prier pour moi. Vos prières et vos bénédictions m'ont aidé à réussir mes études. Votre présence constante pour me reconforter a été inestimable. En ce jour inoubliable pour nous deux, je vous dédie cette œuvre pour vous exprimer mon profond amour. Que dieu vous accorde la santé et le bien-être et vous accorde la vie et le bonheur je vous aime*

*A mon cher père,*

*La personne la plus honorable, ma fierté, la chose la plus précieuse que j'ai, mon côté constant, la joie de mes jours et tous mes espoirs. Mon soutien dans cette vie en toutes circonstances. Tous les remerciements du monde ne pourraient vous exprimer ma gratitude. Que dieu tout-puissant vous protège*

*À ma grand-mère,*

*Ces quelques lignes ne sauraient exprimer toute l'affection et tout l'amour que je te dois. Que dieu te préserve et t'accorde santé et prospérité.*

*Je dédie ce travail également à ma petite famille bien-aimée, à mon grand frère Omar, à mes sœurs Amel et Manel et Samira, ainsi qu'à mes petites frères Diyaa dine, Amine et Anes. A ma chère tante Rabia,*

*Mes oncles Youcef, Abbas et leur famille. Que notre lien familial demeure fort. Que nos liens d'amour continuent de grandir et que nous puissions partager encore de nombreux moments heureux ensemble*

## ***A ma meilleure docteur Samira***

***Ma sœur ; que ma mère n'a pas mise au monde, mon soutien constant, amie des chemins et des situations, je te dédie ce travail avec la sincère gratitude et mes remerciements qui ne peuvent s'exprimer avec des mots, la meilleure coïncidence que le monde ait apportée moi avec. Je vous souhaite bonne chance et succès. Fritta, je t'aime***

***J'ai une profonde gratitude envers tous mes chers amis et collègues, et il est impossible pour moi d'oublier de l'exprimer. Je tiens particulièrement à remercier mes meilleurs amis, Yasmine, Smahane, Fatiha, Fatou mA, Imane, Hanane, Hadjer, Bouchra, mes frères Ihab, Abdou, wahib, islâm, Adem, Younes, Mustapha, à mes cousines Sarah, kawther, Dounia, Asma, mes cousins Bouziane, Raouf, pour leur attitude virile et leur soutien inébranlable lors des moments difficiles. Du fond du cœur, je vous adresse mes plus sincères remerciements.***

***Je tiens à exprimer ma gratitude envers tous les membres de la famille Bekkouche et Benmahdjouba pour m'avoir entouré d'amour et d'encouragement. Votre soutien Inconditionnel et votre présence bienveillante ont été une source d'inspiration et De réconfort tout au long de mon parcours. Je vous suis profondément reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi.***

# Remerciements

*Avant tout, mes remerciements à mon dieu ALLAH le tout puissant qui m'a aidé à faire ce travail et qui m'a donné le courage, la patience et la santé durant toutes ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce niveau.*

*Tout d'abord, je remercie mes parents ; mon frère et mes sœurs car ils ont été mon soutien constant pendant cette période.*

*Je tenais également à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu*

*En particulier :*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers ma chère encadrante Mlle MEZOUAR Dounia, maître de conférences A au département de biologie de la faculté SNV-STU de l'université de Tlemcen. Je suis honorée qu'elle a accepté de superviser ce travail malgré son emploi du temps chargé. Ses conseils avisés et sa patience infinie lors des corrections répétées de mon manuscrit, ont été une aide précieuse. Malgré les nombreuses imperfections qui demeuraient, elle a fait preuve d'une compréhension hors pair. Ses qualités humaines et ses qualités de pédagogue méritent la plus grande admiration. Qu'elle soit assurée de ma profonde gratitude pour le soutien et le temps considérable qu'elle m'a accordé tout au long de ce projet.*

*Je remercie les membres de jury :*

*Mes sincères remerciements vont à Mr RAHMOUN M.N Professeur au département de Biologie, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen-, d'avoir  
Accepté de présider le jury.*

*Je Remercie chaleureusement Mme MEJDOUB H, maître de conférences A au département de Biologie à l'université de Tlemcen, d'avoir accepté de juger et d'examiner ce travail.*

*J'adresse également mes remerciements à Mr Aissaoui Mohammed maître de conférences B, pour son aide et ses conseils, je le remercie beaucoup.*

*J'adresse également mes remerciements à la doctorante AMIRA MIMOUN pour ses efforts et sa présence constante à mes côtés. Vous avez été comme une sœur pour moi, je vous remercie du fond du cœur et je lui souhaite du succès et la réalisation de ses objectifs.*

*Je remercie tous les enseignants du département de biologie de l'université de Tlemcen, qui nous ont transmis leur savoir durant les cinq années d'étude.*

*Un grand merci pour les techniciennes de laboratoire Mme Fouzia et Mlle Rachida.*

*Enfin je remercie mes collègues et toute la promo de la biochimie, vous êtes les meilleurs*

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : La plante d' <i>Urtica dioïca</i> L. (Harford, 2019) .....	4
<b>Figure 02</b> : <i>Urtica dioïca</i> L.....	6
<b>Figure 03</b> : Feuille <i>Urtica dioïca</i> . L.....	7
<b>Figure 04</b> : Tige... ..	7
<b>Figure 05</b> : Fleurs males... ..	8
<b>Figure 06</b> : Fleurs femelles... ..	8
<b>Figure 07</b> : Fruits... ..	8
<b>Figure 08</b> : Différentes racines d' <i>Urtica dioïca</i> L... ..	9
<b>Figure 09</b> : Poil urticant d' <i>Urtica dioïca</i> L (Fleurentin, 2008) .....	9
<b>Figure 10</b> : Elusane aubepine .....	14
<b>Figure 11</b> : Prost-flux... ..	14
<b>Figure 12</b> : Arkogelule .....	14
<b>Figure 13</b> : Schéma du stress oxydatif induit par les radicaux libres... ..	19
<b>Figure 14</b> : Conséquences cellulaires induits par le stress oxydatif... ..	20
<b>Figure 15</b> : Maladies liées au stress oxydatif... ..	21
<b>Figure 16</b> : Schéma récapitulatif du protocole expérimental réalisé sur les feuilles d' <i>UD</i> .....	32
<b>Figure 17</b> : Feuilles d' <i>UC</i> séchées et en poudre.....	51
<b>Figure 18</b> : Cire d'abeille naturelle .....	51
<b>Figure 19</b> : Mélanges d'huiles... ..	51
<b>Figure 20</b> : Boites de pommade .....	51
<b>Figure 21</b> : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des composés phénoliques totaux .....	50
<b>Figure 22</b> : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des composés phénoliques totaux... ..	50
<b>Figure 23</b> : Représentation de régression linéaire des pourcentages d'inhibition de radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait hydro-éthanolique.....	40
<b>Figure 24</b> : Représentation de régression linéaire des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait aqueux.....	40
<b>Figure 25</b> : Représentation de régression linéaire des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'acide ascorbique .....	41
<b>Figure 26</b> : Produit final .....	42

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Classification de l' <i>Urtica dioïca</i> L. (Toubal, 2018).....	6
<b>Tableau 02</b> : Composés chimiques présents dans <i>Urtica dioïca</i> (Boyrie, 2016) ...	10
<b>Tableau 03</b> : Médicaments contenant de l' <i>Urtica dioïca</i> L.....	14
<b>Tableau 04</b> : Principaux antioxydants non enzymatiques et sources alimentaires associées (Koechlin, 2006).....	23
<b>Tableau 05</b> : Plantes médicinales étudiées pour leur activités antioxydantes .....	25
<b>Tableau 06</b> : Caractéristiques des extraits bruts hydro-éthanolique et aqueux des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i> .....	35
<b>Tableau 07</b> : Résultats des tests phytochimiques qualitatifs des extraits bruts des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i> .....	36
<b>Tableau 08</b> : Teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes dans les extraits d' <i>UD</i> .....	38
<b>Tableau 09</b> : Valeurs des $CI_{50}$ des extraits bruts d' <i>Urtica dioïca</i> et de l'acide ascorbique .....	41
<b>Tableau 10</b> : Résultats des paramètres organoleptiques de la pommade .....	43

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADN : Acide désoxyribonucléique

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

CI<sub>50</sub> : Concentration inhibitrice à 50 %

CAT : Catalase

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : Peroxyde d'hydrogène

APX : Ascorbate peroxydases

SOD : Superoxyde dismutase

V/v : Volume/Volume

NaOH : Hydroxyde de sodium

ERO : Espèces réactives de l'oxygène

SAL : Sclérose latérale amyotrophique

POD : Peroxydase

GPX : Glutathion peroxydases

FAEDf : Fraction acétate d'éthyle récupérée à partir de l'extrait hydrométhanolique décocté

EBDf : Extrait brut hydrométhanolique décocté

(O<sup>-2</sup>) : Superoxyde

UD : *Urtica dioïca*

HCL : Acide chlorhydrique

FeCl<sub>3</sub> : Chlorure de fer

H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub> : Acide phosphotungstique

NaNO<sub>2</sub> : Nitrite de sodium

AlCl<sub>3</sub> : Chlorure d'aluminium

E C/mg E : Microgramme équivalent catéchine par milligramme d'extrait

EAG/mg E : Microgramme équivalent acide gallique par milligramme d'extrait

# Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... 1

## Première partie : synthèse bibliographique

### Chapitre 1 : Présentation botanique et biologique de la plante *Urtica dioïca. L*

1.	Introduction.....	4
2.	Dénominations de l'ortie.....	5
3.	Origine et aire de répartition.....	5
4.	Classification et Caractères Botaniques.....	5
5.	Description de l'Ortie dioïque.....	6
5.1.	Feuille.....	7
5.2.	Tige.....	7
5.3.	Fleurs.....	7
5.4.	Fruit et la graine.....	8
5.5.	Racines.....	8
5.6.	Poils (L'action urticante).....	9
6.	Composition chimique d' <i>Urtica dioïca L</i> .....	10
7.	Utilisation d' <i>Urtica dioïca</i> .....	11
7.1.	Utilisation thérapeutique traditionnelle.....	12
7.2.	Application industrielle.....	12
7.3.	Utilisations alimentaires.....	12
a)	Utilisation d' <i>U. dioïca L.</i> en alimentation animale.....	13
b)	Utilisation d' <i>U. dioïca L.</i> comme pesticides botaniques.....	13

c)	Utilisation d' <i>U. dioïca</i> L. Dans la préparation du pain.....	13
7.4.	Application médicinale.....	13
8.	La phytochimie d' <i>Urtica dioïca</i> L.....	15
8.1.	Les métabolites primaires.....	15
9.	Toxicité.....	15

## **Chapitre 2 : Plantes médicinales et pouvoir oxydatif**

1.	Stress oxydatif .....	18
1.1.	Définition.....	18
1.2.	Origine du stress oxydant .....	18
2.	Radicaux libres.....	18
3.	Conséquences du stress oxydant.....	19
4.	Maladies liées aux stress oxydatif.....	20
5.	Antioxydants.....	21
5.1.	Définition.....	21
5.2.	Principaux antioxydants.....	22
5.2.1.	Antioxydant enzymatiques.....	22
a)	Superoxyde dismutase (SOD.....	22
b)	Enzyme catalase (CAT).....	22
c)	Glutathionne peroxydase (GPX.....	22
5.2.2.	Antioxydants non enzymatiques.....	23
6.	Plantes médicinales et propriétés antioxydantes.....	23
6.1.	Intérêt biologique des plantes médicinales.....	24
6.2.	Plantes à activités antioxydantes.....	24

## **Deuxième partie : Étude expérimentale**

### **Matériel et méthodes**

1.	Objectif.....	27
2.	Analyse phytochimique .....	27
2.1.	Matériel végétal.....	27
2.2.	Extraction du matériel végétal.....	27
2.2.1.	Préparation des extraits.....	27
2.2.2.	Calcul des rendements d'extractions.....	28
2.3.	Analyse phytochimique qualitative des extraits bruts de l'ortie.....	28
2.3.1.	Alcaloïdes.....	28
2.3.2.	Composés phénoliques.....	28
2.3.3.	Saponines.....	29
2.3.4.	Terpénoïdes .....	29
2.3.5.	Composés réducteurs.....	29
2.4.	Dosage des composés phénoliques .....	29
2.4.1.	Dosage des composés phénoliques totaux.....	29
2.4.2.	Dosage des flavonoïdes .....	30
3.	Test de piégeage du radical 2,2-diphényl picrylhydrazyl (DPPH•).....	30
3.1.	Principe.....	30
3.2.	Mode opératoire.....	33
4.	Préparation de la pommade anti-inflammatoire (anti-douleur) .....	33
4.1.	Ingrédients de la pommade.....	33
4.2.	Mode opératoire.....	33

## **Résultats et Discussion**

1.	Etude phytochimique .....	35
1.1.	Rendement des extraits bruts d' <i>Urtica dioica</i> .....	35
1.2.	Screening phytochimique qualitatif .....	36

1.3. Dosage des composés phénoliques totaux et des flavonoïdes .....	37
2. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits bruts d' <i>Urtica dioïca</i> par piégeage du radical libre (DPPH) .....	39
3. Evaluation de la pommade .....	42
<b>Conclusion</b> .....	46
<b>Références bibliographiques</b> .....	48
<b>Annexes</b> .....	50

---

*Introduction*  
*générale*

---

## Introduction générale

Le stress oxydatif dans les organismes vivants résulte du déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) et la capacité à les neutraliser. La disparité entre l'excès de molécules réactives et la faiblesse des défenses endogènes entraîne des dommages aux structures cellulaires et aux molécules telles que les lipides, les protéines et l'ADN, contribuant ainsi à la pathogenèse d'un large éventail de maladies (**Vona et al., 2021**).

Par conséquent, les systèmes complexes d'antioxydants enzymatiques et non enzymatiques ont la capacité de contrer les effets néfastes des oxydants et des radicaux libres qui peuvent entraîner des maladies. Un antioxydant est un type de composé qui stabilise, piège et supprime la production d'oxydants et de radicaux libres. Ainsi, la consommation d'antioxydants issus de sources naturelles, tels que les légumes verts, les fruits et les plantes médicinales, peut aider à se protéger des oxydants et des radicaux libres sans effets secondaires (**Haida et Hakiman, 2019**).

Les plantes médicinales jouent un rôle majeur en tant qu'outil thérapeutique majeur, puisque plus de 50 % des médicaments actuellement disponibles sont d'origine végétale (**Chaib, 2018 ; Stankovic, 2020 ; Nea, 2021**).

En tant que centres phytochimiques, les plantes contiennent également un nombre significatif de nutriments importants pour la promotion de la santé. L'utilisation de la valeur nutritionnelle indéniable de plusieurs plantes riches en nutriments, vitamines, minéraux et composés phénoliques dans la conception de nouvelles formulations et de produits industriels prometteurs est une approche attrayante. Ces bioproduits sont appelés aliments fonctionnels, nutraceutiques, cosméceutiques et compléments alimentaires (**Soto et al., 2018 ; Jaramillo Flores, 2019 ; Piccolella et al., 2019**).

