

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Hassiba Benbouali de Chlef

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie



THÈSE

Présentée pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT

Filière : **Biotechnologie**

Spécialité : **Biotechnologie et Valorisation des Plantes**

Par

Fayza KEDDAR

Thème :

Extraction, étude analytique et activité biologique des extraits

d'Urtica dioica L.

Soutenue le 03/02/2026, devant le jury composé de :

Abdelkader SAADI	Professeur	Université de Chlef	Président
Malika BOUALAM	Professeur	Université de Mostaganem	Rapporteur
Farid BOUNACEUR	Professeur	Université de Tissemsilet	Examineur
Amina BESSEDIK	MCA	Université de Chlef	Examinatrice
Meriem FIZIR	MCA	Université de Khemis Méliana	Co-promotrice
Malika MEZIANE	MCA	Université de Chlef	Examinatrice

2025/2026

Dédicace

A ma mère, je te dédie ce travail de longue haleine. Je tiens à t'exprimer toute mon affection et mon amour, tu représentes mon espoir, mon bonheur, tu es la lumière de ma vie. sans toi, je n'aurai pu atteindre la rive

A la mémoire de mon cher père qui aurait tant aimé me voir arrivée à l'accomplissement de ce jour

A mes frères pour leur amour, leur encouragement, leur patience, leurs conseils, et leur confiance indéfectible

A ma cousine et mon encadreur Melle BOUALTEM MALIKA pour sa sympathie, sa gentillesse et sa disponibilité merci beaucoup.

A mes nièces et neveux, mes belles sœur et à toute la famille.

A mes ami(e)s et mes collègues de travail.

KEDDAR Fayza

Remerciement

Les travaux de la présente thèse ont été réalisés majoritairement au Laboratoire de la faculté des sciences et technologies de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

*Ce travail a été encadré par le regretté Professeur **BRADA Moussa**, que nous avons tragiquement perdu le 25 septembre 2024. Que Dieu lui accorde Sa miséricorde et l'accueille dans Son vaste paradis. Le Professeur BRADA m'a soutenu tout au long de ce projet, et je prie qu'Allah récompense sa patience, ses précieux conseils, ainsi que ses encouragements et orientation.*

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Madame le Professeur **BOUALLEM Malika**, qui m'a accompagné tout au long de mon parcours universitaire, depuis mes premiers pas jusqu'à ce jour, et qui a accepté d'être la directrice de ma thèse. Sa guidance, son soutien et sa bienveillance ont été inestimables dans la réalisation de ce travail.*

*Je souhaite exprimer toute ma gratitude à ma co-directrice, Madame **FIZIR Miriem**, Maître de conférences de classe A à l'université Khemis Miliana, Ain Defla. Merci de m'avoir offert l'opportunité de mener à bien ce travail, en me consacrant votre temps, votre disponibilité.*

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements au professeur **BENABDELMOUMENE Djilali** pour le temps qu'il m'a généreusement accordé et pour son aide précieuse tout au long de ce travail.*

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à :

- **M. Abdelkader SAADI**, professeur à l'Université de Chlef, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury.*
- **Mme. Amina BESSEDIK**, professeur à l'Université de Chlef, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*
- **M. Farid BOUNACEUR**, professeure à l'Université de Tissemsilt, pour l'honneur qu'il m'a fait en faisant partie de ce jury.*
- **Mme Malika MEZIANE**, professeure à l'Université de Chlef, pour l'honneur qu'elle m'a fait en faisant partie de ce jury.*

*Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers **M. Abderazak Kamel TOUBAL**. Vice doyen de la PGRSRE qui m'ont été d'une aide précieuse.*

Je remercie également tous les étudiants que j'ai encadrés sur cette thématique, en leur adressant toute ma gratitude, mon respect et mes sincères remerciements.

KEDDAR Fayza

Table des matières

Dédicace

Remerciement

Résumé

Abstract

الملخص

Liste Des Abréviations

Liste Des Tableaux

Liste Des Figures

Introduction générale..... 1

L'Ortie *Urtica dioica* L. et ses applications biologiques

I. Introduction..... 4

II. Dénomination 4

III. Répartition géographique 4

IV. Classification..... 5

V. Description botanique..... 5

V.1. La racine 7

IV.2. La tige 7

V.3. La feuille..... 8

V.4. Le poil urticant 9

V.5. La fleur 10

V.6. Le fruit..... 10

V.I.7. Les graines 11

VI. Lareproduction d'*U.dioica*..... 11

VII. Composition chimique de l'ortie 11

VIII. Usage pharmacologique 14

VIII.1. Action sur le système nerveux central..... 14

VIII.2. Activité cardioprotectrice etanti-hypertensive 15

VIII.4. Action anti-inflammatoire	15
VIII.5. Activité antioxydante	15
VIII.6. Activité anticancéreuse.....	15
VIII.7. Activité antidiabétique	16
VIII.8. Activité immunomodulatrice.....	16
VIII. 9. Activité sur l'agrégation plaquettaire.....	16
VIII.10. Activité analgésique et anti-nociceptive.....	16
VIII.11. Activité antiulcéreuses	17
VIII.12. Activité antiallergique	17
VIII.13. Activité hépatoprotectrice	17
VIII.14. Activité sur le système digestif	18
VIII.15. Activité sur les douleurs articulaires, l'arthrite et les rhumatismes	18
VIII.16. Activité anti-infectieuses	18
IX. Usage agricole et environnemental	20
IX.1. Un stimulateur de croissance	21
IX.2. Un auxiliaire écologique	21
IX.3. L'ortie comme biofertilisant	21
IX.4. Un engrais vert.....	22
IX.5. Utilisation d' <i>U. dioica</i> L. comme stimulateur de croissance et immunostimulant chez les poissons	22
IX.6. Utilisation d' <i>U. dioica</i> L. dans l'alimentation animale	22
IX.7. Utilisation d' <i>U. dioica</i> L. dans l'usage alimentaire.....	23
IX.8. Utilisation d' <i>U. dioica</i> L. contre les ravageurs et les maladies	23

Matériel et méthodes

I. Matériel végétal	27
I.1. Collecte de matériel végétal.....	27
I.2. Prétraitement du matériel végétal	28
I.3. Solvants et protocole d'extraction	28
I.3.1. Extraction des polyphénols	28
I.3.2. Extraction d'huile essentielle.....	28
I.4. Calcul du rendement d'extraction.....	29
I.5. Dosage colorimétrique des composés phénoliques.....	29

I.5.1. Dosage des composés phénoliques totaux (TPT)	29
II. Les activités biologiques des extraits d' <i>U.dioica</i>	30
II.1. Activité insecticide	30
II.1.1. Origine des insectes	30
II.1.2. Le test d'activité insecticide <i>in vitro</i>	31
II.1.3. Détermination du taux de mortalité	33
II.1.4. Détermination des doses létales 50 et 90	33
II.2. Activité antimicrobienne	34
II.2.1. Origine et nature des microorganismes employés	34
II.2.2. Conditions de culture des microorganismes	34
II.2.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits des feuilles, des racines et l'huile essentielle d' <i>U. dioica</i> par la méthode de diffusion sur gélose	34
II.2.4. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)	35
II.2.5. Détermination de la concentration minimale bactéricide ou bactériostatique (CMB) ...	35
II.3. Activité antioxydante.....	36
II.3.1. Evaluation de l'activité antioxydante d'extrait phénolique des feuilles, des racines et l'huile essentielle d' <i>U. dioica</i>	36
II.4. L'activité dermatoprotectrice (photoprotectrice) des extraits d' <i>U. dioica</i>	38
II.5. L'activité anti-inflammatoire (Activité anti-arthritique) <i>in vitro</i> des extraits d' <i>U. dioica</i>	39
II.6. Test de cytotoxicité quantitative (sur les globules rouge humaine) des extraits d' <i>U. dioica</i>	40
III. Analyse chromatographique de l'extrait phénolique des feuilles et des racines d' <i>U.dioica</i> par LC-MS/MS.....	41

Résultats et discussions

I. Extraction des polyphénols	40
I.1. Rendement de l'extraction	40
I.2. Détermination des composés phénoliques	42
I.2.1. Teneur en polyphénols totaux	42
I.2.2. Teneur en flavonoïde totaux	43
II. Les activités biologiques des extraits d' <i>Urtica dioica</i>	44
II.1. Activité insecticide à l'égard de deux bioagresseurs des cultures	44
II.1.1. <i>Tuta absoluta</i>	44
II.1.2. Mortalité cumulée et corrigée d'extrait des feuilles sur les stades larvaires 1 et 4	46

II.1.2. <i>Hyalopterus pruni</i>	51
II.1.2.1. Mortalité cumulée des extraits des feuilles et racines sur <i>Hyalopterus pruni</i>	51
II.1.2.2. Mortalité corrigée des extraits des feuilles et des racines sur <i>Hyalopterus pruni</i>	53
II.1.2.3. Impact de l'eau sur l'efficacité des traitements	54
II.1.2.4. Calcul des doses létales DL50 et DL90	55
II.1.2.5. Estimation de DL50 pour les larves de <i>T. absoluta</i>	55
II.1.2.6. Estimation de DL50 pour les adultes de <i>H. pruni</i>	56
II.2. Activité antimicrobienne	57
II.2.1. Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits des feuilles, des racines et l'huile essentielle d' <i>U. dioica</i> par la méthode de diffusion sur gélose.	57
II.2.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et bactéricide (CMB) .	59
II.3. Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles, des racines et d'huile essentielle d' <i>U. dioica</i>	66
II.3.1. Calcul de la concentration inhibitrice IC50	68
II.4. Evaluation de l'activité dermatoprotectrice (photoprotectrice).....	70
II. 5. L'activité anti-inflammatoire (Activité anti-arthritique) <i>in vitro</i>	71
II.6. Evaluation de l'activité cytotoxique quantitative	76
III. Caractérisation phytochimique par Chromatographie liquide à haute performance (LC-MS/ MS).....	78
III.1. LC-MS/MS des racines d' <i>Urtica dioica</i>	78
III.2. LC-MS/MS des feuilles d' <i>Urtica dioica</i>	79
Conclusion.....	83