L'ortie, (*Urtica dioïca* L.) de la famille des Urticaceae, est une plante herbacée vivace répandue presque partout dans le monde, et est facilement reconnaissable dès les premiers stades de sa croissance, et sa piqûre peut être douloureuse. Au fil des années, *U. dioïca* a trouvé des applications dans plusieurs domaines, de son utilisation comme engrais à son rôle dans les cosmétiques ou dans la production de textiles (**Garmendia et al., 2018 ; Singh et Kali, 2019**). *U. dioïca* trouve également des applications dans l'industrie alimentaire, où elle est utilisée en nutrition et comme source de chlorophylle comme un ingrédient colorant (**Jan et al., 2017**). Plus important encore, *U. dioïca* a attiré l'attention des chercheurs en tant que source de composés naturels bioactifs (**Delahaye, 2015**).

## ***Introduction générale***

C'est dans cette optique, que nous nous sommes intéressés à évaluer l'activité antioxydante d'*Urtica dioïca* L. Notre approche expérimentale comprend les étapes suivantes :

- Screening phytochimique pour rechercher les classes chimiques présents dans les extraits bruts des feuilles d'*Urtica dioïca* ;
- Dosages quantitatifs des composés phénoliques totaux et des flavonoïdes de ces extraits ;
- Évaluation du pouvoir antiradicalaire, *in vitro*, des extraits aqueux et hydro-éthanolique en utilisant la méthode de piégeage du radical libre DPPH ;
- Préparation d'une formulation de pommade topique selon une méthode traditionnelle, qui pourrait avoir des effets anti-inflammatoire et antidouleur à partir des feuilles de la plante.

Cette étude nous permettra de mieux comprendre les propriétés antioxydantes de cette plante et son potentiel en tant qu'agent thérapeutique naturel contre l'inflammation et la douleur.

# Première Partie

---

## *Partie* *bibliographique*

---

**Chapitre 1 : Présentation botanique et biologique de la plante *Urtica dioïca*.**

**L**

## 1. Introduction

*Urtica dioïca*, aussi connue sous le nom de grande ortie, est une plante piquante à feuilles opposées et dentées, de la famille des urticacées. Cette famille comprend 48 genres et 1000 espèces, allant des régions tropicales aux régions tempérées (Botineou, 2010).

L'ortie est une plante communément appelée « horaïg » ou « azekdouf » dans la région kabyle (Beloued, 2001).

En général, elle se rencontre dans les ravins frais des montagnes, les zones humides et les zones agricoles riches en nitrate, telles que Djurdjura, Meliana, Blida et Tlemcen (Beloued, 2001).

La floraison et la disponibilité de cette plante se situent entre avril et septembre, et cette période peut varier en fonction de la région et du climat (Couplan, 2007). La **Figure 01** présente les diverses parties de la plante d'ortie.



**Figure 01** : La plante d'*Urtica dioïca* L. (Harford, 2019)

## **2. Dénominations vernaculaires de l'ortie :**

Certaines régions du monde utilisent la nomenclature suivante pour *Urtica dioïca*. L :

- ❖ En français : Ortie dioïque.
- ❖ En anglais : Stingingnettle (**Schauenberg et Paris, 2016**).
- ❖ En arabe : Horaïg, Bent en Nar, Bou zegdouf.
- ❖ En berbère : Rimezrit, Azekdouf, Harrous (**Beloued, 2001**).

## **3. Origine et aire de répartition :**

L'*Urtica dioïca* L est originaire d'Eurasie (**Delahye, 2015**). Cette plante se rencontre dans toutes les régions froides et tempérées du monde, avec une forte présence en Europe du Nord et en Asie, et moins en Europe du Sud, en Afrique du Nord et en Amérique du Nord. Sa présence dans les régions montagneuses et les régions où les précipitations annuelles sont élevées, peut témoigner de sa capacité à s'adapter à différents environnements (**Draghi, 2005 ; Viotti et al., 2022**). On la retrouve en Algérie dans les montagnes de Kabylie (Bouira et Tizi-Ouzou) et les régions de Blida. Elle peut pousser sur tous les types de terrains, argileux ou sablonneux, calcaires ou siliceux qui doivent être riches en azote (plante nitrophile) et humides (plante hydrophile).

Elle se retrouve particulièrement dans les terrains près des maisons, ce qui lui procure les conditions favorables à sa croissance. C'est la raison pour laquelle elle se rencontre dans les jardins, les terrains abandonnés en friche, sur les chemins, dans les haies, les fossés, dans les ruines et les vestiges (**Delahye, 2015**).

## **4. Classification et caractères botaniques :**

*Urtica dioïca* L. est une plante herbacée vivace, qui peut atteindre une hauteur de 60 à 150 cm. Le terme *Urtica*, également connu sous le nom scientifique d'*Urtica dioïca* L., est dérivé du latin *uro* ou *urere* qui signifie « je brûle », en raison de ses poils urticants très irritants. Le mot *dioïca* provient du grec *δίοικο*, ce qui signifie qu'il s'agit d'une plante unisexuée avec des fleurs mâles et femelles qui sont portées par des pieds distincts. (**Luc, 2010 ; Delahaye, 2015**).

D'après l'Angiosperme Phylogénie Group APGIII (2009), *Urtica dioïca* L se trouve dans la position systématique mentionnée dans le **Tableau 01**.

**Tableau 1 :** Classification de l'*Urtica dioïca* L. (Toubal, 2018).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta, (plantes vasculaires)
Embranchement	Magnoliophyta (phanérogames)
Sous-embranchement	Magnoliophytina (angiospermes)
Classe	Rosidae (Magnoliopsida)
Sous-classe	Rosidae (dialycarpellées)
Ordre	Rosales
Famille	Urticaceae
Genre	<i>Urtica</i>
Genre espèces	<i>Urtica dioïca</i> L

### 5. Description de l'Ortie dioïque :

Le naturaliste *suédois Carl von Linné*, qui a établi la nomenclature binominale, l'a décrit pour la première fois en 1753 (Delahaye, 2015). On la désigne également sous d'autres noms vernaculaires, tels que *Grande Ortie* et *Ortie piquante* en français, ainsi que par Qarris (*Elhourayg*) en arabe, *Azagtouf*, en kabyle et *Common nettle* en anglais (Toubal, 2018). Elle est largement employée à des fins alimentaires, industrielles et agricoles et est considérée comme l'une des plantes médicinales les plus bénéfiques et les plus efficaces (Warren, 2006). L'ortie est une plante herbacée vivace, vigoureuse et à long terme qui possède un rhizome jaune rampant, nitrophile. Elle est couverte de poils crochus irritants et peut atteindre une hauteur de 1,50 mètres (Figure 02) (Beloued, 2001).



**Figure 02 :** *Urtica dioïca* L

### 5.1. Feuille :

En général, les feuilles d'*Urtica dioïca* L. ont une longueur de plus de 5 cm, et une couleur vert foncé en raison de sa forte teneur en chlorophylle. Elles sont alternes ou opposées deux à deux, ovales à lancéolées, et généralement cordiformes.

Ils se terminent par une pointe, à bords irrégulièrement dentelés, charnues et simples (**Figure 03**). Souvent plus longues que large. Sur la face supérieure, elles sont couvertes de poils urticants, tandis que sur la face inférieure, les nervures sont prononcées. Les cystolithes sont des corpuscules calcifiés présents dans les cellules épidermiques (**Delahaye, 2015**).



**Figure 03 : Feuille d'*Urtica dioïca. L***

### 5.2. Tige :

La tige d'*Urtica dioïca* L est non ramifiée, solide, dressée, recouverte de poils urticants (**Figure 04**) et de forme quadrangulaire. Elle peut atteindre une hauteur de 1,5 mètre (**Delahaye, 2015**).



**Figure 04 : Tige d'*Urtica dioïca. L***

### 5.3. Fleur :

En général, elles sont petites et de forme régulière. Elles sont unisexuées, avec des plantes monoïques ou dioïques. Les fleurs ont une forme haplochlamyde, c'est-à-dire qu'elles ont un

périanthe composé de 3 à 6 sépales qui se trouvent libres, ou liés ensemble (**Figure 05 et 06**) (**Delahaye, 2015**).



**Figure 05 : Fleurs mâles**



**Figure 06 : Fleurs femelles**

#### **5.4. Fruits et graines :**

Le fruit de l'*Urtica dioïca* L est un akène jaune brun ovale aplaté. Sa graine est conservée dans un calice persistant (**Figure 07**). En général, ils sont entourés de deux feuilles extérieures étroites et de deux feuilles intérieures grandes et larges, qui s'ouvrent à maturité afin de permettre à cet akène de tomber (**Candais, 2019**).



**Figure 07 : Fruits d'*Urtica dioïca*. L**

#### **5.5. Racines :**

Il s'agit de rhizomes traçants, jaunâtres et multiples ramifiés qui produisent de nouvelles pousses chaque année, ce qui explique parfois le caractère envahissant de l'ortie (**Figure 08**). En collaboration avec *Rhizobium Frankia*, ils adhèrent à l'azote de l'air (**Langlade, 2010**).



**Figure 08 :** Différentes racines d'*Urtica dioïca* L.

#### 5.6. Poils (action urticante) :

*U. dioïca* a des poils unicellulaires en forme de cône sur le dessus des feuilles et des tiges. Ces poils ont une structure composée d'un bulbe recouvert de silice et d'une pointe incurvée (Draghi, 2005). Ils composent de deux parties distinctes :

- La base, qui ressemble à une ampoule renfermant plusieurs molécules urticantes telles que l'acétylcholine, la sérotonine, l'histamine, l'acide formique, le formiate de sodium et le leucotriène ;
- La pointe effilée en forme d'aiguille, recouverte d'une petite boule qui se brise facilement au contact. Lorsque cette pointe entre en contact avec la peau, le contenu de l'ampoule est libéré (Wichtl et Anton, 2003 ; Mor, 2014).



**Figure 09:** Poil urticant d'*Urtica dioïca*. L (Fleurentin, 2008)

## 6. Composition chimique d'*Urtica dioïca* L :

Les chercheurs ont étudié la composition chimique des différentes parties de l'ortie dioïque, telles que les feuilles, les fruits, les racines et les poils, depuis la seconde moitié du XIXe siècle. D'après les études menées sur ces organes végétaux, leur composition chimique est résumée dans le **Tableau 02 (Boyrie, 2016)**.

**Tableau 02** : Composés chimiques présents dans *Urtica dioïca* (Boyrie, 2016)

Partie de plante	Groupes	Molécules
Feuilles	Phénols	Dérivés flavaniques
		Dérivés de l'acide hydroxybenzoïque
		Acides-phénols dérivés de l'acide hydroxybenzoïque
		Dérivés coumariniques
		Dérivés flavonoides glycosylés
	Acide gras	Acides gras saturés
		Acides gras mono-insaturés
		Acides gras polyinsaturés
	Pigments	Xanthophylles
		Carotènes
		Chlorophylle
	Vitamines	Vitamines A, vitamine B(B1, B2 , B3, B6 , B9). Vitamine C ,vitamine E , vitamine K
	Minéraux	Azote, fer, potassium, zinc, calcium, magnésium, sélénium, chlore, manganèse, sodium, cuivre, phosphore, soufre.
	Acides aminé	18 acides aminés différents dont les 8 acides aminés essentiels : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine
Tiges	Phénols	Lignines
		flavonoides
		Acides-phénols
		anthocyanes
		Acides gras saturés

	<b>Acides gras</b>	Acides gras insaturés
<b>Poils urticants</b>		Histamine, sérotonine, acide formique, acétylcholine, choline, bétaine, acide butyrique, leucotriènes C4
<b>Fleurs</b>	<b>Phénols</b>	Dérivés flavonoides glycosylés
	<b>Autres</b>	Sitostérol, sitostérolglucoside, scopolétine, acide chlorogénique, acidecaéyl-malique
<b>Graines</b>	<b>Acides gras</b>	Acides gras saturés
		Acides gras poly-insaturés
	<b>Minéraux</b>	Fer, potassium, zinc, calcium, sélénium, chlore, manganèse, sodium, cuivre et phosphore
	<b>Vitamines</b>	Vitamines C, E, B1, B2, B3, B6
	<b>Pigments</b>	Caroténoïdes
	<b>autres</b>	Polysaccharides, $\delta$ - tocophérol
<b>Racines</b>	<b>Phénoles</b>	Lignanes diaryl-furaniques
		Lignanesdiaryl-butaniques
		Autres composés phénoliques
	<b>Polysaccharides</b>	Deux glycanes, deux glucogalacturonanes, un arabinogalactane
	<b>Dérivés trepénique</b>	Acide triterpénoïde, monoterpénoïdol, acid ursolique.
	<b>Acide gras</b>	Acide palmitoléique, acide oléique, acide gadoléique, acide linoléique, acide $\alpha$ -linoléique.
	<b>Céramides</b>	Sphingolipides

### 7. Utilisation d'*Urtica dioïca* :

L'ortie fait partie des rares plantes dont on peut la distinguer les yeux fermés. On la qualifie de « mauvaise herbe », mais en fait, c'est une plante riche en vitamines et en minéraux et dotée de nombreuses vertus. Elle est utilisée à des fins médicinales dans différentes industries telles qu'en agriculture, alimentation, cosmétique, teinturerie et en industrie du textile (**Bertrand et Jeanne, 2008**).

Ci-dessous, les principales utilisations thérapeutiques :

### **7.1. Utilisation thérapeutique traditionnelle :**

Depuis longtemps, l'ortie est un remède traditionnel pour traiter l'anémie et le manque d'énergie : on dit qu'elle est un excellent fortifiant en raison de sa forte teneur en fer et autres minéraux. On dit qu'elle favorise les processus digestifs (sensation de lourdeur et de crampes d'estomac) **(Wichtl et Anton, 2003)**.

Les phytothérapeutes continuent de recommander la tisane d'ortie en tant que remède traditionnel contre la goutte et les rhumatismes. En Allemagne, on utilise la tisane d'ortie comme diurétique léger, mais elle ne peut être utilisée en association avec un traitement de l'hypertension ou des problèmes cardiaques. En Russie, on utilise également l'ortie pour traiter les problèmes biliaires et hépatiques **(Valnet, 1983)**.

### **7.2. Application industrielle :**

Dans l'industrie, on utilise l'*Urtica dioïca* L. pour extraire la chlorophylle, qui est utilisée comme colorant alimentaire (E 140) et agent aromatisant dans certains dentifrices et chewing-gum **(Delahaye, 2015)**. En Allemagne, une usine se spécialise dans la production de tissus d'*Urtica dioïca* L., dont les fibres sont peu nombreuses. Cependant, cela ne fait qu'améliorer la qualité de ces tissus **(Delahaye, 2015)**.

Beauty Garden, est une société qui vend une marque d'un shampooing : « Le Klorane » qui est un sébo-régulateur contenant de l'*Urtica dioïca* L, ce qui permet d'obtenir des cheveux plus volumineux et légers. Son rôle est de réguler l'activité des glandes sébacées grâce aux cyclodextrines et aux polysaccharides naturels, afin d'absorber l'excès de sébum et de substituer les shampooings liquides pour les cheveux gras.