Etudes statistique

Les annexes

Références bibliographiques

Résumé

Ce travail vise à valoriser les substances naturelles d'une plante locale d'intérêt médicinal, *Urtica dioica* L., en déterminant la composition en polyphénols et flavonoïdes présents dans ses feuilles et racines, tout en évaluant ses propriétés biologiques *in vitro*. L'extraction des polyphénols a été réalisée par macération avec du méthanol pur. Des dosages colorimétriques ont permis d'identifier l'extrait le plus riche en polyphénols. L'activité antimicrobienne a été mesurée par la méthode de microplaque à 96 puits pour déterminer la concentration inhibitrice minimale (CIM). L'activité antioxydante a été évaluée *in vitro* à l'aide du test DPPH. De plus, l'activité insecticide a été testée sur les larves de *Tuta absoluta* (L1 et L4) et les adultes du puceron *Hyalopterus pruni*. Un facteur de protection solaire a également été évalué, ainsi que l'activité anti-inflammatoire et la cytotoxicité. Les composés phénoliques des extraits méthanoliques des feuilles et des racines d'*U. dioica* ont été identifiés par LC-MS/MS. Les rendements d'extraction des racines et des feuilles étaient respectivement de 28,60 % et 8,75 %, tandis que la teneur en huile essentielle était très faible (0,07 %). La teneur totale en polyphénols était de 5,37 mg EAG/g pour les feuilles et de 1,21 mg EAG/g pour les racines, tandis que la teneur en flavonoïdes était de 0,40 mg QAE/g pour les feuilles et de 0,19 mg QAE/g pour les racines. Les valeurs de CIM variaient de 0,07 à 0,15 mg/ml, et les valeurs de concentration bactéricide minimale (CMB) allaient de 0,7 à 0,30 mg/ml, indiquant une activité principalement bactéricide. Les tests anti-radicaux libres ont montré une inhibition de 80,54 % pour l'extrait de feuilles et de 49,23 % pour l'extrait de racines. Les deux extraits ont présenté des toxicités proches, avec une DL50 de 17,54 % et 13,19 % contre *T. absoluta*, et de 8,05 % et 9,42 % contre *H. pruni* pour les feuilles et les racines, respectivement. Le facteur de protection solaire (FPS) était de 22,56 pour les feuilles et de 11,48 pour les racines à une concentration de 2 mg/ml. Les deux extraits ont également montré une protection contre la dénaturation des protéines, avec des taux de 88,05 % pour les racines et de 67,16 % pour les feuilles. Des concentrations non toxiques et sûres de l'extrait des feuilles et des racines ont été établies avec un pourcentage hémolytique de $21,91 \pm 0,003$ et $7,38 \pm 0,003$ pour les feuilles et les racines respectivement à une concentration de 250 µg/ml. L'analyse par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS) a confirmé la présence de 22 composés dans les racines et de 27 dans les feuilles. L'acide gallique et le 4-méthylguaïacol (créosol) étaient majoritaires dans les deux extraits, tandis que l'ester phényléthylique et le 3,5-diméthoxyphénol étaient présents uniquement dans l'extrait de feuilles. En somme, nos

résultats soulignent le potentiel remarquable d'*U. dioica* comme source de molécules bioactives aux intérêts agronomiques et thérapeutiques variés.

Mots clés : *Urtica dioica* L., composition chimique, activités biologiques, polyphénols.

Abstract

This study aims to valorize the natural substances of a local medicinal plant, *Urtica dioica* L., by determining the composition of polyphenols and flavonoids present in its leaves and roots, while also evaluating its *in vitro* biological properties. The extraction of polyphenols was performed through maceration with pure methanol. Colorimetric assays were conducted to identify the extract richest in polyphenols. Antimicrobial activity was measured using a 96-well microplate method to determine the minimum inhibitory concentration (MIC). Antioxidant activity was assessed *in vitro* using the DPPH test. Additionally, insecticidal activity was tested on the larvae of *Tuta absoluta* (L1 and L4) and adult of the aphid *Hyalopterus pruni*. A sun protection factor (SPF) was also evaluated, along with anti-inflammatory activity and cytotoxicity. The phenolic compounds in the methanolic extracts of *U. dioica* leaves and roots were identified using LC-MS/MS. The extraction yields of roots and leaves were 28.60% and 8.75%, respectively, while the essential oil content was very low (0.07%). The total polyphenol content was found to be 5.37 mg EAG/g for the leaves and 1.21 mg EAG/g for the roots, while the flavonoid content was 0.40 mg QAE/g for the leaves and 0.19 mg QAE/g for the roots. The MIC values ranged from 0.07 to 0.15 mg/ml, and the minimum bactericidal concentration (MBC) values ranged from 0.7 to 0.30 mg/ml, indicating primarily bactericidal activity. Free radical scavenging tests showed an inhibition of 80.54% for the leaf extract and 49.23% for the root extract. Both extracts exhibited similar toxicity, with a lethal dose 50 (LD50) of 17.54% and 13.19% against *T. absoluta*, and 8.05% and 9.42% against *H. pruni* for the leaves and roots, respectively. The SPF was 22.56 for the leaves and 11.48 for the roots at a concentration of 2 mg/ml. Both extracts also demonstrated protection against protein denaturation, with rates of 88.05% for the roots and 67.16% for the leaves. Non-toxic and safe concentrations of the leaf and root extracts were established, with a hemolytic percentage of 21.91 ± 0.003 and 7.38 ± 0.003 for the leaves and roots, respectively, at a concentration of 250 μ g/ml. LC-MS analysis confirmed the presence of 22 compounds in the roots and 27 in the leaves. Gallic acid and 4-methylguaiacol (creosol) were predominant in both extracts, while phenethyl ester and 3,5-dimethoxyphenol were present only in the leaf extract. In summary, our results highlight the remarkable potential of *U. dioica* as a source of bioactive molecules with various agronomic and therapeutic interests.

Keywords: *Urtica dioica* L, chemical composition, biological activities, polyphenols.

الملخص

الهدف من هذا المشروع هو تحقيق أقصى استفادة من المواد الطبيعية في نبات محلي له أهمية طبية، وهو *Urtica dioica L*، من خلال تحديد تركيبة البوليفينولات والفلافونويدات في أوراقه وجذوره ، بالإضافة إلى تقييم خصائصه البيولوجية في المختبر .تم استخراج البوليفينولات عن طريق النقع في الميثانول النقي، واستخدمت المقاييس اللونية لتحديد المستخلص الأكثر غنى بالبوليفينولات .تم قياس النشاط المضاد للميكروبات باستخدام طريقة الصفيحة المجهرية ذات 96 بئراً لتحديد الحد الأدنى للتركيز المثبط (MIC) كما تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة في المختبر باستخدام اختبار DPPH بالإضافة إلى ذلك، تم اختبار النشاط المبيد للحشرات على يرقات *L1 (Tuta absoluta)* و *L4* وحشرة المن *Hyalopterus pruni* . تم أيضا تقييم عامل الحماية من أشعة الشمس (SPF) ، بالإضافة إلى النشاط المضاد للالتهابات والسمية الخلوية .تم تحديد المركبات الفينولية في المستخلصات الميثانولية لأوراق وجذور *U. dioica* باستخدام تقنية LC-MS/MS . بلغت مردودية الاستخلاص من الجذور والأوراق 28.60% و 8.75% على التوالي، في حين كانت نسبة الزيت الأساسي منخفضة جداً (0.07%). بلغ إجمالي محتوى البوليفينولات 5.37 ملغ EAG/g للأوراق و 1.21 ملغ EAG/g للجذور، بينما كان محتوى الفلافونويدات 0.40 ملغ QAE/g للأوراق و 0.19 ملغ QAE/g للجذور . تراوحت قيم التركيز المثبط الفعال من 0.07 إلى 0.15 ملغ / ml ، بينما تراوحت قيم التركيز الأدنى القاتل للجراثيم من 0.7 إلى 0.30 مجم/مل / ، مما يشير إلى نشاط مبيد للجراثيم بشكل رئيسي . أظهرت اختبارات النشاط المضاد للجذور الحرة تثبيطاً بنسبة 80.54% لمستخلص الأوراق و 49.23% لمستخلص الجذور . أظهر المستخلصان سمية متقاربة، حيث كانت الجرعة المميتة النصفية 17.54% و 13.19% ضد *T. absoluta* ، و 8.05% و 9.42% ضد *H. pruni* للأوراق والجذور على التوالي . كان عامل الحماية من أشعة الشمس (SPF) 22.56 للأوراق و 11.48 للجذور عند تركيز 2 مجم/مل . كما أظهر كلا المستخلصين حماية ضد تمسخ البروتين، حيث بلغت النسب 88.05% للجذور و 67.16% للأوراق . تم تحديد تركيزات غير سامة وأمنة لمستخلصات الأوراق والجذور، حيث كانت نسبة انحلال الدم 21.91 ± 0.003 للأوراق و 7.38 ± 0.003 للجذور عن د تركيز 250 ميكروغرام/مل . أكد التحليل باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا السائلة- قياس الطيف الكتلي (LC-MS) وجود 22 مركباً في الجذور و 27 مركباً في الأوراق . هيمن حمض الغاليك و- 4 ميثيل غواياكول (كريوسول) على كلا المستخلصين، بينما كان إستر الفينيل إيثيل و 3 ، - 5 ثنائي ميثوكسي فينول

موجودين فقط في مستخلص الأوراق . في الختام، تسلط نتائجنا الضوء على الإمكانيات البارزة لـ *U. dioica* كمصدر للجزيئات النشطة بيولوجياً ذات الأهمية الزراعية والعلاجية المتنوع.