### **7.3. Utilisations alimentaires :**

Les jeunes feuilles d'ortie sont à consommer crues, en salade (leur caractère urticant est masqué par la présence d'autres ingrédients et de la vinaigrette), ou hachées, avec de l'huile d'olive ou du beurre, puis étalées sur du pain... Mais elles sont plus souvent utilisées comme légume, dans des soupes, des gratins, des soufflés, des quiches, des gougères farcies, etc. La cuisson des feuilles plus mûres donne une odeur et un goût de poisson. L'ortie est consommée depuis l'Antiquité et est encore assez répandue aujourd'hui. Auparavant, le lait était caillé à l'aide d'une décoction concentrée de ses feuilles, saturée de sel **(Couplan et Styner, 2012)**.

**a. Utilisation d'*U. dioïca* L. en alimentation animale :**

L'analyse de la ferme a clairement démontré que l'incorporation d'ortie en complément alimentaire peut améliorer les performances des bovins laitiers, non seulement en augmentant la quantité et la qualité du lait, mais aussi dans d'autres aspects de production (**Khanal et al., 2017**).

**b. Utilisation d'*U. dioïca* L. comme pesticides botaniques :**

La culture d'orties peut favoriser une plus grande diversité d'espèces de pucerons prédateurs. De plus, l'extrait d'ortie est approuvé par la réglementation des substances de base en tant qu'insecticide, fongicide et acaricide. Il agit efficace contre diverses tels que les carpocapses de la pomme, les teignes des crucifères et les tétranyques (**Sharp, 2021**).

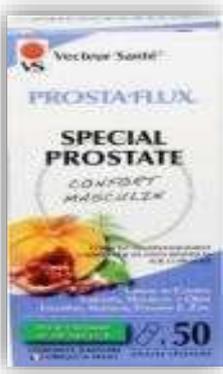
**c. Utilisation d'*U. dioïca* L. dans la préparation du pain :**

La poudre de feuilles d'ortie peut servir de complément alimentaire riche en protéines et elle est employée dans divers aliments, tels que le pain (**Adhikari et al., 2015**). En raison de leur concentration élevée en protéines, fibres, minéraux et en d'autres composés bioactifs, les feuilles d'ortie sont un complément idéal pour la préparation de pain et de pâtisseries (**Man et al., 2019**).

**7.4. Applications médicinales :**

Le **Tableau 03** présente quelques produits pharmaceutiques extraits des feuilles et des racines d'*Urtica dioïca* L.

**Tableau 03 : Médicaments contenant de l'*Urtica dioïca* L.**

Le médicament	La partie de la Plante	L'effet du médicament
 <p><b>Figure 10 : Elusane Aubepine</b></p>	<p>Extrait sec des feuilles</p>	<p>Éliminer les douleurs articulaires, les tendinites et les fractures.  <b>Prescription pour :</b>                      Adulte Adolescent de plus de 12 ans                      (Elusanes, 2017)</p>
 <p><b>Figure 11 : Prost-flux</b></p>	<p>Extrait des racines d'<i>Urtica dioïca</i> L mélangé Avec l'extrait des autres plantes</p>	<p>Prévenir ou atténuer toutes les affections de la prostate (le gonflement).  <b>Prescription pour :</b>                      Adulte ou plus (Base de données publique des médicaments, 2013).</p>
 <p><b>Figure 12 : Arkogelule</b></p>	<p>Les racines d'<i>Urtica dioïca</i> L</p>	<p>Un complément alimentaire utilisé pour traiter les problèmes de miction d'origine prostatique et qui favorise l'élimination d'eau par les reins.  <b>Prescription pour :</b>                      Adulte (Onatira, 2020).</p>

## **8. Phytochimie d'*Urtica dioïca* L :**

La composition chimique d'*Urtica dioïca* L., a fait l'objet de nombreuses recherches depuis la seconde moitié du 19e siècle (**Toubal, 2018**), car ses extraits sont couramment employés en médecine traditionnelle dans de nombreuses régions du monde (**Draghi, 2005**).

### **8.1. Les métabolites primaires :**

D'après **Billotte et al. (2014)** et **Ait Hadj Said (2016)**, *Urtica dioïca* L. renferme des métabolites primaires, des lipides, des glucides et des acides aminés, tels que la leucine, la lysine, la méthionine, le tryptophane et la valine.

## **9. Toxicité :**

Les feuilles mûres de l'ortie crue sont à éviter en été ou en automne, car leur concentration élevée en minéraux peut altérer la fonction des reins et leur texture peut être désagréable. En outre, les composés irritants de la plante peuvent provoquer des éruptions cutanées et une rétention urinaire chez certaines personnes très sensibles qui ont consommé la plante (**Couplan, 2017**).

# Première Partie

---

## *Partie* *bibliographique*

---

### **Chapitre 2 : Plantes médicinales et pouvoir antioxydant**

## **1. Stress oxydatif**

### **1.1. Définition :**

Le stress oxydatif est un état pathologique, qui se produit lorsque la quantité de radicaux libres produite dépasse la capacité des systèmes antioxydants à les neutraliser, entraînant ainsi un déséquilibre pour le corps (**Zhang et al., 2023**). En outre, un déséquilibre de stress oxydatif par rapport à la capacité de réparation cellulaire des dommages causés aux biomolécules (ADN, lipides et protéines) peut causer des problèmes oxydatifs (**Garza-Lombó et al., 2020**).

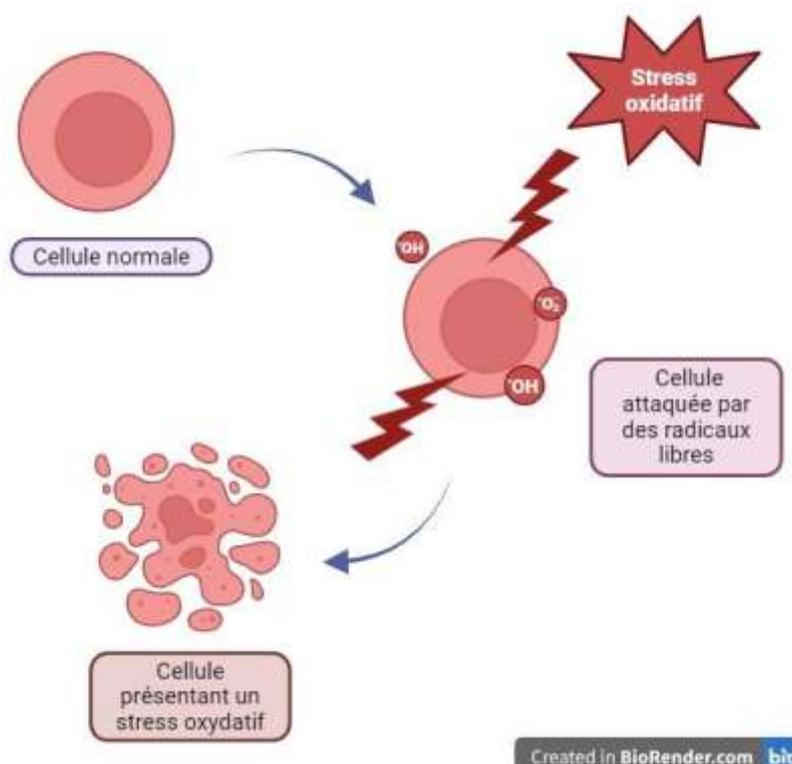
### **1.2. Origine du stress oxydant :**

Lorsqu'il y a un déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO), et la capacité du corps à les neutraliser avec des antioxydants, cela entraîne un stress oxydatif. Les ERO, qui sont générées de manière continue et abondante, ont été considérées comme des sous-produits nocifs du métabolisme normal de l'oxygène, et sont impliquées dans diverses maladies. Ces molécules hautement réactives peuvent endommager le système biologique en causant des dommages. Les radicaux libres ont des structures chimiques instables, ce qui leur permet de nuire au système biologique. Ces radicaux libres peuvent avoir des origines endogènes ou exogènes (**Migdal et Serres, 2011 ; Kabel, 2014 ; Baudin, 2020**).

## **2. Radicaux libres :**

Un radical libre peut être défini comme une espèce moléculaire capable de subsister indépendamment avec un électron non apparié dans une orbitale atomique. La présence d'un électron non apparié entraîne certaines caractéristiques communes à la plupart des radicaux, et beaucoup d'entre eux sont instables et très réactifs (**Lobo et al., 2010**). La dérivation des radicaux libres peut être effectuée par l'oxygène (espèces réactives de l'oxygène ERO), par l'azote (espèces réactives de l'azote) (**Halliwell et Whiteman, 2004**), ou par d'autres atomes, comme le chlore (espèces réactives de chlore), qui peuvent être radicaux ou non radicaux (**Phaniendra et al., 2015**).

En petites quantités physiologiques, ces radicaux libres sont inoffensifs. Cependant, en grande quantité et/ou en cas d'exposition prolongée (**Geny et al., 2019**), ces composés peuvent être dangereux pour plusieurs éléments constitutifs des cellules (**Serviddio et al., 2013**). C'est pourquoi le rôle des radicaux libres est très complexe, car ils jouent un rôle clé dans l'instauration et l'exacerbation des processus pathologiques (**Haleng et al., 2007 ; Geny et al., 2019**).



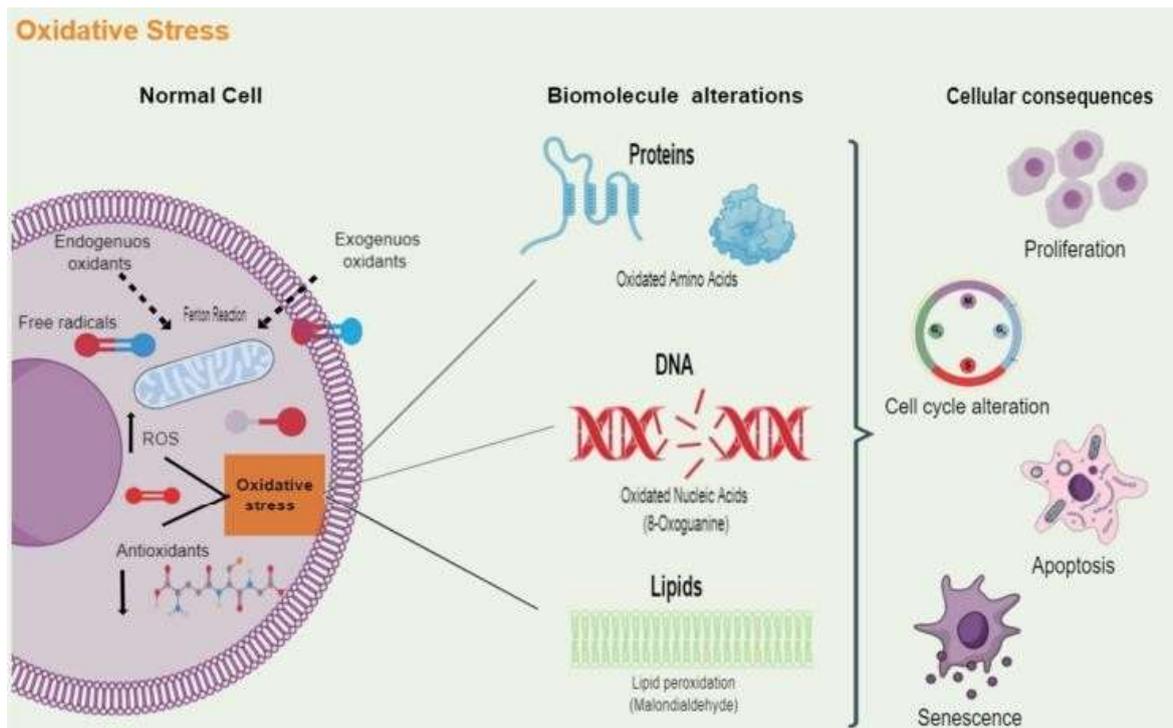
**Figure 13 :** Schéma du stress oxydatif induit par les radicaux libres

### 3. Conséquences du stress oxydant

Les effets du stress oxydatif varient beaucoup en fonction de la dose et du type cellulaire (Favier, 2006). La surproduction de radicaux libres endommage directement les biomolécules (oxydation de l'ADN, des protéines, des lipides et des glucides). Cependant, cela peut également entraîner des lésions secondaires en raison de la toxicité pour les cellules et de la capacité à provoquer des mutations des métabolites libérés, en particulier lors de l'oxydation des lipides (Favier, 2003).

Les altérations des biomolécules induites par le stress oxydatif peuvent entraîner la mort cellulaire ou au contraire la prolifération, la survie cellulaire, des altérations du cycle cellulaire ou la sénescence (Figure 14) (Santibáñez-Andrade et al., 2023).

Par conséquent, un certain nombre de maladies dans lesquelles le stress oxydatif joue un rôle dans leur développement ont été identifiées (Haleng et al., 2007), telles que le diabète sucré, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes, les maladies digestives et les maladies cardiovasculaires (Ambe et al., 2023).



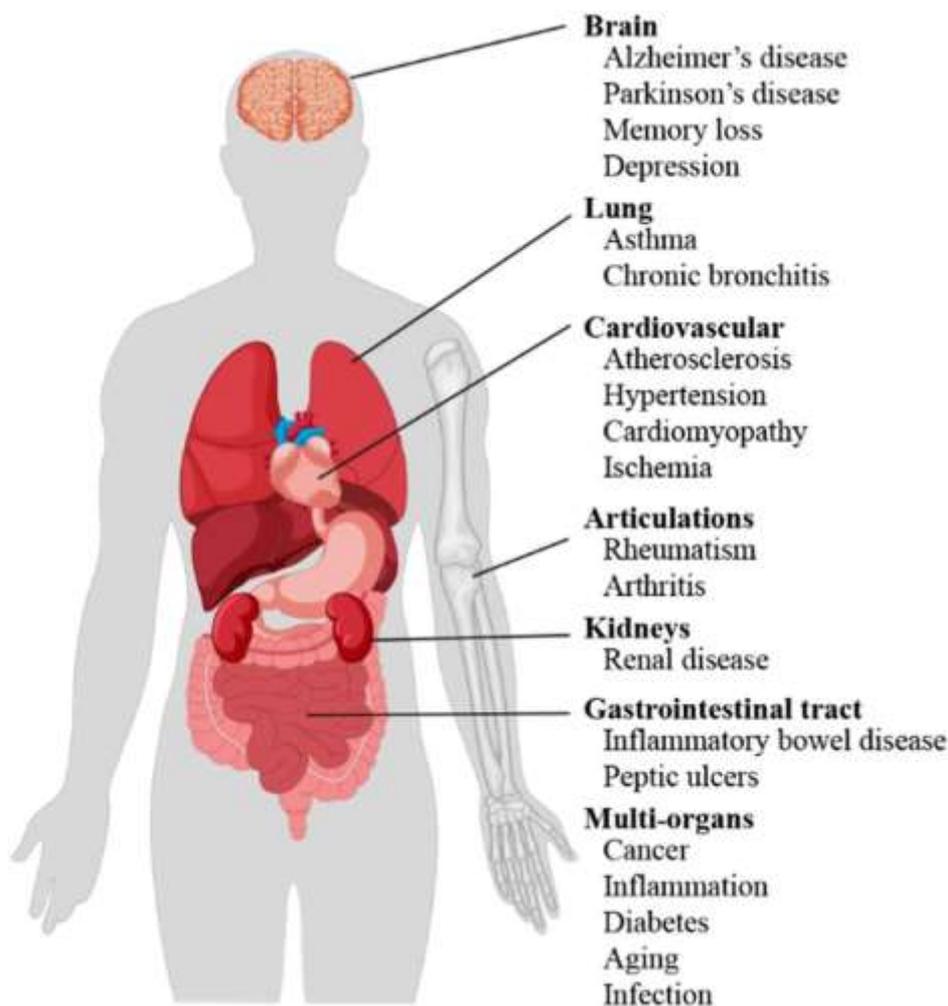
**Figure 14 :** Conséquences cellulaires induits par le stress oxydatif (Santibáñez-Andrade et al., 2023)

#### 4. Maladies liées aux stress oxydatif

Le stress oxydatif, qui résulte d'un déséquilibre entre les processus oxydatifs et antioxydantes dans les cellules, joue un rôle essentiel dans la pathogénèse de nombreuses maladies (**Figure 15**), comme les maladies cardiovasculaires, les maladies pulmonaires obstructives chroniques, les maladies rénales chroniques, les maladies neurodégénératives et le cancer (**Sharifi-Rad et al., 2020 ; Kiran et al., 2023**).