الكلمات المفتاحية : *Urtica dioica L* : التركيب الكيميائي، الأنشطة البيولوجية، البوليفينولات.

Liste Des Abréviations

ADN :Acide Désoxyribo Nucléique

AINS : Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens

AP-1 : Protéine Activatrice 1

BLSE : Bêta-Lactamases à Spectre Etendu

CCl₄ :Tétrachlorure de Carbone

CE50 : Concentration Efficace médiane

CMB : Concentration Minimale Bactéricide ou Bactériostatique

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

CMV :Cyto Mégalo Virus

CRP :Protéine C Réactive

DPPH :2,2-Di-Phényl 1-Picryl-Hydrazyle

FIVP :Fonds d'Indemnisation des Victimes de Pesticides

FTC : Thio-Cyanate Ferrique

GSH :Glutathion

HbA1C :Hémoglobine glyquée

HDL :Lipoprotéines de Haute Densité

IL-1 β :Interleukine-1

IVU : Infection des Voies Urinaire

IVU-AC : Infection des Voies Urinaire Communautaires

LC-MS/MS : Spectrométrie de Masse par Chromatographie en phase liquide

LDL :Lipoprotéines de Basse Densité

LOX : Lysyl Oxidase

MDA :Malon-Di-Aldéhydes

MRSA :Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*

RSV : Virus respiratoire syncytial

SOD : Super-Oxyde-Dismutase

TG : Thyro-Globuline

TNF- α : Facteurs d'écrose tumorale

UDA :*Urtica dioica* agglutinin

Liste Des Tableaux

Tableau 01 : Composition nutritionnelle de <i>U. dioica</i> (NutrientOptimiser, 2022; NutritionValue.org, 2022).	12
Tableau 02 : Nom des composés bioactifs trouvés dans les feuilles, la racine et la graine de l'ortie(Raman, 2018; Said <i>et al.</i> , 2015).....	13
Tableau 03 : Comparaison entre le foin et l'ortie (Tabardel, 2003).	21
Tableau 04 : Résultats du dosage des polyphénols	43
Tableau 05 : Résultats du dosage des flavonoïdes	44
Tableau 06 : DL50 et DL90 enregistrées pour <i>T. absoluta</i> et <i>H. pruni</i> traités avec les extraits d' <i>U.dioica</i>	56
Tableau 07 : Les zones d'inhibition des différents extraits sur les microorganismes étudiés	58
Tableau 8 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration bactéricide (CBM) d'huile essentielle et des extraits phénoliques des feuilles et des racines d' <i>U. dioica</i>	61
Tableau 09 :Activité anti- dénaturation des protéines (l'albumine d'oeuf) des extraits des feuilles et des racines d' <i>U.dioica</i> et le Diclofénac sodique.....	72
Tableau 10 : Effet anti-inflammatoire des composés phénoliques ayant des propriétés anti-inflammatoires.....	75
Tableau 11 : Taux d'activité anti-hémolytique causée par chaque extrait et le diclofenac	77
Tableau 12 : Concentrations des composés phénoliques détectés dans les extraits de feuilles et de racines d' <i>U. dioica</i> en ppm	82

Liste Des Figures

Figure 01 : Vue d'ensemble d' <i>U. dioica</i> (Draghi, 2005)	6
Figure 02 : Partie racinaire d' <i>U. dioica</i> L. (Toubal, 2018)	7
Figure 03 : La tige d' <i>U. dioica</i> L. (Asgarpanah <i>et al.</i> , 2012)	8
Figure 04 : La feuille d' <i>U. dioica</i> L. (Singh et Sengar, 2021)	9
Figure 05 : Le poil d' <i>U. dioica</i> L. (Singh et Sengar, 2021)	10
Figure 06 : Diagramme de préparation des échantillons et d'extraction des composés phénoliques par les solvants	26
Figure 07 : Diagramme des analyses phytochimiques et des tests biologiques effectués	27
Figure 08 : Matériel animal sous loupe binoculaire (3X) (Photo Original, 2022) (A) Larve de <i>T. absoluta</i> (B) adulte du puceron <i>H. pruni</i>	30
Figure 09 : Boîtes Petri confectionnées pour le test biologique	31
Figure 10 : Test insecticide <i>in vitro</i> <i>H. pruni</i> (A), <i>T. absoluta</i> (B)	32
Figure 11 : Résumé graphique de l'activité insecticide	33
Figure 12 : Résumé graphique de l'activité antimicrobienne	36
Figure 13 : Résumé graphique de l'activité antioxydante des extraits d' <i>U. dioica</i>	38
Figure 14 : Résumé graphique de l'activité anti-arthritique <i>in vitro</i>	40
Figure 15 : Résumé graphique de l'activité cytotoxique des extraits d' <i>U. dioica</i>	41
Figure 16 : Le rendement d'extraction des différentes parties d' <i>U. dioica</i>	41
Figure 17 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	42
Figure 18 : Courbe d'étalonnage de la quercétine	44
Figure 19 : Effet de l'extrait utilisé sur les larves de <i>T. absoluta</i> (Photo originale, 2022)	45
Figure 20 : Mortalité cumulée des larves de <i>T. absoluta</i> en fonction des différentes concentrations d'extraits des feuilles d' <i>U. dioica</i> (A) : stade larvaire L1 (B) : stade larvaire L4	46
Figure 21 : Mortalité corrigée des larves de <i>T. absoluta</i> (L1) en fonction des différentes concentrations d'extrait des feuilles d' <i>U. dioica</i>	47
Figure 22 : Mortalité corrigée des larves de <i>T. absoluta</i> (L4) en fonction des différentes concentrations d'extrait des feuilles d' <i>U. dioica</i>	48
Figure 23 : Mortalité cumulée des larves de <i>T. absoluta</i> en fonction des différentes concentrations d'extrait des racines d' <i>U. dioica</i> (A) : stade larvaire L1 (B) : stade larvaire L4	49
Figure 24 : Mortalité corrigée des larves L1 de <i>T. absoluta</i> en fonction des différentes concentrations d'extrait des racines d' <i>U. dioica</i>	50
Figure 25 : Mortalité corrigée des larves L4 de <i>T. absoluta</i> en fonction des différentes concentrations d'extrait des racines d' <i>U. dioica</i>	51
Figure 26 : Mortalité cumulée des adultes de <i>H. pruni</i> en fonction des différentes concentrations d'extrait d' <i>U. dioica</i> (A) : extrait des feuilles (B) : extrait des racines	52
Figure 27 : Mortalité corrigée des adultes de <i>H. pruni</i> en fonction des différentes concentrations d'extrait des feuilles d' <i>U. dioica</i>	53
Figure 28 : Mortalité corrigée des adultes de <i>H. pruni</i> en fonction des différentes concentrations d'extrait des racines d' <i>U. dioica</i>	54

Figure 29 : Courbe linéaire des mortalités corrigées des larves de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait d' <i>U. dioica</i> (A) : extrait des feuilles (B) : extrait des racines.....	55
Figure 30 : Courbe linéaire des mortalités corrigées des adultes de <i>H. pruni</i> traités par l'extrait d' <i>U. dioica</i> (A) : extrait des feuilles (B) : extrait des racines.....	56
Figure 31 : Résultats des CMI et CMB de l'extrait phénolique des feuilles d' <i>U. dioica</i> sur les souches testées (a), (b), (d), (e) : souches de référence. (c), (f) : souches cliniques. Pa : <i>P. aeruginosa</i> , Ec: <i>E. coli</i> , Sa : <i>S. aureus</i> , Ca : <i>C. albicans</i> , KP: <i>k. pneumoni</i>	62
Figure 32 : Résultats des CMI et CMB de l'extrait phénolique des racines d' <i>U. dioica</i> sur les souches testées (a), (b), (d), (e) : souches de référence. (c), (f) : souches cliniques. Pa : <i>P. aeruginosa</i> , Ec: <i>E. coli</i> , Sa : <i>S. aureus</i> , Ca : <i>C. albicans</i> , KP: <i>k. pneumoni</i>	64
Figure 33 : Détermination de la CMI et CMB de l'huile essentielle d' <i>U. dioica</i>	66
Figure 34 : Profils des pourcentages d'inhibitions des activités antioxydantes des extraits des feuilles et des racines d' <i>U. dioica</i>	67
Figure 35 : Profils des pourcentages d'inhibitions des activités antioxydantes de l'huile essentielle d' <i>U. dioica</i>	68
Figure 36: % d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations d'extraits des racines et des feuilles d' <i>U. dioica</i> (A) extrait des racines (B) extrait des feuilles.....	69
Figure 37 : Taux d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'huile essentielle d' <i>U. dioica</i>	70
Figure 38 : Effet des extraits méthanolique des feuilles et des racines d' <i>U. dioica</i> et le diclofénac sodique sur la dénaturation des protéines (l'albumine d'oeuf).....	72
Figure 39 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines (l'albumine d'oeuf) par l'extrait méthanolique des feuilles et des racines d' <i>U. dioica</i> et le diclofénac sodique.....	74
Figure 40 : Taux d'activité anti-hémolytique induite par chaque extrait d' <i>U. dioica</i> ainsi que Diclofénac	78
Figure 41 : Analyse de la composition phénolique des racines d' <i>U. dioica</i> par LC-MS/MS..	79
Figure 42 : Analyse de la composition phénolique des feuilles d' <i>U. dioica</i> par LC-MS/MS .	80



Introduction

Introduction générale

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des millénaires pour leurs propriétés thérapeutiques, dues à la présence de métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes, les terpènes et les saponines. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2013), près de 80% de la population mondiale recourt à la médecine traditionnelle. Toutefois, de nombreuses plantes utilisées empiriquement manquent encore de validation scientifique quant à leur efficacité, leur innocuité et leurs mécanismes d'action (Abad *et al.*, 2000 ; Al Dissi *et al.*, 2001). Il est donc indispensable de soumettre ces ressources naturelles à des études analytiques et biologiques rigoureuses afin d'en confirmer le potentiel pharmacologique (Hseini *et al.*, 2007).

Plusieurs travaux ont démontré que les plantes aromatiques et médicinales constituent d'importantes sources de composés antioxydants et antimicrobiens naturels (Golly *et al.*, 2015 ; Belem-Kabré *et al.*, 2020), notamment grâce à leur richesse en polyphénols. Par ailleurs, la résistance croissante aux antimicrobiens synthétiques représente aujourd'hui un problème majeur de santé publique. En Afrique subsaharienne, le taux de mortalité lié à cette résistance est estimé à 27,3 pour 100 000 habitants par an (Murray *et al.*, 2022), ce qui a conduit l'OMS à classer ce phénomène parmi les dix principales menaces mondiales pour la santé (Da *et al.*, 2023). Dans ce contexte, la recherche de nouvelles molécules antibactériennes naturelles à large spectre d'action s'avère indispensable (Biyiti *et al.*, 2004).

Par ailleurs, le stress oxydatif est impliqué dans le développement de nombreuses maladies inflammatoires et cancéreuses. Les antioxydants naturels jouent un rôle clé dans la neutralisation des radicaux libres et la protection des cellules contre les dommages oxydatifs (Kinsky, 1989). L'intérêt croissant pour les plantes aromatiques et médicinales s'explique ainsi par leur composition chimique singulière et leur impact bénéfique sur la santé humaine (Grauso *et al.*, 2019a, 2019b).

Parmi les plantes largement répandues en Algérie et traditionnellement utilisées en médecine populaire figure l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.), une plante herbacée vivace reconnue pour ses multiples usages thérapeutiques et agricoles. Elle est employée aussi bien pour le traitement de diverses affections que comme biofertilisant et agent antiparasitaire sous forme de purin (Esposito *et al.*, 2019). De nombreuses études ont mis en évidence les activités antibactériennes et antioxydantes de *U. dioica*, attribuées principalement à sa richesse en

composés phénoliques (Dar *et al.*, 2013 ; Ghaima *et al.*, 2013 ; Carvalho *et al.*, 2017 ; Külçü *et al.*, 2019). En outre, cette espèce revêt une importance écologique notable et contribue à la préservation de la biodiversité (Bryant *et al.*, 2000 ; Stefanescu, 2001).

En outre, l'ortie dioïque occupe une place de plus en plus importante parmi les plantes d'intérêt agronomique en raison de son potentiel comme bioinsecticide naturel. Cette plante est riche en métabolites secondaires biologiquement actifs, notamment les composés phénoliques, les flavonoïdes, les acides organiques, les lectines et certains terpènes, connus pour leurs effets toxiques, répulsifs ou inhibiteurs sur de nombreux insectes ravageurs (Dar *et al.*, 2013 ; Carvalho *et al.*, 2017). Plusieurs études ont mis en évidence l'efficacité des extraits d'ortie et de ses préparations traditionnelles, telles que le purin d'ortie, dans la réduction des populations d'insectes phytophages, en agissant sur leur développement, leur alimentation et leur reproduction (Stanojević *et al.*, 2009 ; Rani *et al.*, 2018).

En agriculture, l'ortie est largement utilisée comme biopesticide dans les systèmes de production biologique et intégrée, notamment contre les pucerons, les aleurodes et d'autres insectes suceurs, en raison de son action insecticide et répulsive (Chaboussou, 2004 ; Bouchelta *et al.*, 2019). Cette propriété est particulièrement pertinente dans la lutte contre des ravageurs majeurs tels que *Tuta absoluta* identifiée pour la première fois en Algérie à Mostaganem en mars 2008 (Guenauoui, 2008 ; Berkani et Badaoui, 2008). Les attaques larvaires de *T. absoluta* peuvent provoquer des pertes considérables de rendement et de qualité, pouvant atteindre 80 à 100%, en affectant l'ensemble des organes aériens de la plante (Chhetri, 2018 ; Poudel et Kafle, 2021). Ainsi que contre *Hyalopterus pruni*, responsable de dégâts importants sur les cultures fruitières, entraînant un ralentissement de la croissance et une baisse de la productivité tout au long de la saison végétative (Lecheva *et al.*, 2006 ; Vasilev *et al.*, 2019). L'utilisation de l'ortie comme bioinsecticide présente l'avantage de limiter le recours aux pesticides chimiques de synthèse, de réduire les risques de résistance et de préserver les organismes non ciblés et l'environnement (Isman, 2006 ; Tarusikirwa *et al.*, 2020).

La gestion de ces ravageurs repose essentiellement sur l'utilisation de pesticides chimiques. Bien que ces derniers permettent une réduction rapide des populations nuisibles, leur usage excessif engendre des effets néfastes sur la santé humaine, l'environnement et les équilibres écologiques, tout en favorisant l'apparition de phénomènes de résistance. Face à


ces limites, la recherche de solutions alternatives, durables et respectueuses de l'environnement devient une priorité.

Dans ce contexte, l'utilisation d'extraits de plantes médicinales, et en particulier de l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.), suscite un intérêt croissant en tant que bioinsecticide naturel. Riche en métabolites secondaires biologiquement actifs, l'ortie présente un potentiel prometteur pour la lutte contre des ravageurs majeurs tels que *T. absoluta* et *H. pruni*, offrant ainsi une approche intégrée et écologique de protection des cultures maraîchères et fruitières (Tarusikirwa *et al.*, 2020).

L'objectif visé au cours de ce travail de recherche est de caractériser les composés phénoliques actifs responsables des activités biologiques par HPLC (LC-MS/MS), ainsi que l'évaluation des activités antimicrobiennes, antioxydantes, insecticides, photoprotectrices et cytotoxiques.

Ce manuscrit est structuré en trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur *Urtica dioica* L., incluant ses aspects botaniques, sa composition phytochimique et ses principales activités biologiques ;
- ✓ Le second chapitre décrit les méthodologies relatives à l'extraction des polyphénols, le screening phytochimique, à l'identification et à la quantification des composés polyphénoliques par LC-MS/MS, ainsi qu'aux différents tests biologiques réalisés *in vitro* ;
- ✓ Le troisième chapitre est consacré à la présentation, à l'analyse et à la discussion des résultats obtenus.



Chapitre I
L'Ortie Urtica dioica L.
Et
Ses applications biologiques

I. Introduction

L'ortie (*Urtica dioica* L., Urticaceae) est une plante adventice répandue dans le monde entier, principalement dans les zones de friches, et dont les tiges et les feuilles présentent des poils urticants caractéristiques et désagréables, ce qui lui confère un potentiel économique important (Kavalalı,2003; Baumgardner, 2016). Elle est distribuée en région tempérée dans de nombreuses parties du monde, notamment en Asie, en Europe, en Afrique du Nord et en Amérique du Nord, jusqu'à 1800 m d'altitude (Jan *et al.*, 2017 ;Grauso *et al.*, 2020). Récemment, cette plante a attiré l'attention en tant que légume et après séchage, comme aliment de réserve pendant les pénuries alimentaires (Manandhar,2002 ;Grauso *et al.*, 2020). Diverses études ethnomédicales ont rapporté l'utilisation d'*U.dioica* comme diurétique, comme traitement pour la toux, le rhume, l'asthme et la dépression et comme traitement des coupures et des plaies (Singh, 1989 ; Manandhar,2002 ; Bhusal *et al.*,2022). *U.dioica* est aussi utilisée dans d'autres domaines tels que l'agriculture, l'industrie et le textile.

II. Dénomination

L'Ortie dioïque est appelée aussi, grande ortie (Bertrand et Jeanne, 2008 ; Fleurentin, 2008). Son nom latin est *Urtica dioica* où le nom du genre "*Urtica*" provient du verbe «urere» qui veut dire « brûler » en référence au caractère urticant dû aux poils urticants de la plante. Le nom de l'espèce *dioica*, dioïque en français provient du grec *di-oikos* qui signifie : « deux maisons » parce que les fleurs mâles et les fleurs femelles sont séparées, c'est-à-dire portées par deux tiges différentes (Tissier, 2011).

L'Ortie est connue sous différentes appellations (Beloued, 2005 ; Langlade, 2010):

- Nom latin : *Urtica dioica* L. ;
- Nom vernaculaire arabe : Horaiig, Bent en nar, Bou zegdouf ;
- Nom Kabyle : Rimezrit, Azekdouf, Harrous ;
- Nom française : Ortie ;
- Nom anglaise : Nettle.

III. Répartition géographique

U. dioica est une plante originaire d'Eurasie et des régions tempérées tandis qu'elle est distribuée dans le monde entier sauf dans les pays tropicaux et arctiques. Il est présent dans

l'Europe et l'Afrique du Nord à l'Asie, l'Amérique du Nord et du Sud et l'Afrique du Sud (Draghi, 2005 ; Ghedira *et al.*, 2009 et Ait Haj *et al.*, 2016). En Algérie, l'ortie pousse dans les sommets du Djurdjura, l'Atlas de Blida, Miliana et Akfadou (Beloued, 2005). Elle peut pousser sur les sols argileux ou sablonneux, calcaires ou siliceux. Cependant, ces sols doivent être riches en azote (plantes nitrophiles) et humides, elle tolère bien la sécheresse (Schauenberg et Paris, 2005; Fleurentin, 2008).

IV. Classification

La classification (A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III 2009) est la troisième édition de la classification botanique des angiospermes, complémentaire de celle établie par « Angiosperms Phylogeny Group » publiée en 1998. Ce document propose une nomenclature avec une légère réorganisation de certains de ces clades et rangs taxonomiques. La classification d'*Urtica dioica* est la suivante.