Le stress oxydatif est impliqué au diabète de type 2, l'obésité et la résistance à l'insuline (**Hauck et al., 2019**). Dans la pathologie de l'athérosclérose, de l'hypertension, de l'infarctus du myocarde et de l'ischémie, le déséquilibre entre la sécrétion des ERO et le niveau d'antioxydants endogènes est fortement corrélés (**Dubois-Deruy et al., 2020**).

De nombreuses maladies neurodégénératives liées au stress oxydatif ont été documentées, notamment la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer, l'ataxie spinocérébelleuse, la sclérose latérale amyotrophique (SLA) et la maladie de Huntington (**Razan orfali et al., 2024**).



**Figure 15 :** Maladies liées au stress oxydatif (Vona, et al., 2021)

## 5. Antioxydants

### 5.1. Définition :

Une substance qui peut ralentir l'oxydation des protéines, des lipides, des glucides et de l'ADN à de faibles concentrations, est appelée antioxydante (Pisoschi et Pop, 2015).

Ce système antioxydant protège les cellules contre les ERO, en neutralisant leur activité pro-oxydante et en préservant, en même temps, leur niveau physiologique suffisamment bas. Le système d'antioxydant fonctionne à trois niveaux : (i) prévention de la formation de radicaux libres (exemple : enzymes antioxydantes), (ii) captation et neutralisation (piégeage) des ERO par les antioxydants et (iii) réparation des molécules endommagées par les ERO par les enzymes de réparation (exemple : superoxyde dismutase), ce qui empêche la formation de radicaux hydroxyles très réactifs. Cependant, les antioxydants eux-mêmes sont oxydés et doivent être régénérés ou remplacés (Mucha et al., 2021 ; Martemucci et al., 2022).

## **5.2. Principaux antioxydants**

La classification la plus utilisée des antioxydants est de les diviser en deux groupes, selon leur origine. Le premier groupe sont les antioxydants enzymatiques qui représentent la première ligne de défense contre les ERO. Le deuxième groupe est constitué d'antioxydants non enzymatiques, qui protègent contre la formation des ERO (**Beaudeau et al., 2005 ; Mucha et al., 2021**).

Les antioxydants enzymatiques comprennent la catalase (CAT), la peroxydase (POD), la superoxyde dismutase (SOD), les glutathion peroxydases (GPX) et les ascorbate peroxydases (APX). Les antioxydants non enzymatiques incluent des substances telles que le glutathion, l'ascorbate, les tocophérols et les composés phénoliques. Ces antioxydants jouent un rôle dans la neutralisation des radicaux libres et des espèces réactives de l'oxygène, tel que le peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$ . Il est important de noter que ces antioxydants aident à protéger les cellules contre les dommages causés par les molécules instables appelées radicaux libres (**Sharma et al., 2022**).

### **5.2.1. Antioxydants enzymatiques**

L'action des antioxydants enzymatiques consiste à convertir les produits métaboliques oxydés en plusieurs étapes, en utilisant des cofacteurs tels que le fer, le zinc et le cuivre. Cette transformation se fait par le biais d'une conversion du peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) en eau (**Moussa et al., 2019**).

#### **a. Superoxyde dismutase (SOD) :**

La SOD est une enzyme qui a la capacité de convertir le radical superoxyde ( $O_2^-$ ) en peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) et en oxygène dans la majorité des organismes aérobies, ainsi que certains organismes non aérobies. Le radical superoxyde est le premier radical libre produit à la suite de la réduction de l'oxygène dans de nombreux systèmes biologiques (**AL-Aloosy et al., 2019**).

#### **b. Enzyme catalase (CAT) :**

La catalase (CAT) est une enzyme antioxydante présente dans la plupart des tissus vivants qui utilisent l'oxygène. Elle utilise du fer ou du manganèse comme cofacteur et catalyse la dégradation ou la réduction du peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) en eau et oxygène, jouant ainsi un rôle dans le processus de détoxification initié par la SOD. La CAT est extrêmement efficace, capable de décomposer des millions de molécules de peroxyde d'hydrogène en une seconde (**Ighodaro et Akinloye, 2018**).

#### **c. Glutathionne peroxydase (GPX) :**

En matière de protection cellulaire contre le stress oxydatif, les GPX jouent un rôle crucial par inhibition de la peroxydation lipidique, en couplant leur réduction en eau ( $H_2O$ ) avec

L'oxydation du glutathion réduit (GSH), un tripeptide contenant un thiol (Glu-Cys-G). Cette réaction aide à neutraliser les ERO et à protéger les cellules des dommages oxydatifs. Par conséquent, les GPX contribuent à maintenir l'intégrité cellulaire et à prévenir les effets néfastes de l'oxydation des lipides (Shaw et al., 2022).

### 5.2.2. Antioxydants non enzymatiques

Les antioxydants non enzymatiques sont des substances naturelles qui peuvent neutraliser les radicaux libres en interrompant leurs réactions en chaîne. La nature offre de nombreux exemples d'antioxydants non enzymatiques, tels que les vitamines E, A et C, les flavonoïdes, les caroténoïdes, les polyphénols végétaux, l'acide urique, la théaflavine, les sulfures d'allyle, le curcuma, la mélatonine, la bilirubine et les polyamines (Moussa et al., 2019).

Voici le **Tableau 04** présente les principaux antioxydants non enzymatiques et leur sources alimentaires associées (Koechlin, 2006).

**Tableau 04 :** Principaux antioxydants non enzymatiques et sources alimentaires associées (Koechlin, 2006)

Principaux nutriments antioxydants	Sources alimentaires
<b>Vitamine C</b>	Agrume, melon, brocoli, fraise, kiwi, chou, poivron
<b>Vitamine E</b>	Huile de tournesol, de soja, de maïs, beurre, œufs, noix
<b>B-carotène</b>	Légumes et fruits orangés, et vert foncés
<b>Sélénium</b>	Poisson, œufs viandes, céréales, volaille
<b>Flavonoïdes</b>	Fruits, légumes, thé vert
<b>Zinc</b>	Viande, pain complet, légumes verts, huitres, produits laitiers
<b>Acides phénoliques</b>	Céréales complètes, baies, cerises
<b>Tanins</b>	Lentilles, thé, raisins, vin
<b>Métabolisme de la cystéine, Glutathion</b>	Caséine, Lactalbumine (petit-lait), produits laitiers Brocoli, Chou, poissons, viandes

## 6. Plantes médicinales et propriétés antioxydantes

Les plantes sont considérées comme les sources les plus importantes de médicaments, utilisées directement dans les médecines ou indirectement par le biais des industries pharmaceutiques (Jain, 2016).

Selon la pharmacopée française, une plante médicinale est définie comme un « médicament végétal, dont une ou plusieurs parties contiennent des propriétés médicamenteuses, généralement sous forme séchée ou fraîche ». Alternativement, nous pouvons dire qu'une plante médicinale est une plante dont l'organe, comme la feuille ou l'écorce, a des pouvoirs curatifs lorsqu'elle est utilisée à des doses et de manière spécifiques (**Debuigne, 1974**).

### **6.1. Intérêt biologique des plantes médicinales**

De nombreuses substances d'origine végétale ont déjà prouvé leurs propriétés antibactériennes et antioxydantes. Ces substances agissent selon différents mécanismes : formation de complexes avec de grosses molécules, comme les protéines et les polysaccharides, ce qui inhibe leur fonction (polyphénols) ; destruction des membranes des micro-organismes (flavonoïdes lipophiles, terpénoïdes) et blocage de l'adhésion des protéines microbiennes aux récepteurs polysaccharidiques du corps (polypeptides). Les plantes médicinales fournissent également des substances qui n'ont pas nécessairement un impact direct sur les micro-organismes. Ces composés appartiennent à divers groupes de composés phytochimiques et agissent comme inhibiteurs des pompes à efflux (flavonoïdes, terpénoïdes, alcaloïdes), inhibiteurs de la PBP 2a (quinones, terpénoïdes) et comme inhibiteurs de bêta-lactamases (gallates d'alkyle) (**Okusa, 2012**).

### **6.2. Plantes à activités antioxydantes**

Les plantes constituent un réservoir naturel de composés bioactifs. Une pléthore de recherches scientifiques confirme les propriétés antioxydantes des molécules contenues dans les plantes. Ces molécules naturelles peuvent être classées en vitamines (vitamines C et E), en polyphénols (acides phénoliques, flavonoïdes, stilbènes ...) et en terpénoïdes (**Maury et al., 2020 ; Abeyrathne et al., 2022**).

Au cours des dernières années, la recherche de nouveaux antioxydants à partir des plantes médicinales, a de plus en plus augmenté. En Algérie et particulièrement à Tlemcen, abondent un nombre considérable de plantes avec des propriétés antioxydantes.

Le **Tableau 05** résume quelques espèces de plantes étudiées pour leur activité antioxydante au niveau du laboratoire de recherche LAPSAB (Université de Tlemcen).

**Tableau 05 :** Plantes médicinales étudiées pour leur activités antioxydantes

Plantes étudiées	Partie de la plante	Extraits	Techniques d'étude	Résultats	Références
<i>Marrubium vulgare</i> L	Feuilles	Extrait hydroacétoniques	Piégeage du radical DPPH	CI <sub>50</sub> = 3,20 ± 0,02 mg/ml	<b>Miloudi et Mouffok, 2023</b>
			Reduction de fer (FRAP)	CE <sub>50</sub> = 2,34 ± 0,02 mg/ml	
<i>Olea europaea</i>	Feuilles	Extrait hydroacétonique macéré	Piégeage du radical DPPH	CI <sub>50</sub> = 13,73 µg/ml	<b>Ghaffour et Rahmani, 2020</b>
			Reduction de fer (FRAP)	CE <sub>50</sub> = 0,93 mg/ml	
<i>Ocimum basilicum</i>	Feuilles	Fraction acétate d'éthyle (FAEDf)	Piégeage du radical DPPH	CI <sub>50</sub> = 0,27 mg/ml	<b>Azzi et Hassi, 2023</b>
		Extrait hydrométhanolique décocté (EBDf)	Reduction de fer (FRAP)	0,2 mg/ml	
<i>Punica granatum</i>	Feuilles	Extrait hydrométhanolique décocté	Piégeage du radical DPPH	CI <sub>50</sub> = 5,24 µg/ml	<b>Mokhtari, 2019</b>
			Reduction de fer (FRAP)	CE <sub>50</sub> = 0,127 mg/ml	
<i>Prunus cesarus</i>	Feuilles	Extrait hydrométhanolique décocté	Piégeage du radical DPPH	CI <sub>50</sub> = 15,46 µg/ml	<b>Mokhtari, 2019</b>
			Reduction de fer (FRAP)	CE <sub>50</sub> = 0,426 mg/ml	

**FAEDf :** Fraction acétate d'éthyle récupérée à partir de l'extrait hydrométhanolique décocté ; **EBDf :** Extrait brut hydrométhanolique décocté

**Deuxième partie**

---

**Partie**  
**Expérimentale**

---

**Matériel et méthodes**

### 1. Objectif :

Notre partie expérimentale a été effectuée au sein du laboratoire de recherche LAPSAB : « Antibiotiques, Antifongiques, Physico-chimie, Synthèse et Activités Biologiques », Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et l'Univers (SNV-STU), Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen. Ce travail se divise en trois parties :

- Préparer et extraire le matériel végétal (les feuilles) d'*Urtica dioïca* (UD) ;
- Analyse phytochimique qualitative et quantitative des extraits bruts aqueux et hydro-éthanolique préparés. De plus, l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits obtenus par la méthode de piégeage du radical libre DPPH ;
- Préparation de la pommade topique anti-inflammatoire (anti- douleur), utilisant une méthode traditionnelle.

### 2. Etude phytochimique

#### 2.1. Matériel végétal :

La plante d'UD a été récolté le 15 Mars 2024, dans la commune de Tounan - Wilaya de Tlemcen.

Après sa récolte, elle a été séchée dans un endroit aéré, à une température ambiante et à l'abri de la lumière.

Une fois les feuilles séchées (**Figure 17 en Annexe n°02**), elles ont été broyées pour obtenir une poudre facilitant le processus d'extraction, et elles ont été conservées jusqu'à leur utilisation.

#### 2.2. Extraction du matériel végétal :

##### 2.2.1. Préparation des extraits :

Les extraits bruts aqueux et hydroéthanolique, ont été obtenus par une macération de 48 heures, à une température ambiante et à l'abri de la lumière.

Cette préparation des deux extraits consiste à macérer 20 g de la partie aérienne (feuilles) de l'UD avec 200 ml de deux systèmes de solvants : eau distillée et eau/éthanol (30/70) (v/v).

Ensuite, les deux solutions ont été filtrés sur papier filtre. L'extrait hydroéthanolique a été évaporé par un évaporateur rotatif (rota vapeur) à 60°C pour éliminer la phase organique.

L'extrait brut aqueux et la phase aqueuse du l'extrait hydroalcoolique obtenus, ont été placés dans l'étuve à une température de  $35 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 24 heures. Les résidus des deux extraits bruts ont été récupérés, puis, conservés à  $+4^\circ\text{C}$  jusqu'à leur utilisation.

### **2.2.2. Calculs des rendements d'extraction :**

Le rendement en extraits aqueux et hydro-éthanolique de l'ortie, est exprimé en pourcentage. Il représente le rapport entre le poids de l'extrait obtenu après évaporation de son solvant (M) et le poids de la poudre des feuilles de l'ortie utilisée pour préparer les extraits (M<sub>0</sub>). Pour les deux extraits bruts de l'ortie, nous avons calculé le pourcentage en rendement d'extraction en utilisant la formule ci-dessous.

$$\text{Rendement (\%)} = M / M_0 \times 100$$

Où,

- ✓ **M** : Masse de l'extrait brut sec (hydroéthanolique et aqueux) obtenu après évaporation de l'extrait (en gramme) ;
- ✓ **M<sub>0</sub>** : Masse de la poudre des feuilles de l'ortie avant l'extraction (en gramme).

### **2.3. Analyse phytochimique qualitative des extraits bruts de l'ortie :**

Afin de détecter la présence des classes chimiques contenues dans les extraits bruts préparés à partir d'*Urtica dioica*, une étude phytochimique qualitative a été réalisée. Cette étude est réalisée par des tests basés sur le changement de coloration et la formation de précipité (**Harbone, 1998 ; Bruneton, 1999**).

#### **2.3.1. Alcaloïdes**

Dans un tube, introduire 0,5 ml de l'extrait, puis, l'acidifier par une solution d'acide chlorhydrique HCl à 1 %. Diviser la solution dans deux tubes et ajouter quelques gouttes de réactif de Mayer dans le premier tube et quelques de réactif de Wagner dans le deuxième tube. L'apparition d'un précipité blanc ou brun, respectivement, révèle la présence des alcaloïdes.

#### **2.3.2. Composés phénoliques :**

##### **a. Tanins :**

Dans un tube, ajouter quelques gouttes de la solution aqueuse de chlorure de fer (FeCl<sub>3</sub>) à 1 % à 0,5 ml d'extrait. L'apparition d'une coloration verdâtre ou bleu-noirâtre révèle la présence des tanins.

##### **b. Flavonoïdes :**

Dans un tube, ajouter à 0,5 ml d'extrait, un volume de 0,5 ml d'une solution d'acide chlorhydrique à 1 % et quelques copeaux de magnésium. L'apparition d'une coloration rouge rose ou jaune indique la présence des flavonoïdes.

**c. Quinones libres :**

Dans un tube, ajouter à 1 ml d'extrait, 0,1 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 1 %. L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violette révèle la présence des quinones libres.

**d. Anthraquinones :**

Dans un tube, ajouter 0,5 ml de (NH<sub>4</sub>OH) à 10 % à un volume de 0,5 ml d'extrait, puis agiter la solution. L'apparition d'une coloration violette révèle la présence des anthraquinones.

**2.3.3. Saponines :**

Introduire 5 ml d'extrait dans un tube, agiter pendant 15 secondes. Laisser le mélange au repos pendant 15 minutes. Une hauteur de mousse persistante supérieure à 1 cm indique la présence des saponines.

**2.3.4. Terpénoïdes :**

Selon le test de Slakowski, ajouter 0,4 ml de chloroforme et 0,6 ml de l'acide sulfurique concentré à 1 ml d'extrait. La présence des terpénoïdes est indiquée par la formation de deux phases avec une interphase de couleur marron.

**2.3.5. Composés réducteurs :**

Dans un tube, ajouter 1 ml de liqueur de Fehling (0,5 ml liqueur de Fehling A et 0,5 ml de liqueur de Fehling B) à 1 ml d'extrait et incuber l'ensemble pendant 8 minutes dans un bain marie bouillant. L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence des composés réducteurs.

**2.4. Dosage des composés phénoliques :**

**2.4.1. Dosage des composés phénoliques totaux**

Pour déterminer la quantité en composés phénoliques totaux dans nos extraits bruts étudiés, nous avons suivi la méthode de dosage décrite par **Vermerius et Nicholson (2006)**.

Le principe de la méthode repose sur une réaction chromogénique avec le réactif de Folin-Ciocalteu, de couleur jaune, constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>4</sub>), qui induit l'oxydation des composés phénoliques et la formation d'un complexe bleu « tungstène (W<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) - molybdène (Mo<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) ». L'absorbance a été mesurée à une longueur d'onde de 700 nm (**Vermerius et Nicholson, 2006**).

○ **Mode opératoire :**

Les extraits bruts hydroéthanolique ou aqueux (100 µl) à une concentration de 1mg/ml, sont mélangés avec 2 ml de la solution de carbonate de sodium Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 2 %. Après agitation et une incubation de cinq minutes, 100 µl de réactif de Folin-Ciocalteu à 1N sont additionnés à chaque extrait brut. Les solutions sont incubées pendant 30 minutes à l'abri de la lumière et à

une température ambiante. La mesure des absorbances est effectuée à la longueur d'onde de 700 nm.

En parallèle, nous avons préparé une gamme d'étalonnage, dans les mêmes conditions expérimentales, en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations. Le dosage a été effectué en triplicata pour la gamme d'étalonnage, ainsi que pour les extraits bruts d'*UD*. Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}$  équivalent acide gallique par mg de l'extrait ( $\mu\text{g}$  Eq AG/mg E).

### 2.4.2. Dosage des flavonoïdes :

Pour quantifier les flavonoïdes contenus dans les extraits bruts d'*U. dioïca*, nous avons réalisé un dosage quantitatif colorimétrique selon la méthode de **Zhishen et al (1999)**. Le principe de cette méthode repose sur l'oxydation des flavonoïdes par le nitrite de sodium ( $\text{NaNO}_2$ ) et le chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), en milieu alcalin pour former un complexe rose qui absorbe à une longueur d'onde de 510 nm (**Zhishen et al, 1999**).

#### o Mode opératoire :

Un volume de 250  $\mu\text{l}$  des extraits bruts de concentration de 1 mg/ml, est mélangé avec 1 ml de l'eau distillée et 75  $\mu\text{l}$  du réactif de nitrite de sodium ( $\text{NaNO}_2$ ) à la concentration de 15 %. Après six minutes d'incubation à la température ambiante, 75  $\mu\text{l}$  du réactif de chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) à la concentration de 10 % sont ajoutés, puis, les solutions sont incubées une deuxième fois pendant six minutes.

Ensuite, un volume de 1 ml d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) à une concentration de 4 %, est additionné aux solutions précédentes, et le volume total de chaque solution des extraits bruts est complété avec de l'eau distillée pour atteindre 2,5 ml. Après agitation et incubation à la température ambiante et à l'abri de la lumière pendant trente minutes, les absorbances sont mesurées à la longueur d'onde de 510 nm contre un blanc.

Une gamme d'étalonnage de la catéchine à différentes concentrations, est préparée en parallèle, dans les mêmes conditions expérimentales précédentes.

Ce dosage a été effectué en triplicata pour la gamme d'étalonnage, ainsi que pour les extraits bruts de l'*UD*. Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}$  équivalent catéchine par mg de l'extrait ( $\mu\text{g}$  Eq C/mg E).

## 3. Test de piégeage du radical 2,2-diphényl picrylhydrazyl (DPPH•) :

### 3.1. Principe

La molécule de DPPH est classée comme un radical libre stable, en raison de la délocalisation de l'électron libre sur l'ensemble de la molécule, ce qui l'empêche de se dimériser. Lorsqu'un donneur d'hydrogène réagit avec le radical DPPH•, il est réduit en son hydrazine correspondant. L'observation de l'efficacité d'un antioxydant s'effectue en mesurant le changement de couleur

du radical, qui passe du bleu-violet (forme oxydée) au jaune (forme réduite) (Milardovic et al., 2006 ; Ndhala et al., 2010).

### **3.2. Mode opératoire :**

Un volume de 50 µL des extraits bruts des feuilles d'*UD* à différentes concentrations, ou 50 µL de l'acide ascorbique (utilisé comme molécule de référence), ont été ajoutés à 1950 µL d'une solution méthanolique de DPPH à une concentration de  $6,34 \times 10^{-5}$  M.

Après une incubation de 30 minutes à température ambiante et à l'abri de la lumière, les absorbances ont été mesurées à 517 nm par spectrophotométrie. Pour chaque concentration d'extraits ou d'acide ascorbique, un blanc a été préparé en mélangeant 50 µL de l'échantillon testé avec 1950 µL de méthanol. En parallèle, un contrôle négatif a été préparé en mélangeant 50 µL de méthanol avec 1950 µL de la solution méthanoïque de DPPH à  $6,34 \times 10^{-5}$  M.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH a été calculé en utilisant la formule ci-dessous.

$$\text{Pourcentage d'inhibition (\%)} = [(\text{Abs}_C - \text{Abs}_E) / \text{Abs}_C] \times 100$$

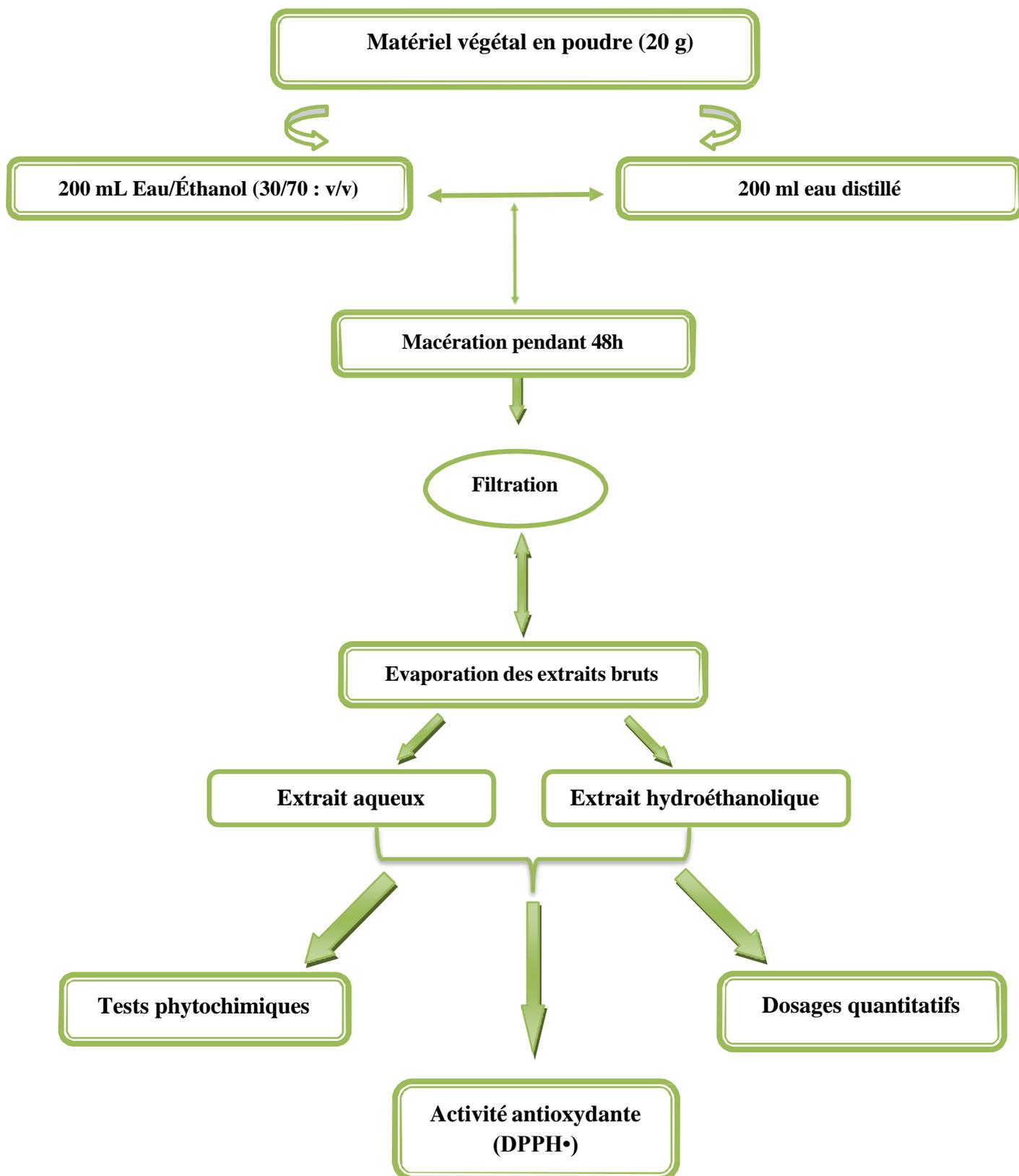
Où,

Abs<sub>C</sub> : Absorbance du contrôle négatif ;

Abs<sub>E</sub> : Absorbance de l'échantillon testé.

Ensuite, les valeurs de concentrations inhibitrices de 50 % du radical DPPH (CI<sub>50</sub>), ont été déterminées à partir des équations des courbes de régression linéaire tracées des pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations des extraits et de l'acide ascorbique.

## Matériel et méthodes



**Figure 16 : Schéma récapitulatif du protocole expérimental réalisé sur les feuilles d'UD**

#### **4. Préparation pommade anti-inflammatoire (anti-douleur) :**

##### **4.1. Ingrédients de la pommade :**

La pommade

- ✓ 60 g de Cire d'abeille naturelle ;
- ✓ 60 g d'huile d'ortie ;
- ✓ 30 g d'huile de clou de girofle ;
- ✓ 30 g d'huile d'eucalyptus ;
- ✓ 30 g d'huile de gingembre ;
- ✓ 30 g d'huile de cresson alénois ;
- ✓ 30 g d'huile de menthe poivrée.

##### **4.2. Mode opératoire :**

Tout d'abord, nous avons fait fondre la cire d'abeille naturelle dans un bain-marie avec de la vapeur (**Figure 18 en Annexe n°02**). Une fois fondue, nous avons ajouté les mélanges d'huiles mentionnés ci-dessus (**Figure 19 en Annexe n°02**).

Le mélange a été remis dans le bain-marie, puis filtré. A la fin, cette préparation obtenue a été mise dans des boîtes et conservée (**Figure 20 en Annexe n°02**).

**Deuxième partie**

---

**Partie**  
**Expérimentale**

---

**Résultats et discussion**

## 1. Etude phytochimique

### 1.1. Rendement des extraits bruts d'*Urtica dioïca*

Les extraits bruts, hydroéthanolique et aqueux de la partie aérienne (feuilles) d'*UD*, ont été préparés par une macération de 48 heures. Les rendements d'extraction, ainsi que certaines caractéristiques physico-chimiques de chaque extrait brut sont résumés dans le **Tableau n°06**.

**Tableau 06** : Caractéristiques des extraits bruts hydro-éthanolique et aqueux des feuilles d'*Urtica dioïca*

Extraits	Rendements (%)	Aspects	Couleurs	Solubilités
Aqueux	5.035 %	Poudre cristallisée	Marron	Eau/méthanol
Hydro-éthanolique	5.021 %	Pâteux	Vert	Eau /méthanol

A travers les résultats obtenus, nous avons constaté que les deux extraits sont solubles dans le système de solvants (eau/méthanol). Nous avons remarqué une différence de couleur et d'aspect, où, l'extrait aqueux a présenté un aspect cristallisé marron, et l'extrait hydroéthanolique avait aspect pâteux vert.

De plus, l'extrait brut aqueux à un rendement de l'ordre de (5.035%), qui est similaire à celui de l'extrait brut hydro-éthanolique (5.021%).

L'étude effectuée par **Ounough et Yalaoui (2022)** sur les extraits macérés pendant 24 heures des feuilles d'*U. dioïca*, les auteurs ont obtenu un rendement de l'ordre de  $20,592 \pm 0,27$  % pour l'extrait éthanolique à 70 % (**Ounough et Yalaoui, 2022**).