Règne : Plantae ;

Sous règne : Tracheobionta (plantes vasculaires) ;

Embranchement : Magnoliophyta (phanérogames) ;

Sous-embranchement : Magnoliophytina (angiospermes) ;

Classe : Eudicots ;

Sous classe : Rosidées ;

Super ordre : Eurosidées I ;

Ordre : Rosales ;

Famille : Urticaceae ;

Genre : *Urtica* ;

Espèce : *Urtica dioica*.

V. Description botanique

U. dioica ou ortie dioïque est une plante angiosperme à feuilles larges de la famille des Urticaceae (Ahmed et Parsuraman, 2014). Cette plante vivace atteint une hauteur de 1 à 2 m

(Ustundag, 2023), et possède des feuilles vert foncé sur le dessus et plus pâle en dessous, opposées ovales ou en forme de cœur (Testai *et al.*, 2002). C'est une plante dioïque ayant des fleurs mâles et femelles portées par deux plantes différentes (Chavoutier *et al.*, 2000) (Fig. 01).



Figure 01 : Vue d'ensemble d'*U. dioica* (Draghi, 2005)

V.1. La racine

U.dioica produit de longs rhizomes cylindriques et effilés, parfois ramifiés. La racine est brun grisâtre, irrégulièrement tordue, d'une épaisseur d'environ 5 mm, creux à section transversale solide. La tige est érigée, fibreuse et résistante, le plus souvent simple ou ramifiée (Langlade, 2010; Mor, 2014). Elles fixent l'azote de l'air grâce à l'action des micro-organismes *Rhizobium frankia* (Toubal, 2018; Chavoutier *et al.*, 2000) (Fig. 02).



Figure 02 : Partie racinaire d'*U. dioica*L. (Toubal, 2018)

IV.2. La tige

La tige est érigée, creuse à solide, fibreuse et résistante, le plus souvent simple, carrée émoussée avec 4 profondes rainures verticales. Poils urticants de 1 mm de long, effilés en une fine pointe acérée, pointant vers le haut, épais à la base (Singh et Sengar, 2021), elle peut atteindre 1.5 m de hauteur (Wichtl et Anton, 2003) (Fig. 03).



Figure 03 : La tige d'*U. dioica* L. (Asgarpanah *et al.*, 2012)

V.3. La feuille

Les feuilles sont simples, opposées, grossièrement dentées, de 4 à 15cm sur 2 à 8cm de large et se terminant en pointe (Draghi, 2005), finement dentées, et vert foncé sur le dessus et plus pâle en dessous (Testai *et al.*, 2002). La face supérieure des feuilles sont recouvertes par des poils urticants (Deveco *et al.*, 2018) (Fig. 04).



Figure 04 : La feuille d'*U. dioica* L. (Singh et Sengar, 2021)

V.4. Le poil urticant

U. dioica se caractérise par la présence de poils sur les parties supérieures des feuilles et des tiges mature, et se compose de bulbes recouverts de silice et surmontés de pointes voûtées. La « pointe de verre » perce alors l'épiderme comme une aiguille et libère un liquide piquant (Draghi, 2005 et Langlade, 2010) (Fig. 05).

Lepoilurticant se divise en deux parties

- Une base bulbeuse contenant des substances piquantes(acétylcholine, sérotonine, acide formique, histamine, formiate de sodium, leucotriènes) ;
- Une pointe en forme d'aiguille recouverte d'une petite boule qui est anéantie avec le contact. Cela permet au contenu de l'ampoule de s'échapper et de pénétrer dans la peau, provoquant une irritation locale (Wichtl et Anton 2003, Delahaye2015). L'histamine libérer des capillaires provoque des démangeaisonsallergiques avec une absenced'une réponse du système immunitaire. L'acétylcholine est le responsable de la sensation de douleur (Tissier, 2011).

Une quantité de 1/10ème de microgramme de substance urticante peut provoquer des colloques sur la peau qui peut durer de quelques minutes à une ou deux heure. Il peut être

réactivé en touchant de l'eau froide, par exemple en se lavant les mains (Collectif 1981 ; Moutsie 2002 ; Bertrand 2010 ; Tissier 2011).

A noter que l'ortie perd son effet piquant au bout d'environ 15 heures après sa récolte. Il n'y a aucun risque de se faire piquer en cas de consommation, car l'effet de piqûre est supprimé après séchage, cuisson, mélange cru et exposition au vinaigre (Moutsie 2002 ; Bertrand 2010 ; Tissier 2011)



Figure 5 : Le poil d'*U. dioica* L. (Singh et Sengar, 2021)

V.5. La fleur

La grande ortie est dioïque (Draghi 2005 ; Asgarpanah et Mohajerani,2012).Ils sont groupés et gris verdâtre sans pétale verdâtre. Ils sont disposés en forme ramifiée et allongée. Le fleurissant est entre juin et octobre (Wichtl et Anton 2003).Il y a deux façons ou plus de diviser la fleur de manière égale, c'est-à-dire que la fleur est symétrique radialement, le limbe mesure 1,5-20 cm de long et 0,6-12 cm de large (Singh et Sengar, 2019 ; Singh et Kali, 2019).

V.6. Le fruit

Le fruit d'*U. dioica*est constitué d'un akènes ovale entouré d'un sépale résistant contenant des graines. Émergeant des panicules à maturité, elles sont de couleur sable à jaune-

brun, de forme plate et souvent entourées de deux petites feuilles externes et de deux grandes feuilles internes (Wichtl et Anton, 2003 ;Ghedira *et al.*, 2009).

V.7. Les graines

Les graines d'*U. dioica* sont ovoïdes, avec une longueur de un à deux millimètres et une largeur de 0,75 mm, obtuses, de couleur vert d'olive et très finement ponctuées (Beloued, 2005).

VI. La reproduction d'*U.dioica*

Les orties peuvent se multiplier de deux manières, soit par reproduction sexuée dans laquelle les fleurs mâles et femelles sont portées sur différents pieds où la pollinisation se fait par le vent après l'explosion des anthères qui vont Jeter du pollen; soit par une reproduction asexuée qui produit des clones à partir de stolons, formant des nœuds qui donnent naissance à de nouvelles plantes ou rhizomes (tiges). Dans ce genre de répllication d'*U.dioica*, on ne trouve jamais un pied orphelin, puisqu'ils forment des clones très denses (Delahaye, 2015).

VII. Composition chimique de l'ortie

Avec une histoire remontant à plus de 2000 ans, l'ortie a été utilisée comme remède naturel depuis des siècles (Said *et al.*, 2015). Sur le plan médicinal, toutes les parties sont utilisables (graines, feuilles et racines) (Jan et Singh, 2017). Les principaux constituants chimiques d'*U.dioica*L. sont les flavonoïdes, les tanins, les composés volatils, les acides gras, les polysaccharides, les isolectines, les stérols, les terpènes, les protéines, les vitamines et les minéraux (Fattahi *et al.*, 2014).

Les composés responsables des propriétés de sensation de brûlure des trichomes des feuilles sont l'acétylcholine, l'histamine, la sérotonine (5-hydroxytryptamine) et l'acide formique. Les principaux composants des huiles essentielles de la plante sont le carvacrol, la carvone, le naphthalène, le (E)-anéthol, l'hexahydrofarnesyl acétone, le (E)-géranyl acétone, le (E)- β -ionone et le phythol. Les flavonoïdes sont principalement le kaempférol, l'isorhamnétine, la quercitine, l'isoquercitine, l'astragaline et la rutine. Les caroténoïdes tels que le β -carotène, l'hydroxy- β -carotène, la lutoxanthine, l'époxyde de lutéine et la violaxanthine sont signalés (Wang et Pantopoulos,2011; Abdeltawab *et al.*, 2012; Asgarpanah *et al.*, 2012).

En raison de sa composition protéique équilibrée et de sa teneur relativement élevée en vitamines, l'*U.dioica* gagne une réputation. Elle contient beaucoup de vitamine C et de provitamine A (Guil-Guerrero *et al.*, 2003), vitamine B2, vitamine B5, acide folique (vitamine B9) et vitamine K (Wetherilt, 1992; Rutto *et al.*, 2013). Les protéines représentent environ 30% de la masse sèche et contiennent de nombreux acides aminés nécessaires à l'homme. Les minéraux représentent environ 20% de la masse sèche. Le zinc, le fer, le cobalt, le potassium, le nickel et le molybdène sont tous abondants (Şekeroğlu *et al.*, 2006; Rutto *et al.*, 2013; Rafajlovska *et al.*, 2013; Mihaljev *et al.*, 2014; Said *et al.*, 2015 ; Pradhan *et al.*, 2015). La composition nutritionnelle d'*U.dioica* est citée dans le Tableau 1.

Tableau 01 : Composition nutritionnelle de *U. dioica* (NutrientOptimiser, 2022; NutritionValue.org, 2022).

Les composants	Valeur quotidienne (%)
Vitamines	
Vitamine B1 (Thiamine) 0.0 mg	01
Vitamine B3 (Niacine) 0.4 mg	02
Choline, total 17.4 mg	03
Vitamine B6 0.1 mg	08
Vitamine B2 (Riboflavine) 0.2 mg	12
Vitamine A 2011.0 IU	67
Vitamine K 498.6 µg	416
Minéraux	
Selenium 0.3 µg 1	01
Zinc 0.3 mg 2	02
Phosphorus 71.0 mg 7	07
Copper 0.1 mg 8	08
Potassium 334.0 mg	09
Iron 1.6 mg	09
Magnesium 57.0 mg	14
Manganèse 0.8 mg	34
Calcium 481.0 mg	37
Calories	

Carbohydrates 7 g	02
Fibre 7 g	24
Protéine 2.4 g	07

Les lectines, les lignanes, les polysaccharides et les stérols constituent les composants les plus représentatifs de la racine de l'ortie (Said *et al.*, 2015). Des minéraux et des oligo-éléments sont aussi présents dans la racine de l'ortie tels que le calcium, le manganèse, le cuivre, le magnésium et le zinc (Rafajlovska *et al.*, 2013). La racine contient aussi des flavonoïdes tels que le kaempferol-3-O-rutinoside (rutine), la myricétine, la quercétine et isorhamnetine (Wagner *et al.*, 1989). Isolariciresinol, pinocresinol, neo-olivil, secoisolariciresinol, l'alcool déhydrodiconiférylique et le 3,4-divanillyltétrahydrofurane. (Schöttner *et al.*, 1997 ; Chaurasia et Wichtl, 1986) sont des lignanes qui se trouvent dans la racine (Schöttner *et al.*, 1997). L'agglutinine d'*U. dioica* (UDA), un polypeptide à chaîne unique ayant 88 acides aminés et riche en glycines, cystéines et tryptophanes (Heydari *et al.*, 2023). Des phytostérols sont trouvés dans la racine, dont le stigmastérol, le campestérol, stigmast-4-en-3-on, hecogénine, et sitostérol (Parizadian *et al.*, 2023; Arulselvan *et al.*, 2024).