En comparant le rendement de l'extrait hydro-éthanolique de notre étude avec celui obtenus par **Belal en (2023)**. L'auteur a obtenu un rendement de 1.66 % pour l'extrait hydro-éthanolique préparé par macération de 72 heures des feuilles fraîches d'*UD*.

Cette variabilité dans les rendements d'extraction est probablement liée à des facteurs en relation avec la période et la station de la récolte de la plante, aux conditions et à la durée de son stockage, ainsi que, les méthodes et les solvants d'extractions utilisées.

### 1.2. Screening phytochimique qualitatif

Nous avons réalisé des tests phytochimiques qualitatifs sur les extraits bruts macérés d'*UD*, afin de détecter la présence ou l'absence de certaines classes phytochimiques de l'ortie. Les résultats obtenus de ces tests sont mentionnés dans le **Tableau 07**.

**Tableau 07** : Résultats des tests phytochimiques qualitatifs des extraits bruts des feuilles d'*Urtica dioïca*

Classes chimiques		Extrait aqueux	Extrait hydroéthanolique
Alcaloïdes	Mayer	-	-
	Wagner	+	++
Saponines		+++	+++
Tanins		+++	+++
Flavonoïdes		-	-
Quinones libres		-	-
Anthraquinones		-	-
Terpénoïdes		+++	-
Composés réducteurs		-	+++

(-) : Négatif ; (+) : Faiblement positif ; (++) : Moyennement positif ; (+++) : Fortement positif.

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué la présence des alcaloïdes avec le réactif de Wagner, les tanins et les saponines dans les deux extraits bruts aqueux et hydro-éthanolique préparés à partir des parties aériennes (feuilles) d'*UD*.

Nous avons remarqué aussi, la présence des terpénoïdes dans l'extrait aqueux et les composés réducteur dans l'extrait hydro-éthanolique.

Cependant, nous avons noté l'absence des alcaloïdes avec le réactif de Mayer, les flavonoïdes, les quinones libres, les anthraquinones dans les deux extraits bruts préparés d'*UD*.

De plus, les terpénoïdes sont absents dans l'extrait hydro-éthanolique, et l'extrait aqueux ne contient pas de composés réducteurs.

Dans notre étude, le test de saponines est fortement positif. Par contre, selon l'étude faite par **Belal en (2023)** sur les extraits macérés pendant 72 heures des feuilles fraîches de l'ortie, le test était négatif pour les saponines.

Diverses molécules phytochimiques, notamment les flavonoïdes, les acides phénoliques (composés dérivés de l'acide hydroxybenzoïque et de l'acide cinnamique), les caroténoïdes et autres composés ont été rapportés dans les différentes parties d'*Urtica dioïca*, et la plupart des études phytochimiques se sont concentrées sur les feuilles (**Devkota et al., 2022**).

Selon certaines études scientifiques, les feuilles d'*U. dioïca* ont été rapportées comme étant riches en divers composés chimiques bioactifs, tels que les flavonoïdes (apigénine, apigénine 7-O- $\beta$ -D-glucoside, catéchine, épicatechine, Caempférol, Caempférol 3-O- $\beta$ -D-glucoside, lutéoline, lutéoline 7-O- $\beta$ -D-glucoside, naringénine, quercétine, quercétine 3-O- $\beta$ -D-glucoside, quercétine 3-O- $\beta$ -D-galactoside), les dérivés de l'acide hydroxy-benzoïque (comme l'acide gallique, l'acide vanillique, l'acide syringique, l'acide protocatéchique et l'acide gentisique) et les dérivés de l'acide cinnamique (tels que l'acide cinnamique, l'acide caféique, l'acide *p*-coumarique, l'acide férulique, l'acide chlorogénique et l'acide sinapique) (**Otles & Yalcin, 2012 ; Orcic et al., 2014 ; Đurović et al., 2017**).

### 1.3. Dosage des composés phénoliques totaux et des flavonoïdes

Les méthodes colorimétriques utilisées lors des dosages nous permettent d'estimer les quantités des composés phénoliques totaux et des flavonoïdes dans les deux extraits bruts d'*Urtica dioïca*. Nous avons tracé des courbes d'étalonnage pour l'acide gallique (pour quantifier les composés phénoliques totaux) et la catéchine (pour quantifier les flavonoïdes) (**Voir Figure 21 et Figure 22 en annexe 01**).

Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}$  équivalent acide gallique / mg d'extrait ( $\mu\text{g}$  Eq AG/mg E) pour les composés phénoliques, et en  $\mu\text{g}$  équivalent catéchine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g}$  Eq C/ mg E) pour les flavonoïdes.

Les quantités obtenues des composés phénoliques et des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux et hydro-éthanolique, sont présentés dans le **Tableau 08**.

## Résultats et discussion

**Tableau 08 :** Teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes dans les extraits d'UD

Extraits d'UD	Composés phénoliques totaux ( $\mu\text{g Eq AG/ mg E}$ ) $\pm$ Ecart type	Flavonoïdes ( $\mu\text{g Eq C / mg E}$ ) $\pm$ Ecart type
Aqueux	25,95 $\pm$ 0,010	150,166 $\pm$ 0,010
Hydro-éthanolique	138,8 $\pm$ 0,066	88,833 $\pm$ 0,066

Selon les résultats du tableau ci-dessus, les deux extraits préparés par macération des parties aériennes d'UD contiennent des quantités variables selon les extraits bruts, en composés phénoliques totaux et en flavonoïdes.

L'extrait hydro-éthanolique contient une teneur plus élevée en composés phénoliques totaux, à l'inverse, l'extrait aqueux renferme une quantité supérieure en flavonoïdes.

**Vajić et ses collaborateurs (2015)**, ont recherché les conditions efficaces pour extraire les composés phénoliques et autres molécules. Les auteurs ont préparé des extraits macérés (30 minutes d'extraction) des feuilles d'*U. dioica* avec des solvants de polarité différente (méthanol 50, 75 et 100 % ; éthanol 50, 75 et 96 % et enfin eau). L'extrait méthanolique à 50 %, a présenté le taux le plus élevé par rapport aux autres extraits, avec une teneur en polyphénols égale à  $9.1 \pm 0.9$  mg Eq AG/g de matière sèche. Ensuite, les auteurs de cette même étude, ont varié le temps d'extraction (de 10 à 38 minutes) de l'extrait hydrométhanolique macéré (54 %) des feuilles d'UD, et ont obtenu des teneurs en polyphénols allant de  $8.4 \pm 0.0$  à  $9.9 \pm 0.3$  mg Eq AG/g de matière sèche, avec des temps d'extraction de 10 à 38 minutes, respectivement (**Vajić et al., 2015**).

Dans une autre étude sur les feuilles d'*Urtica dioica*, **Wambui et ses collaborateurs (2024)** ont préparé un extrait par percolation froide, utilisant le système méthanol/dichlorométhane (v/v : 1/1), ainsi qu'un extrait aqueux par décoction de 15 minutes. D'après leur résultats obtenus, l'extrait MeOH/dichlorométhane a une quantité légèrement élevée en composés phénoliques par rapport à l'extrait aqueux, avec des valeurs de l'ordre de  $6.26 \pm 0.276$  et  $3.75 \pm 0.43$  mg Eq AG/g d'échantillon sec, respectivement. Les mêmes constatations pour les teneurs en flavonoïdes, avec des teneurs de l'ordre de  $1.76 \pm 0.315$  et  $0.3872$  mg Eq Q/g d'échantillon sec, respectivement (**Wambui et al., 2024**).

Dans une autre étude de **Belal (2023)**, l'extrait hydro-éthanolique obtenu à partir d'une macération pendant 72 heures des feuilles de l'ortie fraîche, montre une teneur en composés phénoliques totaux est égale à  $24,481 \pm 0,003$  mg Eq AG/g d'extrait (**Belal, 2023**).

Cette différence de résultats peut s'expliquer par plusieurs facteurs qui peuvent affecter les niveaux de composés phénoliques, tels que : les conditions climatiques, la maturité de la plante étudiée, le lieu de la récolte et la partie de la plante utilisée.

De plus, d'autres paramètres expérimentaux au laboratoire, peuvent influencer les quantités des composés bioactifs, tels que la méthode d'extraction, le temps et la température d'extraction ainsi que les solvants utilisés (différence de polarité) pour extraire ces composés chimiques bioactifs.

### **2. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits bruts d'*Urtica dioïca* par piégeage du radical libre (DPPH) :**

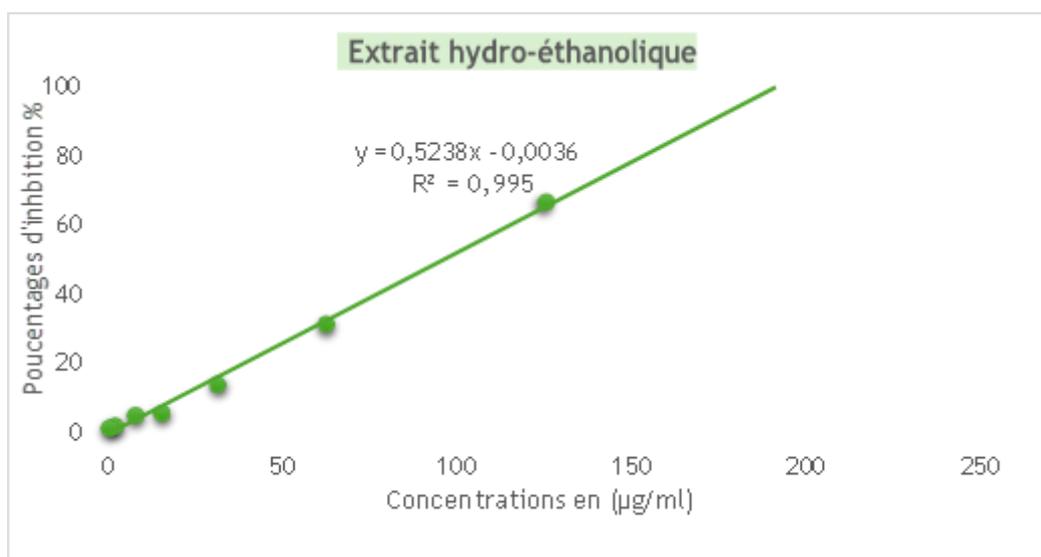
Dans cette partie, nous avons évalué l'activité antiradicalaire des extraits bruts aqueux et hydroéthanolique des feuilles d'*U. dioïca*, par la méthode de piégeage du radical libre DPPH. Le DPPH est l'un des tests d'évaluation des antioxydants, par piégeage des radicaux libres les plus couramment utilisés (**Munteanu et Apetrei, 2021**). En raison d'une large bande d'absorption centrée entre 515 et 520 nm, le radical DPPH a une couleur violette en solution, et lorsqu'il est neutralisé, il devient incolore ou jaune pâle (**Christodoulou et al., 2022**).

Les résultats obtenus dans cette partie, nous ont permis de tracer des courbes des pourcentages d'inhibition obtenues en fonction des concentrations des extraits bruts d'UD, ainsi que de l'acide ascorbique (**Figures 23, 24 et 25**).

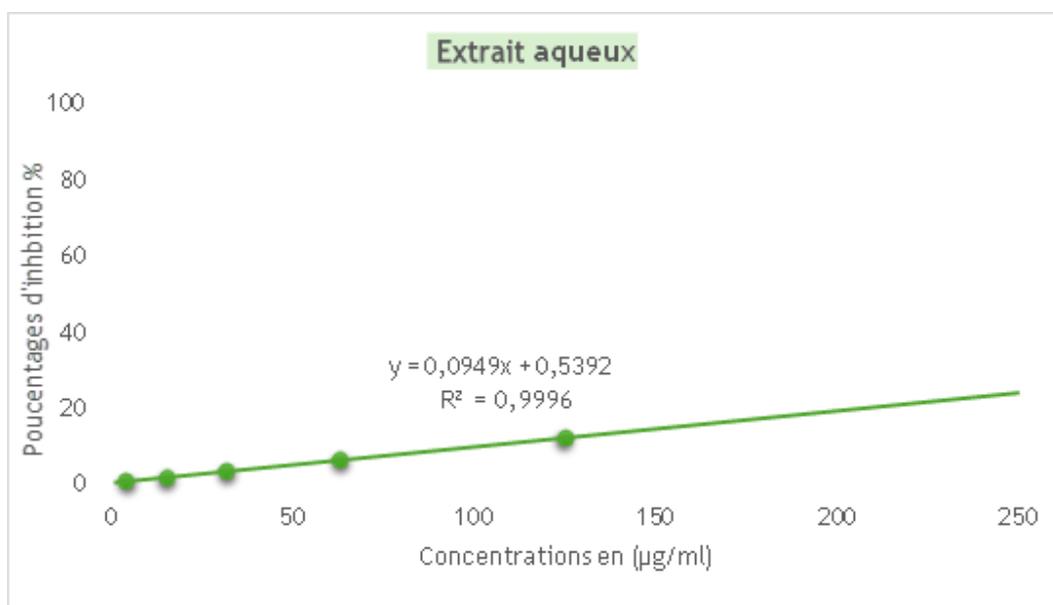
Ensuite, nous avons déterminé les valeurs des concentrations inhibitrices  $CI_{50}$  des extraits et de l'acide ascorbique (**tableau 09**), à partir des équations de régressions linéaires des courbes précédentes

La valeur de  $CI_{50}$  de l'activité antioxydante de la méthode de piégeage de DPPH est définie comme la concentration efficace d'antioxydant nécessaire pour réduire de 50 % la concentration initiale de DPPH (**Christodoulou et al., 2022**). Plus la valeur de  $CI_{50}$  est basse, plus l'échantillon testé a un pouvoir antiradicalaire élevé.

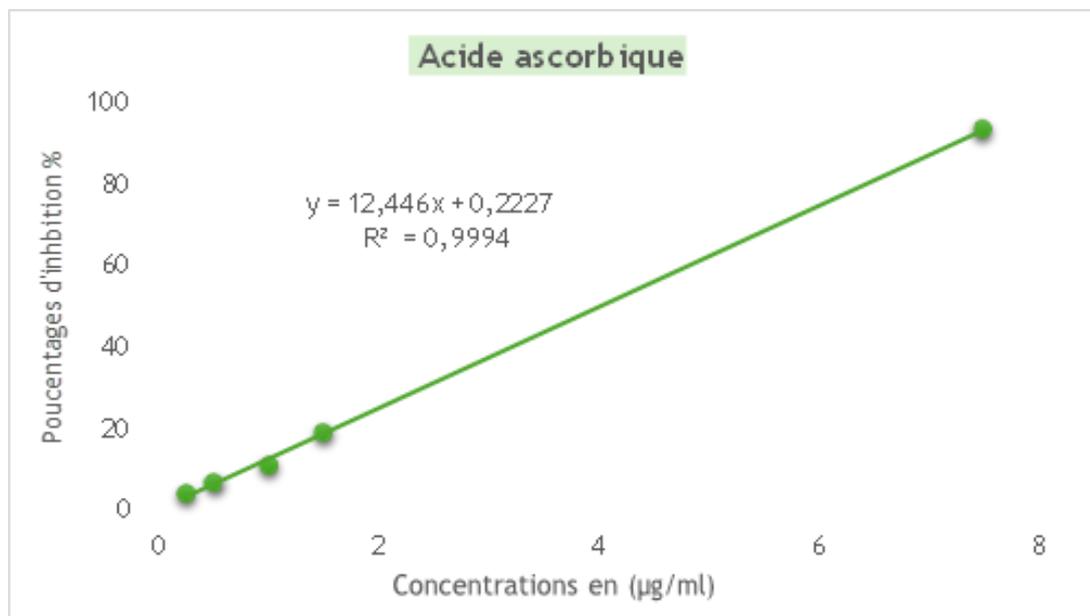
## Résultats et discussion



**Figure 23** : Représentation de régression linéaire des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait hydro-éthanolique



**Figure 24** : Représentation de régression linéaire des pourcentages d'inhibition du radical Libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait aqueux



**Figure 25 :** Représentation de régression linéaire des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'acide ascorbique

**Tableau 09 :** Valeurs des CI<sub>50</sub> des extraits d'*U. dioica* et de l'acide ascorbique

	<b>Extrait aqueux</b>	<b>Extrait hydro-éthanolique</b>	<b>Acide ascorbique</b>
<b>CI<sub>50</sub> (µg/ml) ± Ecart-type</b>	Non déterminée	95.445 ± 0.009	3.999 ± 0.003

Selon les résultats du tableau ci-dessus, l'extrait brut hydro-éthanolique a présenté une activité antiradicalaire, avec une valeur de  $CI_{50}$  de l'ordre de  $95.445 \pm 0.009 \mu\text{g/ml}$ . Cependant, nous n'avons pas déterminé la  $CI_{50}$  de l'extrait aqueux aux concentrations testées.

**Khare et ses collaborateurs (2012)**, ont évalué l'activité de l'extrait hydroalcoolique, préparé par extraction en soxhlet de la partie aérienne d'*U. dioica*, et ont obtenu une  $CI_{50}$  de l'ordre de  $88,33 \pm 2,88 \mu\text{g/ml}$ .

Dans l'étude de **Fekroune (2023)**, l'extrait brut hydro-éthanolique macéré des feuilles d'*UD* a exhibé la meilleure activité antiradicalaire, avec une valeur de  $CI_{50}$  égale à  $2.78 \pm 0.07 \text{ mg/ml}$ , suivi de l'extrait brut hydro-éthanolique macéré des tiges ( $CI_{50}$  égale à  $7.70 \pm 0.0048 \text{ mg/ml}$ ).

**Belal (2023)** a obtenu une valeur de  $CI_{50}$  égale à  $12.121 \pm 0.013 \text{ mg/ml}$  pour l'extrait hydroacétonique macéré des feuilles d'*UD*.

### 3. Evaluation de la pommade :

Dans cette partie de notre mémoire, nous avons essayé de préparer une formulation d'une pommade topique avec une méthode traditionnelle, et qui pourrait être utilisée comme anti-inflammatoire et anti-douleur.

Pour la pommade préparée à partir des feuilles d'*UD*, nous avons observé la couleur, l'odeur et l'aspect obtenus (caractéristiques physiques ou sensorielles), et la **Figure 26** montre le produit final obtenu.



**Figure 26** : le produit final

D'après le **Tableau 10**, le produit présente des caractéristiques qui reste correcte, tout en obtenant une pommade avec une composition naturelle.

**Tableau 10 :** Résultats des paramètres sensorielles de la pommade

<b>Paramètres contrôlés</b>	<b>Méthode de contrôle</b>	<b>Résultats</b>
<b>Couleur</b>	Control visuel	Verte
<b>Odeur</b>	Control olfactif	Odeur spécifique (épicée)
<b>Aspect</b>	Control visuel	Semi-solide

Concernant le bienfait de la pommade topique, nous l'avons testé sur un nombre restreint de personnes pour connaître ses effets allergiques et anti-douleur.

D'après les constatations des candidats, cette formulation obtenue a :

- ✓ Une propriété de soulager les douleurs locales ;
- ✓ Peut également être appliquée sur le dos en cas de douleurs ;

## *Résultats et discussion*

- ✓ Elle doit être appliquée la nuit ;
- ✓ Il faudrait éviter de s'exposer à l'air, car c'est une pommade qui contient un mélange d'huiles dites huiles chaudes.

De plus, nous pouvons suggérer que la pommade obtenue est acceptable. Cependant, des tests physico-chimiques et des évaluations des effets antiinflammatoires de cette formulation devraient être effectuée pour compléter l'étude (tout en respectant les normes).

Quant aux personnes qui ont testé la pommade, leurs avis ont été acceptable, en termes de :

- Couleur : ils ont apprécié cette couleur verte (la couleur de la plante n'a pas été modifiée) ;
- Odeur : certains candidats ont déclaré sentir un parfum de menthe et d'autres ont senti un parfum épicé.

Après l'application de la pommade sur la peau, les personnes l'ayant testées mentionnent qu'elle était un peu grasse et un peu chaude après certain temps de son application.

---

*Conclusion*  
*générale*

---

## Conclusion générale

Les dérivés naturels revêtent une grande signification dans le domaine des traitements thérapeutiques. Notamment, les plantes médicinales renferment une diversité de composés bioactifs qu'il est essentiel d'explorer en détail afin de tirer parti de leurs nombreux bienfaits.

L'analyse phytochimique réalisée sur les extraits bruts de l'ortie ont montré la présence des alcaloïdes avec le réactif de Wagner, les tanins, les saponines. Les composés réducteurs dans l'extrait hydro-éthanolique et les terpénoïdes dans l'extrait aqueux. Cependant, les flavonoïdes, les quinones libres, les anthraquinones, étaient absents dans les deux extraits bruts.

Pour le dosage des composés phénoliques, l'extrait hydro-éthanolique a montré une teneur élevée en composés phénoliques totaux, avec une quantité de  $138.8 \pm 0.066 \mu\text{g Eq AG /mg}$  d'extrait. A l'inverse, l'extrait aqueux a montré une quantité élevée en flavonoïdes, avec de l'ordre de  $150.166 \pm 0.010 \mu\text{g EC /mg}$  d'extrait.

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits bruts des feuilles d'*Urtica dioïca*, a été réalisée par le test de piégeage du radical libre DPPH. Les résultats de l'activité antioxydante révèlent que l'extrait hydro-éthanolique exhibe une bonne activité antiradicalaire dans notre partie expérimentale avec une valeur de  $CI_{50}$  de l'ordre de  $95.445 \pm 0.009 \mu\text{g/ml}$ .

La pommade formulée dans notre étude contenant les feuilles d'*U. dioïca*, a présenté des caractéristiques physiques appréciables.

Ces résultats restent encore préliminaires et pourraient contribuer dans la réalisation d'autres études, comme :

- ✓ Utiliser des méthodes d'extraction différentes (sous-reflux, ...), ainsi que des solvants de polarité différente ;
- ✓ Choisir les autres parties de l'ortie, telles que, les tiges et les racines ;
- ✓ Evaluer le pouvoir antioxydant de l'ortie par d'autres techniques : piégeage du radical ABTS (2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonate), blanchiment du  $\beta$ -carotène, FRAP (réduction du fer) ... ;

## Conclusion générale

- ✓ Rechercher des activités biologiques différentes, telles que, antidiabétique, antiinflammatoire, antitumorales, ... ;
- ✓ Séparer et identifier les molécules bioactives des extraits d'*UD* par des techniques chromatographiques ;
- ✓ Rechercher le ou les mécanismes d'action des extraits et/ou principes bioactifs d'*U. dioïca* au niveau moléculaire ;
- ✓ De plus, une étude *in vivo* serait souhaitable pour évaluer la toxicité de la plante et évaluer ses effets biologiques.

Pour la formulation de la pommade, il faudrait davantage d'études expérimentaux à réaliser :

- ✓ La détermination des paramètres physico-chimiques de la pommade (pH stabilité, viscosité ... ) ;
- ✓ La réalisation de tests de toxicité de l'efficacité de la pommade *in vivo* ;
- ✓ La formulation de la pommade devrait être testée pour ses effets antiinflammatoires *in vitro* et *in vivo* ;
- ✓ La formulation d'autres pommades pour rechercher une formule stable, dans les normes, et ayant des effets antiinflammatoires.

*Références*

*bibliographiques*

## Références bibliographiques

- Abeyrathne EDNS, Nam K, Huang X, Ahn DU (2022). Plant- and animal-based antioxidants' Structure, efficacy, mechanisms, and applications: A review. *Antioxidants*, 11 (5): 1025.
- Ait Haj S. A., Sbai El Otmani I., Derfoufi S., et Benmoussa A. (2016). Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioïca* L.). HEGEL.
- AL-Aloosy Y.A.M., AL-Tameemi A.J.H. et Jumaa S.S. (2019). The role of enzymatic and non-enzymatic antioxidants in facing the environmental stresses on plant: A REVIEW.
- Ambe A. S. A., Odoh A. E., Kanga Y., Kouassi R. H., et Zirihi G. N. (2023). Activité antioxydante et détermination des teneurs en polyphénols et en flavonoïdes totaux de *Bridelia ferruginea* Benth. et *Enantia polycarpa* (DC) Engl. et Diels, deux plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée à Abidjan. *Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine*, 21(2), 46-53.
- Arkogellule, Base de données publique des médicaments [en ligne], 26-09-2013, disponible
- Ashok, P. K., & Upadhyaya, K. (2012). Tannins are astringent. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 1(3), 45-50.
- Azzi O, Hassi W (2023). Etude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des extraits préparés des feuilles et des graines d'*Ocimum basilicum*. Mémoire master biochimie appliquée.
- Belal S. (2023). Évaluation du pouvoir antioxydant de quelques extraits d'*Urtica dioïca* université de abou bekr Belkaid Tlemcen Faculté des sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers Département de Biologie. Mémoire master biochimie.
- Baudin, B. (2020). Stress oxydant et protections antioxydantes. Elsevier BV.
- Beaudeau J. L., Delattre J., Therond P., Bonnefont-Rousselot D., Legrand A., et Peynet J. (2006). Le stress oxydant, composante physiopathologique de l'athérosclérose. *Immuno-analyse & Biologie spécialisée*, 21(3), 144-150.
- Beauty Garden, Lotion bio menthe poivrée et Ortie -Beauty GARDEN, disponibles sur [www.beautygarden.com](http://www.beautygarden.com), consulte le 24-06-2020.
- Beloued A. (2001). Plantes médicinales d'Algérie, Office des publications universitaires P 152.

## Références bibliographiques

- Bertrand B., Jeanne A. (2008) : “Les secrets de l’Ortie”, 10<sup>-ème</sup> Ed. Du Terran : 45-95.
- Billotte B., Digout C., Noret J., Pierre J., Quignard S-A. et De Sury D’Aaspremont X. (2014). La multi valorisation de L’ortie. Université de Lorraine.
- Botineau, M. (2010). Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs, Lavoisier P 697-670.
- Boyrie, J. (2016). *Urtica dioïca* L. : Une plante aux usages multiples. Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Bordeaux.
- Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales (4<sup>ème</sup> Ed.). Paris: Lavoisier.
- Christodoulou MC, Orellana Palacios JC, Hesami G, Jafarzadeh S, Lorenzo JM, Domínguez R, Moreno A, Hadidi M. (2022) Spectrophotometric methods for measurement of antioxidant activity in food and pharmaceuticals. *Antioxidants* (Basel), 11 (11) : 2213.
- Candais, C. (2019). Le retour à la nature avec la cueillette de plantes sauvages alimentaires bienfaits ou dangers : étude bibliographique [thèse de doctorat en pharmacie Université de Nants].
- Couplan F. et Styner E. (2012). Guide des plantes sauvages comestibles et toxique. Delachaux et Niestlé. ISBN 978-2-603-01681-7.
- Couplan F. (2007). Reconnaître facilement les plantes. Delachaux et Niéslé P 95.
- Couplan F. (2017). Le régal végétal. Sang de la terre, Deuxième trimestre. ISBN 978-2-86985—342-3.
- Debuigne G. Larousse des plantes qui guérissent, Ed. Larousse, 1974
- Delahaye, J. (2015). Utilisation de l’ortie – *Urtica dioïca* L. Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Rouen.
- Devkota HP, Paudel KR, Khanal S, Baral A, Panth N, Adhikari-Devkota A, Jha NK, Das N, Singh SK, Chellappan DK, Dua K, Hansbro PM (2022). Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.): Nutritional composition, bioactive compounds, and food functional properties. *Molecules*. 27 (16): 5219.
- Draghi, F. (2005). L’Ortie dioïque (*Urtica dioïca* L.) : étude bibliographique. Thèse de Doctorat En Pharmacie, Université Henri Poincare Nancy. Effet de l’ajout de poudre de feuilles d’ortie (*Urtica dioïca* L.) sur la qualité du pain. *J. Herb. Méd.*, 27, p. 104 – 112
- Draghi, F. (2005). L’Ortie dioïque (*Urtica dioïca* L.) : étude bibliographique. (Thèse de Doctorat en Pharmacie). Université Henri Poincare.

## Références bibliographiques

- Dubois-Deruy E, Peugnet V, Turkieh A, Pinet F (2020). Oxidative stress in cardiovascular diseases. *Antioxydants*, 9: 864
- Favier A. (2003). Le stress oxydant. *Actuality chimique*, 108 (10), 863-832.
- Favier A. (2006, November). Oxidative stress in human diseases. In *Annales pharmaceutiques françaises* (Vol. 64, No. 6, pp. 390-396).
- FEKROUNE S. M. (2023). Étude phytochimique et évaluation du pouvoir antioxydant des extraits d'*Urtica dioïca* L. Université de abou bekr Belkaid Tlemcen Faculté des sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers Département de Biologie. Mémoire master biochimie appliqué.
- Garza-Lombó C., Pappa A., Panayiotidis M. I., et Franco R. (2020). Redox
- Geny, B., Charles, A. L., Lejay, A., & Meyer, A. (2019). Pollution et stress oxydant. *Revue Française d'Allergologie*, 59(3), 174-176.
- Ghaffour Y, Rahmani S (2020). Evaluation de l'activité antioxydante in vitro des extraits des feuilles d'*Olea europaea*. Mémoire master biochimie appliquée.
- Garmendia A, Raigón MD, Marques O, Ferriol M, Royo J, Merle H (2018). Effects of Nettle slurry (*Urtica dioïca* L.) used as foliar fertilizer on potato (*Solanum tuberosum* L.) Yield and Plant Growth, *PeerJ*, 6 (2018) e4729.
- Jan KN, Zarafshan K, Singh S (2017). Stinging Nettle (*Urtica dioïca* L.): a reservoir of nutrition and bioactive components with great functional potential, *Journal of food Measurement and characterization*, 11: 423 – 433.
- Jaramillo Flores ME (2019). Cocoa flavanols: natural agents with attenuating effects on metabolic syndrome risk factors. *Nutrients*, 11 (4): 751.
- Haleng J., Pincemail J., Defraigne J. O., Charlier C., et Chapelle J. P. (2007). Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62(10).
- Halliwell B., et Whiteman, M. (2004). *Mesurer les espèces réactives et les Dommages oxydatifs in vivo et en culture cellulaire : comment faire et que signifient les résultats ?* *Journal britannique de pharmacologie*, 142 (2), 231-255.
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis*. 3ème Ed. 203-234, Chapman and Hall Thomson science (uk).
- Haida Z, Hakimian M (2019). A comprehensive review on the determination of enzymatic assay and nonenzymatic antioxidant activities. *Food science & nutrition*, 7: 1555 – 1563.
- Harford, R. (2019). Edible and Medicinal Wild Plants of Britain and Ireland. homeostasis, oxidative stress and mitophagy. *Mitochondrion*, 51, 105-117.