Les feuilles de l'ortie piquante contiennent un large éventail de composants chimiques. Des flavonoïdes, des composés phénoliques, acides organiques, vitamines et minéraux, ainsi que des tanins, des composés volatils et des acides gras, des polysaccharides, des isolectines, des stérols, terpènes et protéines sont abondants dans les feuilles d'ortie (Kudritsata *et al.*, 1987; Rafajlovska *et al.*, 2013; Said *et al.*, 2015 ; Jan *et al.*, 2017). Le calcium, le potassium, le magnésium, le phosphore, le fer, le soufre, le zinc, le manganèse, le cuivre et le nickel sont des minéraux qu'on retrouve dans l'ortie (Sekeroglu *et al.*, 2006; Rafajlovska *et al.*, 2013; Rutto *et al.*, 2013; Mihaljev *et al.*, 2014; Pradhan *et al.*, 2015) (Tab. 02).

Tableau 02 : Nom des composés bioactifs trouvés dans les feuilles, la racine et la graine de l'ortie (Said *et al.*, 2015; Raman, 2018).

Parties	Composés active
Feuilles et racine	Vitamines (A, C, K et B)
	Minéraux (calcium, fer, magnésium, phosphore, potassium et sodium).
	Graisses (acide linoléique, linoléique, acide linoléique, acide palmitique, acide stéarique et acide oléique).
	Acides aminés (tous les acides aminés essentiels), polyéthylène, polypropylène et polypropylène.
	Aminoacides (tous les acides aminés essentiels), les polyphénols (kaempférol, quercétine, acideacide caféique, coumarines et autres flavonoïdes).
	Des pigments (bêta-carotène, lutéine, lutéoxanthine et autres caroténoïdes).
Graines	Vitamines (A, B, C, E et K).
	Minéraux (fer, silicium, calcium, magnésium, manganèse, phosphore, potassium).
	Bêta-carotène, acide folique, acides gras essentiels.

VIII. Usage pharmacologiques

VIII.1. Action sur le système nerveux central

L'ortie (*U. dioica*) est reconnue pour ses effets bénéfiques sur la santé, notamment sur le système nerveux central. Elle détoxifie, améliore et stimule le métabolisme. Des études montrent qu'elle réduit l'activité spontanée chez les rats et les souris, inhibe les crises d'épilepsie induites par des médicaments et diminue la température corporelle (Chahardehi *et al.*, 2012). Radak (2005) a révélé que l'exercice physique et l'ortie influencent les fonctions cérébrales, diminuant les radicaux libres et augmentant la liaison de l'AP-1 à l'ADN. En outre, l'ortie est un antioxydant efficace, favorisant la survie des cellules cérébrales et améliorant les performances d'apprentissage (Toldy *et al.*, 2009; Patel *et al.*, 2016).

VIII.2. Activité cardioprotectrice et anti-hypertensive

La cardioprotection englobe les méthodes pour préserver la santé cardiaque en prévenant les dommages au myocarde (Islam *et al.*, 2021). Les extraits aqueux et d'éther de pétrole d'*U. dioica* (20 et 150 mg/kg/jour) ont amélioré les lipides sanguins chez les rats, réduisant le cholestérol et le rapport LDL/HDL après 30 jours. L'extrait éthanolique d'*U. dioica* a également diminué le cholestérol et LDL à des doses de 100 et 300 mg/kg (Avci *et al.*, 2006; Nassiri-Asl *et al.*, 2009). En perfusion, l'extrait aqueux (1 et 2 g/L) a amélioré la fréquence cardiaque et la pression ventriculaire gauche (Avci *et al.*, 2006). Cet effet fournit une base pharmacologique potentielle pour l'utilisation médicinale de l'ortie dans la gestion de l'hypertension (El Haouari et Rosado, 2019).

VIII.4. Action anti-inflammatoire

Les plantes, notamment l'*U. dioica*, offrent une alternative potentielle et plus sûre aux médicaments non stéroïdiens pour la gestion de la douleur et de l'inflammation. Les extraits de feuilles d'*U. dioica* et les flavonoïdes isolés inhibent l'agrégation plaquettaire et les prostaglandines inflammatoires (El Haouari *et al.*, 2006; Roschek *et al.*, 2009). En outre, l'extrait éthanolique d'*U. dioica* supprime les cytokines pro-inflammatoires TNF- α et IL-1 β (Obertreis *et al.*, 1996). *In vivo*, l'extrait d'*U. dioica* réduit l'œdème de la patte chez les rats (Dar *et al.*, 2013) et atténue la neuroinflammation dans l'hippocampe des rats diabétiques (Rahmati *et al.*, 2021).

VIII.5. Activité antioxydante

Les plantes médicinales, riches en flavonoïdes et composés phénoliques, possèdent des propriétés antioxydantes naturelles. Des études sur les extraits méthanoliques et éthanoliques des feuilles d'*U. dioica* ont montré des effets antioxydants significatifs contre le radical DPPH (Sarma Katakai *et al.*, 2012; Khare *et al.*, 2012). La méthode du thiocyanate ferrique (FTC) a également révélé une forte activité chélatrice de l'ortie vis-à-vis de l'ion ferreux, corrélée à sa teneur en composés phénoliques (Gulcin *et al.*, 2004; Sarma Katakai *et al.*, 2012).

VIII.6. Activité anticancéreuse

L'extrait dichlorométhane d'*U. dioica* a démontré une activité anticancéreuse en réduisant significativement la taille et le poids des tumeurs du cancer du sein chez les souris, liée à l'augmentation de l'apoptose et de l'activité de la caspase-3 (Mohammadi *et al.*, 2017).

Des études montrent que les composants de la racine d'*U. dioica* inhibent la prolifération des cellules de la prostate, notamment dans l'hyperplasie bénigne de la prostate. Les extraits méthanoliques et hydroalcooliques de racine ont des effets antiprolifératifs *in vivo* et *in vitro* (Lichius et Muth, 1997; Chrubasik *et al.*, 2007).

VIII.7. Activité antidiabétique

Le diabète, une maladie métabolique, peut affecter le système nerveux central. Un extrait hydroalcoolique d'*U. dioica*, administré à des rats résistants à l'insuline, a réduit le glucose sérique, la leptine et l'indice de résistance à l'insuline (Ahangarpour *et al.*, 2012). Les extraits d'*U. dioica* ont également montré des effets hypoglycémisants et anti-inflammatoires en diminuant la MDA et en augmentant les niveaux de GSH, SOD et catalase (Taheri *et al.*, 2022). De plus, les nanoparticules de ZnO combinées à l'extrait aqueux de feuilles d'*U. dioica* ont confirmé l'activité antidiabétique chez des rats diabétiques (Bayrami *et al.*, 2020).

VIII.8. Activité immunomodulatrice

Les flavonoïdes de l'ortie modulent le système immunitaire en réduisant l'activité des enzymes comme le cytochrome P450 et en augmentant les enzymes antioxydantes, comme le montre une étude sur des souris (Ozen et Korkmaz, 2003). Les composés majeurs des parties aériennes, tels que le quercétol-3-O-rutinoside, ont montré une activité immunomodulatrice *in vitro*, suggérant leur potentiel pour traiter les déficiences immunitaires (Akbari *et al.*, 2003 ; Joshi *et al.*, 2014). De plus, l'UDA isolé des racines a montré des effets immunomodulateurs en influençant les cellules T, les macrophages et la libération de TNF α (Wagner *et al.*, 1994).

VIII. 9. Activité sur l'agrégation plaquettaire

Plusieurs études indiquent que les extraits d'ortie inhibent fortement l'agrégation plaquettaire. L'effet inhibiteur de l'extrait aqueux des feuilles sur l'agrégation plaquettaire induite par la thrombine a été clairement démontré. Les flavonoïdes sont les principaux composés impliqués dans cette activité (El Houari *et al.*, 2006 ; Daher *et al.*, 2006) .

VIII.10. Activité analgésique et anti-nociceptive

L'ortie possède des propriétés analgésiques et anti-inflammatoires, démontrées *in vivo* chez le rat et la souris. L'extrait aqueux des feuilles réduit la stimulation thermique et améliore la résistance à la douleur (Tita *et al.*, 1993). L'extrait hydroalcoolique diminue de manière dose-dépendante la nociception dans divers tests, avec les flavonoïdes et acides caféiques

jouant un rôle clé (Farahpour et Khoshgozaran, 2015). Bien que l'ortie montre des effets anti-inflammatoires prometteurs, les preuves cliniques formelles de son efficacité restent insuffisantes, les résultats étant principalement tendancieux et complémentaires aux AINS (Hansen *et al.*, 1996 ; Wolf, 1998). L'extrait aqueux de racine d'ortie possède une activité anti-inflammatoire comparable à l'indométacine en inhibant divers médiateurs inflammatoires (Wagner *et al.*, 1994 ; Capasso, 2003). Les effets antiphlogistiques pourraient résulter de son action sur le métabolisme de l'acide arachidonique et les cytokines pro-inflammatoires (Obertreis *et al.*, 1996; Dhoubi *et al.*, 2020).