## Références bibliographiques

- Hauck AK, Huang Y, Hertzler AV, Bernlohr DA (2019). Adipose oxidative stress and protein carbonylation. *Journal of biological chemistry*, 294: 1083–8.
- <http://www.intelligenceverte.org/101-utilisations-ortie.asp>. Consulter le 10.05.2010.
- Ighodaro O. M., et Akinloye O. A. (2018). First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. Informa UK Limited.
- Ighodaro O. M., et Akinloye O. A. (2018). First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. Informa UK Limited.
- Kabel, A. M. (2014). Free Radicals and Antioxidants: Role of Enzymes and Nutrition. *World journal of nutrition and health*, 2(3), 35–38.
- Khanal D., Tiwari I., Bastola R. et Upreti C. (2017). Effets bénéfiques de la Supplémentation en ortie piquante sur la production de lait Népal. *Vétérinaire. J.*, 34, p. 60 – 68.
- Khare V., Kushwaha P., Verma S., Gupta A., Srivastava S., et Rawat A. K. S. (2012). Pharmacognostic evaluation and antioxidant activity of *Urtica dioica* L.
- Kiran TR, Otlu O, Karabulut AB (2023). Oxidative stress and antioxidants in health and disease. *Journal of laboratory medicine*, 47 (1) : 1 – 11.
- Koechlin-Ramonatxo, C. (2006). Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition clinique et métabolisme*, 20(4), 165-177.
- Langlade V. (2010). L'ortie dioïque, *Urtica dioica* L. : étude bibliographique [Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Nantes].
- Lobo V., Patil A., Phatak A., Chandra N (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Review*, 4 (8) : 118-26.
- Man S., Păucean A., Chis M., Muste S., Pop, A., Mureșan A. et Martis G. (2019).
- Martemucci G., Costagliola C., Mariano M., D'andrea L., Napolitano P., et D'Alessandro A. G. (2022). Free Radical Properties, Source and Targets, Antioxidant Consumption and Health. *Oxygen*, 2(2), 48–78.
- Munteanu IG, Apetrei C (2021). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International journal of molecular sciences*, 22 (7): 3380.

## Références bibliographiques

- Maury GL, Rodríguez DM, Hendrix S, Arranz JCE, Boix YF, Pacheco AO, Díaz JG, Morris-Quevedo HJ, Dubois AF, Aleman EI, Beenaerts N, Méndez-Santos IE, Ratón TO, Cos P, Cuypers A (2020). Antioxidants in plants: A valorization potential emphasizing the need for the conservation of plant biodiversity in Cuba. *Antioxidants (Basel)*, 9 (11) : 1048.
- Migdal C., et Serres M. (2011). *Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant*. EDP Sciences.
- Miloudi NEH, Mouffok M (2023). Evaluation du pouvoir antioxydant de quelques extraits de *Marrubium vulgare* L. Mémoire master biochimie appliquée.
- Mokhtari M (2019). Etude phytochimique et activité antioxydante des feuilles de *Punica granatum* et *Prunus cesarus*. Mémoire master biochimie.
- Mor, Héloïse. (2014). « *Urtica\_dioica - urtica\_dioica.pdf* ». (Consulté le 13 octobre 2014) [http://galerie.pierre.free.fr/Labo\\_Ouvert/pdf/urtica\\_dioica.pdf](http://galerie.pierre.free.fr/Labo_Ouvert/pdf/urtica_dioica.pdf).
- Moussa Z., M.A. JudehZ., et A. Ahmed S. (2019). *Nonenzymatic Exogenous and Endogenous Antioxidants*. Intech Open.
- Mucha P, Skoczyńska A, Małecka M, Hikisz P, Budzisz E (2021). Overview of the antioxidant and anti-inflammatory activities of selected plant compounds and their metal ions complexes. *Molecules*, 26 (16) : 4886.
- Ndhala A., Moyo M., et Van Staden J. (2010). *Natural Antioxidants: Fascinating or Mythical Biomolecules?*.
- Okusa Ndjolo, P. : Etude phytochimique et activité antimicrobienne directe et indirecte de *Cordia gillettii* De Wild (Boraginaceae)., Bruxelles (2012)
- Orfali R, Alwatban AZ, Orfali RS, Lau L, Chea N, Alotaibi AM, Nam Y-W and Zhang M (2024), Oxidative stress and ion channels in neurodegenerative diseases. *Front. Physiol.* 15:1320086. Doi: 10.3389/fphys.2024.1320086.
- Otles S, Yalcin B (2012). Phenolic Compounds Analysis of Root, Stalk, and Leaves of Nettle. *Scientific World Journal*. 2012 : 12.
- Ounough A., Yalaoui. R. (2022). Etude physico-chimique et évaluation des propriétés antioxydantes des extraits d'*Urtica dioica*. L, et leur application sur du lait commercial stérilisé (Doctoral dissertation). University Mohamed El Bachir El Ibrahim.
- Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases. *Indian journal of clinical biochemistry*, 30, 11-26.

## Références bibliographiques

- Pisoschi M, Pop A (2015). The Role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European journal of medicinal chemistry*, 97: 55 – 74.
- Piccolella S, Crescente G, Candela L, Pacifico S (2019). Nutraceutical polyphenols: New analytical challenges and opportunities. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 175: 112774.
- S.K. Jain. (2016). National Book Trust, New Delhi, India. 129pp. ISBN: 978-81-237-7943-0 [Rs.310.00]
- Santibáñez-Andrade M, Quezada-Maldonado EM, Rivera-Pineda A, Chirino YI, García-Cuellar CM, Sánchez-Pérez Y (2023). The road to malignant cell transformation after particulate matter exposure: From oxidative stress to genotoxicity. *International journal of molecular sciences*, 24 : 1782.
- Schauenberg P. et Paris F. (2016). *Les plantes médicinales*. Delachaux et Niestlé P 321.
- Soto ML, Parada M, Falqué E, Domínguez H (2018). Personal-care products formulated with natural antioxidant extracts. *Cosmetics*, 5: 13.
- Singh M, Kali G (2019). Study on Morpho-anatomical and Histo-chemical Charaterisation of stinging Nettle, *Urtica dioica* L in Uttarakhand, India, *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 8 (3): 4325–4331.
- Serviddio G., Bellanti F., et Vendemiale G. (2013). Free radical biology for medicine: learning from nonalcoholic fatty liver disease. *Free Radical Biology and Medicine*, 65, 952-968.
- Sharifi-Rad M, Anil Kumar NV, Zucca P, Varoni EM, Dini L, Panzarini E, Rajkovic J, Tsouh Fokou PV, Azzini E, Peluso I, Prakash Mishra A, Nigam M, El Rayess Y, Beyrouthy ME, Polito L, Iriti M, Martins N, Martorell M, Docea AO, Setzer WN, Calina D, Cho WC and Sharifi-Rad J (2020). Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. *Frontiers in physiology*, 11:694.
- Sharma S. K., Singh D., Pandey H., Jatav,R. B., Singh V., et Pandey D. (2022). *An Overview of Roles of Enzymatic and Nonenzymatic Antioxidants in Plant*. Springer Nature Singapore
- Sharp R. (2021). Substances de base ; Que sont-ils et comment peuvent-ils être utilisés pour lutter contre les ravageurs et les maladies dans les exploitations ? <https://www.eutrema.co.uk/post/basic-substances-what-are-they-and-how-can-they-used-for-pest-and-disease-control-on-farms> Sur: [www.base-donnees-public.medicament.gouv.fr](http://www.base-donnees-public.medicament.gouv.fr), consulte le 24-06-2020.

## Références bibliographiques

- Shaw P., Kumar N., Sahun M., Smits E., Bogaerts A., et Privat-Maldonado A. (2022). Modulating the Antioxidant Response for Better Oxidative Stress-Inducing Therapies: How to Take Advantage of Two Sides of the Same Medal?
- Toubal S. (2018). Caractérisation de la relation chémotypes de l'ortie-bactéries vectorisées associées et évaluation de leurs activité sur culex sp (Doctoral dissertation). Université M'Hamed Bougara de Boumerdès.
- Vona R, Pallotta L, Cappelletti M, Severi C, Matarrese P (2021). the impact of oxidative stress in human pathology: focus on gastrointestinal disorders. *Antioxidants*, 10, 201
- Vajić UJ, Grujić-Milanović J, Živković J, Šavikin K, Gođevac D, Miloradović Z, Bugarski B, Mihailović-Stanojević N (2015). Optimization of extraction of stinging nettle leaf phenolic compounds using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*, 74 : 912-917.
- Valnet J. (1983). *Phytothérapie : se soigner par les plantes*. Librairie générale française.
- Vermerris W., et Nicholson R. (2006). *Phenolic Compounds Biochemistry*. Springer, Dordrecht, the Netherlands.
- Viotti C., Albrecht K., Amaducci S., Bardos P., Bertheau C., Blaudez D., Chalot M. (2022). Nettle, a Long-Known Fiber Plant with New Perspectives.
- Vona R, Pallotta L, Cappelletti M, Severi C, Matarrese P (2021). The impact of oxidative stress in human pathology: Focus on gastrointestinal disorders. *Antioxidants*, 10 (2): 201.
- Wambui J, Ikedi RIO, Macharia RW, Kama-Kama F, Nyaboga EN (2024). Phytoconstituents of Kenyan stinging nettle (*Urtica* species) and their molecular docking interactions revealed anti-inflammatory potential as cyclooxygenase-2 inhibitors. *Scientific African*, 23 : e 02088.
- Warren P. (2006). In101 Utilisation d'ortie (2009). Disponible sur
- Wichtl M., et Anton R. (2003). *Plantes thérapeutiques, tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. 2 e éd. EMInter /Tec & Doc éditions, Paris, 382-386.
- Wichtl M., et Robert A. (2003). *Plantes thérapeutiques, Tradition, pratique officinale, science et thérapeutiques*. Tec & Doc. P : 156.
- Yi Z., Yu Y., Liang Y., et Zeng B. (2008). In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the extract of Pericarpium Citri Reticulatae of a new Citrus cultivar and its main flavonoids. *LWT-Food Science and technology*, 41(4), 597-603.

## *Références bibliographiques*

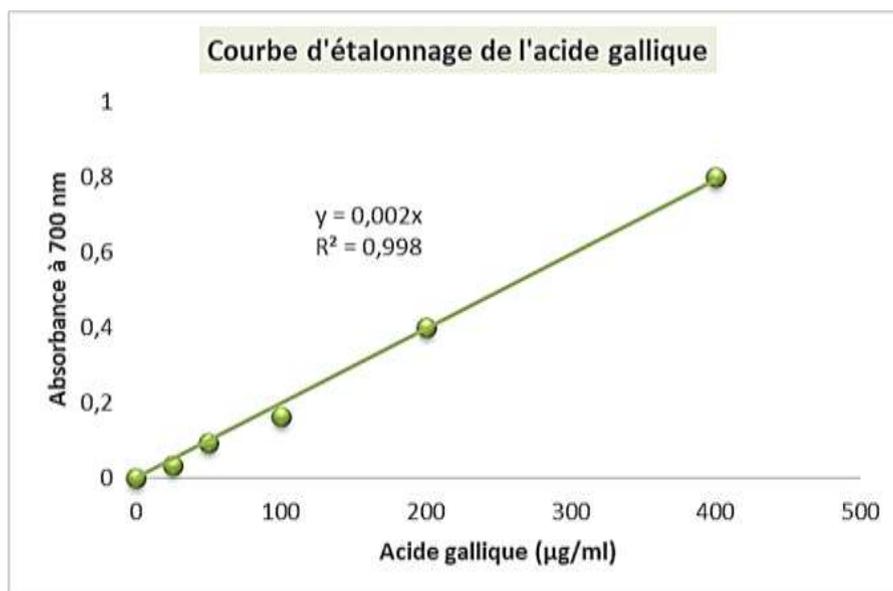
- Zbadi R., Mohti H., et Moussaoui F. (2018). Stress oxydatif : évaluation du pouvoir antioxydant de quelques plantes médicinales. *Médecine thérapeutique*, 24(2), 134-141.
- Zhang Z., Huang Q., Zhao D., Lian F., Li X., et Qi W. (2023). The impact of oxidative stress-induced mitochondrial dysfunction on diabetic microvascular complications. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1112363.
- Zhishen J., Mengcheng T., et Jianming W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555-559.

---

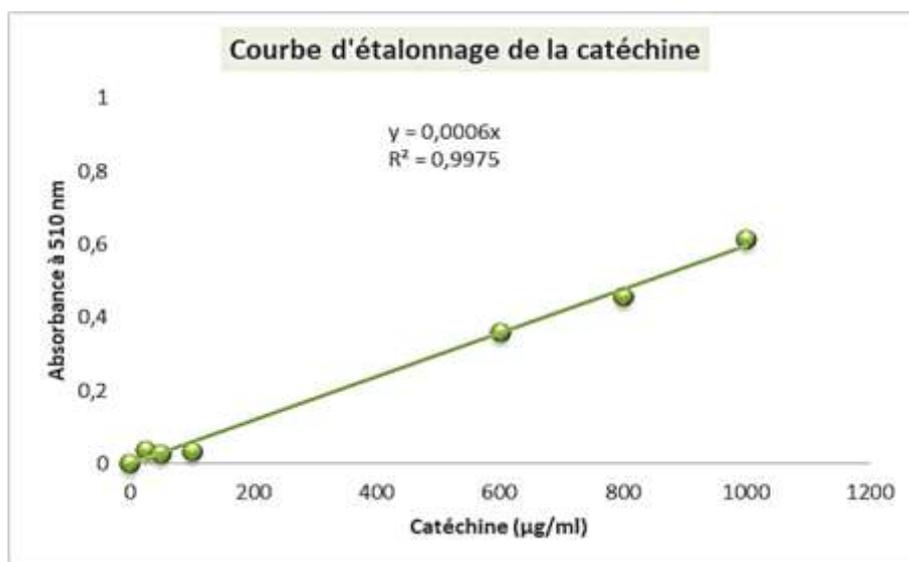
# *Annexes*

---

## Annexe n°1



**Figure 21 :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des composés phénoliques totaux.



**Figure 22 :** Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes

Annexe N °02



**Figure 17 :** Feuilles d'*Urtica dioica* séchées (A) et en poudre (B)



**Figure 18 :** Cire d'abeille naturelle



**Figure 19 :** Mélanges d'huiles



**Figure 20 :** Boîtes de conservation