VIII.11. Activité antiulcéreuses

L'effet protecteur de l'ortie contre les ulcères gastriques est dose-dépendant. L'extrait aqueux des parties aériennes à des doses de 50 et 200 mg/kg a protégé des rats contre l'ulcère gastrique, avec des taux de protection significatifs allant de 67,7 à 77,8%. De plus, cet extrait a montré une activité analgésique contre la dilatation gastrique provoquée par l'acide acétique (Gulcin *et al.*, 2004).

VIII.12. Activité antiallergique

L'*U. dioica* est efficace pour soulager les allergies saisonnières, avec des extraits réduisant significativement les réactions allergiques. Son utilisation régulière en thé est associée à la guérison de l'asthme en Australie. Les propriétés antiallergiques de l'ortie proviennent de sa capacité à bloquer les récepteurs H1 de l'histamine et à inhiber la tryptase, réduisant ainsi la dégranulation des mastocytes et la libération de cytokines pro-inflammatoires (Engelmann, 1996 ; Roschek *et al.*, 2009). Une étude randomisée a montré une amélioration des symptômes de rhinite allergique après une semaine de traitement (Mittman, 1990).

VIII.13. Activité hépatoprotectrice

Le foie étant une partie très importante dans le métabolisme des xénobiotiques, la prévention de son altération est également de la plus haute importance (Kamal, 2017). *U. urens* et *U. dioica* ont été signalées pour leur activité hépatoprotectrice contre la toxicité hépatique induite par le CCl₄ chez les rats. Par exemple, l'extrait méthanol *U. dioica* a promu un système antioxydant contre le cisplatine dans la tumeur d'Ehrlich (modèle de souris) et a exercé une activité hépatoprotectrice (Sarma Katakai *et al.*, 2012 ; Carvalho *et al.*, 2017).

VIII.14. Activité sur le système digestif

Ozen et Korkmaz (2003) ont suggéré que l'*U. dioica* influence les systèmes enzymatiques du métabolisme des médicaments et aide à neutraliser les radicaux libres toxiques (Marchetti *et al.*, 2018). Yener *et al.* (2009) ont trouvé que les graines d'*U. dioica* ont un effet hépatoprotecteur en stimulant les défenses antioxydantes chez les rats. L'étude de Konrad *et al.* (2005) a été la première à montrer l'effet immunomodulateur bénéfique de l'*U. dioica* sur les maladies inflammatoires de l'intestin. Uyar *et al.* (2016) ont aussi noté que les graines d'*U. dioica* ont un effet hépatorénal chez les poulets atteints d'aflatoxicose, probablement en favorisant les systèmes antioxydants.

VIII.15. Activité sur les douleurs articulaires, l'arthrite et les rhumatismes

Des études ont montré que l'application externe de feuilles d'ortie réduit significativement la douleur et l'invalidité chez les patients souffrant de douleurs articulaires, avec des améliorations notées dans l'utilisation d'analgésiques, la qualité du sommeil et l'estimation globale des patients (Randall *et al.*, 1999). Randall *et al.* (2000) expliquent que l'effet analgésique de la piqûre d'ortie résulte d'une hyperstimulation de l'analgésie thermique" causée par des composés comme la sérotonine, entraînant une action inhibitrice sur les cellules du dorsal de la moelle épinière.

VIII.16. Activité anti-infectieuses

L'*U. dioica* possède diverses propriétés thérapeutiques. En ce qui concerne l'effet antiviral, l'extrait aqueux d'écorce d'*U. dioica* a inhibé la réplication du virus *Petaluma* (FIVP) et la lectine spécifique a montré une activité contre le CMV, le RSV, et le virus de la grippe A (Balzarini *et al.*, 1992 ; Manganelli *et al.*, 2005). L'agglutinine d'*U. dioica* a également démontré une inhibition de 90 % du virus SARS-CoV (Kumaki *et al.*, 2011). Sur le plan antimicrobien, les extraits d'*U. dioica* montrent une activité contre divers pathogènes, y compris *Mycobacterium tuberculosis* et plusieurs bactéries résistantes aux médicaments (Singh *et al.*, 2013 ; Dar *et al.*, 2013). Les extraits d'*U. dioica* ont aussi des effets antifongiques notables contre divers champignons pathogènes et saprophytes, souvent en synergie avec la chitinase (Hadizadeh *et al.*, 2009 ; Mikaeili *et al.*, 2013). En outre, l'extrait éthanolique a montré une activité anthelminthique significative contre les protoscolex d'*Echinococcus granulosus* et des vers de terre, l'extrait méthanolique a également prouvé son

efficacité sur les vers intestinaux chez les souris (Turel *et al.*, 2008; Kataki *et al.*, 2012; Al-Barwary, 2013).

Les infections urinaires entraînent de nombreuses prescriptions d'antibiotiques, contribuant ainsi de manière significative à la propagation de la résistance aux antimicrobiens (Li *et al.*, 2022 ; Biondo, 2023). Par conséquent, la recherche de nouveaux médicaments et l'exploration de nouvelles options de traitement sont devenues des priorités absolues pour lutter contre cette résistance. Chez les femmes en bonne santé, une carence en *Lactobacillus* a été associée à la colonisation par des uropathogènes tels que *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Pseudomonas aeruginosa*, responsables d'infections urinaires récurrentes (Song *et al.*, 2022).

La plupart des infections urinaires résultent de la propagation ascendante de bactéries d'origine intestinale, ce qui explique la prédominance des entérobactéries telles que :

- *Escherichia coli* : La majorité des études montrent qu'*E. coli* est le germe le plus impliqué dans les infections urinaires. Selon Saiti *et al.* (2023), *E. coli* est responsable de 91,83 % des infections dans la région de Ghardaïa. Bourjilat *et al.* (2009) indiquent qu'*E. coli* représente 25 % à 40 % des bacilles Gram-négatifs isolés dans les cas de bactériémie. De plus, 20 % à 50 % des isolats d'*E. coli* montrent généralement une résistance aux sulfamides, au triméthoprim et à l'ampicilline, et la prévalence des bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE) est en augmentation. Plusieurs études ont analysé l'influence de ces antibiotiques sur la résistance des *E. coli* urinaires, directement ou en tant que co-résistance (Milano *et al.*, 2022 ; Frimodt-Møller *et al.*, 2023).

- *Proteus mirabilis* : Fréquemment isolé dans les infections urinaires, il représente 5 à 10 % des infections urinaires non compliquées (Lamnaouer, 2002). Les infections des voies urinaires (IVU), qu'elles soient nosocomiales ou communautaires (IVU-AC), sont les plus répandues et les plus persistantes causées par *P. mirabilis* (Armbruster *et al.*, 2018 ; Sanches *et al.*, 2023).

- *Klebsiella*: *K. pneumoniae* est un agent causal majeur des infections urinaires, pouvant entraîner des taux élevés de morbidité et de mortalité (Krawczyk *et al.*, 2022). La résistance aux antibiotiques de *K. pneumoniae* a considérablement augmenté dans le monde entier. En Chine, les taux de résistance aux isolats de *K. pneumoniae* dans les infections urinaires ont augmenté pour tous les antimicrobiens testés, y compris les carbapénèmes. Les cas les plus graves ont été observés dans les unités de soins intensifs, avec des taux de résistance

augmentant de 50 à 60 % pour l'amikacine, la ciprofloxacine, l'imipénème et l'ertapénème (Zhang *et al.*, 2024).

- *Pseudomonas aeruginosa*: *P. aeruginosa* possède une grande diversité de caractéristiques adaptatives et de mécanismes de virulence qui facilitent sa colonisation, sa survie et sa prolifération dans divers environnements, incluant les infections humaines, animales et végétales (Saeki *et al.*, 2021). La multirésistance croissante de *P. aeruginosa* aux médicaments représente une menace majeure pour la santé publique (Zhao *et al.*, 2018). *P. aeruginosa* est responsable de 7 à 10 % des infections urinaires chez les patients hospitalisés, en faisant l'une des affections les plus courantes chez les patients sous traitement médical (Horino *et al.*, 2012 ; Djordjevic *et al.*, 2013). En fait, les infections urinaires représentent entre 20 et 49 % de toutes les infections nosocomiales (Bouza *et al.*, 2001 ; Gastmeier, 2001).

- *Staphylococcus* spp : Les staphylocoques peuvent provoquer des infections urinaires (IU), qui sont parmi les principales causes de résistance aux antibiotiques et de propagation des maladies résistantes aux antibiotiques (Assouma *et al.*, 2023). Les souches de *Staphylococcus* spp. sont de plus en plus souvent isolées à partir d'échantillons d'urine, bien que l'urine ne soit pas un réservoir habituel pour ces bactéries (Gninkoun *et al.*, 2018). Les espèces de *Staphylococcus* peuvent former des biofilms, ce qui augmente leur virulence et leur tolérance aux antibiotiques d'un facteur de 100 à 1000 par rapport aux isolats qui ne forment pas de biofilm (Martins *et al.*, 2019). *S. aureus* est responsable de 10-15 % des infections urinaires aiguës (Lamnaouer, 2002 ; Ekoumou, 2003).

IX. Usage agricole et environnemental

L'ortie est une adventice, mais vu sa composition et sa richesse en molécules bioactives elle est devenue l'amie des jardins et très utilisée en agriculture.

Que ce soit comme produit de traitement des engrais, comme fourrage ou comme aliment du bétail, ses utilisations agricoles et horticoles sont nombreuses et variées. L'utilisation de l'ortie pour l'alimentation des animaux remonte à l'antiquité. On disait autrefois que l'ortie apportait santé et vitalité aux animaux. Les agriculteurs profitent de toutes les parties de la plante pour nourrir le bétail, qu'il soit grand ou petit, le poulet ou la vache. Lorsqu'elle est mélangée, l'ortie améliore l'appétence d'autres fourrages. Les pratiques agraires se justifient amplement par l'extraordinaire richesse de l'ortie.

Comme le montre le tableau 3, l'ortie est riche en éléments nutritifs, alors qu'elle est plus pauvre en cellulose que le foin ; on a compris que la valeur nutritive de l'ortie est dans ces conditions nettement supérieure à celle d'un bon aliment (Tabardel, 2003). L'ortie est un allié précieux du jardinier, qui peut, et grâce à quelques applications simples, rendre son jardin plus productif. Le jardinier appréciera ses propriétés fertilisantes, et renforcer la vitalité des légumes plantés.

Tableau 03: Comparaison entre le foin et l'ortie (Tabardel, 2003).

	Protéines	Matière grasse	Matière non azotée	Cellulose
Foin	5,4%	1%	25,7%	15%
Ortie	12,8%	4,9%	30%	06%

IX.1. Un stimulateur de croissance

U. dioica favorise la croissance des jeunes végétaux fragile, elle stimule la floraison chez certaines plantes médicinales et augmente leur teneur en huiles essentielles, elle intervient aussi dans l'augmentation de la vitalité des fruits chez quelques herbes fruitières comme les framboisiers et les fraisiers (Moutsie, 2003 ; Bertrand, 2010 ; Gouffier, 2010 ; Moro Buronzo, 2011 ; Tissier, 2011).

IX.2. Un auxiliaire écologique

Comme l'une des rares plantes qui poussent dans un environnement saturé d'azote et de fer, *U. dioica* absorbe l'excès de ces minéraux et les remodèle lors de sa décomposition en une forme assimilable à d'autres plantes (Moutsie, 2002 ; Bertrand, 2010 ; Tissier, 2011). De plus, le système racinaire de racines rampantes et ramifiées permet des améliorations structurelles de la terre (Tissier, 2011).

IX.3. L'ortie comme biofertilisant

Le compostage est une transformation biologique qui décompose les déchets organiques dans l'air. Il en résulte un produit stable et hygiénique appelé compost. Il est ultérieurement utilisé comme engrais. L'ortie peut également être incorporée dans un compost pour activer et maintenir la transformation des déchets organiques en humus et en un compost de meilleure

qualité (Moutsie, 2002 ; Bertrand, 2010 ; Moro Buronzo, 2011 ; Tissier, 2011 ; Delvaille, 2013).

IX.4. Un engrais vert

Selon le règlement (CE) 1107/2009 de l'UE, parmi les vingt-quatre substances de base autorisées pour la protection des plantes, huit sont approuvées comme insecticides, incluant l'ortie, le chlorure de sodium, la L-cystéine, le saccharose et le fructose.

L'ortie, lorsqu'elle est coupée fraîche et enfouie à faible profondeur, améliore la structure des sols pauvres et secs. Pour compenser au mieux les carences de ces sols, il est préférable d'utiliser des orties provenant d'autres endroits plutôt que celles disponibles sur place (Tissier, 2011).

Selon Garmendia *et al.* (2018), l'utilisation de la purée d'ortie (*U. dioica*) comme engrais foliaire à différentes doses, seule ou en combinaison avec la prêle, n'a eu aucun effet significatif sur le rendement, la teneur en chlorophylle ou la présence de ravageurs et de maladies dans les cultures de pommes de terre biologiques. En revanche, les extraits méthanoliques de feuilles d'ortie et de houblon à larges feuilles (*Dodonaea viscosa*) ont montré une forte efficacité antifongique contre *A. alternata*.

IX.5. Utilisation d'*U. dioica* L. comme stimulateur de croissance et immunostimulant chez les poissons

L'ortie peut servir de stimulateur de croissance et de stimulant immunitaire pour diverses espèces de poissons, y compris la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), des espèces menacées comme le *Labeo victorinus* et le Huso, ainsi que les poissons d'ornement tels que le *Carassius auratus* (Awad et Austin, 2010). De plus, Adel *et al.* (2017) ont constaté que l'alimentation des juvéniles d'*O. mykiss* avec 3% d'*U. dioica* L. augmentait leur activité bactéricide.

IX.6. Utilisation d'*U. dioica* L. dans l'alimentation animale

Selon Hashemi *et al.* (2018), les poules sont protégées contre les parasites internes lorsqu'elles sont nourries avec de l'ortie, qui influence également les processus métaboliques et soutient le système immunitaire des poulets de chair. L'ortie favorise une croissance importante et peut modifier les niveaux d'hémoglobine et d'hématocrite chez ces poulets. Melesse *et al.* (2015) ont constaté que l'ajout de feuilles d'ortie dans l'alimentation des poulets

de chair améliore les performances de ponte. De plus, Khanal *et al.* (2017) ont observé que la supplémentation en ortie améliore non seulement la quantité et la qualité du lait chez les vaches laitières, mais aussi leur performance productive globale.

IX.7. Utilisation d'*U. dioica* L. dans l'usage alimentaire

L'ortie est consommée comme légume feuillu. Elle contient du calcium, du fer, des protéines, du phosphore, ainsi que des vitamines A et C (Bhusal *et al.*, 2022). Les jeunes feuilles tendres et les pousses sont cuites comme n'importe quel autre légume feuillu (Shonte et De Kock, 2017). Lors de la récolte des feuilles d'ortie, seules les pousses sensibles les plus hautes et les feuilles vertes supérieures sont sélectionnées ou ramassées, Selon Guil-Guerrero *et al.* (2003), les jeunes feuilles ont une valeur nutritionnelle plus élevée.

La poudre de feuilles d'ortie peut être utilisée comme complément alimentaire riche en protéines et est incorporée dans divers aliments, y compris le pain (Adhikari *et al.*, 2016). L'ajout d'orties au pain a considérablement augmenté la concentration de nutriments tels que les fibres, le calcium, le cuivre et le fer (Maietti *et al.*, 2021). La poudre ou la farine de feuilles d'ortie est ajoutée au pain et aux pâtes comme supplément protéique dans les régimes riches en amidon (Perez, 2022). Les feuilles d'ortie, riches en protéines, fibres, minéraux et autres composés bioactifs, sont donc une addition idéale aux pains et pâtisseries (Man *et al.*, 2019). Elles contiennent du fer, du zinc, du magnésium, du calcium, du phosphore et du potassium (Said *et al.*, 2015).

IX.8. Utilisation d'*U. dioica* L. contre les ravageurs et les maladies

Les extraits d'ortie, couramment utilisés comme aliment et médicament, sont également employés traditionnellement par les agriculteurs. Les orties offrent un refuge aux prédateurs naturels des insectes. Selon Alhmedi *et al.* (2007), la culture d'orties a conduit à une augmentation du nombre d'espèces de prédateurs de pucerons. L'extrait d'ortie peut aussi servir d'insecticide, de fongicide et d'acaricide, conformément aux réglementations sur les substances de base. Il est notamment utilisé pour lutter contre le carpocapse, la fausse-teigne des crucifères et les tétranyques (Sharp, 2021).

Al-Chalabi *et al.* (2023) ont démontré que l'extrait éthanolique d'*U. dioica* à 3,5 mg/ml après 72 heures d'exposition a enregistré le taux de mortalité le plus élevé chez les larves de 3ème et 5ème stades de *Galleria mellonella*, soit respectivement 96,66 % et 86,66 %. De plus, le potentiel insecticide des huiles essentielles d'*U. dioica* contre les ravageurs des produits

stockés, notamment les adultes de *P. interpunctella*, a révélé une activité insecticide significative avec un taux de mortalité de $84,44 \pm 5,09$ % (Hami *et al.*, 2023).

Une autre étude montre que l'ortie (*Urtica* spp.) est efficace contre le mildiou de la vigne (Romanazzi *et al.*, 2022). Les *Alternaria* spp. sont des organismes présents dans l'air et le sol qui provoquent des maladies du feuillage (brûlure des feuilles), des tiges (pourriture du collet) et des tubercules (pourriture des tubercules) de pomme de terre, entraînant de graves dommages à tous les stades de développement de la plante. Des substances basiques, telles que des extraits d'ortie, ont été proposées comme traitements protecteurs contre le mildiou précoce dans le cas de *P. infestans* (Ding *et al.*, 2019).

Les agriculteurs signalent une réduction significative de la présence de pucerons et de coléoptères grâce à l'utilisation d'extraits d'ortie (Bozsik, 1992; Bozsik, 1996; González-Macedo *et al.*, 2021). L'ortie peut être utilisée sous forme d'extrait aqueux fermenté pour des applications par pulvérisation contre diverses espèces de pucerons, telles que *Myzus persicae*, *Macrosiphum rosae*, *Eriosoma lanigerum* et *Panaphis juglandi*, afin de protéger les arbres fruitiers (*Malus domestica*, *Prunus* spp.), les sureaux, les haricots (*Phaseolus vulgaris*), les légumes à feuilles (*Lactuca sativa*, *Brassica oleracea*), *Rosa* spp. et *Spiraea* spp., avec une réduction de plus de 30 % de la densité de population. Les extraits d'ortie peuvent également être utilisés sur les cultures de Brassicacées contre l'altise, *Phyllotreta nemorum*, et la teigne des crucifères, *Plutella xylostella*, ainsi que sur les pommiers et les poiriers contre le carpocapse, *Cydia pomonella*. Des essais sur le terrain ont montré que l'extrait fermenté de purin d'ortie a une activité répulsive contre *Hyalopterus pruni* et *P. juglandi* (Dąbrowski et Sereżyńska, 2007; Kapsot *et al.*, 2015). Cependant, ces extraits ne sont pas efficaces contre *Aphis spiraeaphaga*, ce qui suggère que l'efficacité de l'extrait de purin d'ortie dépend de l'espèce de puceron (Dąbrowski *et al.*, 2007). Dans des conditions contrôlées, l'extrait aqueux d'*U. urens* a efficacement limité la fertilité de *Myzus persicae*, réduisant légèrement l'augmentation de sa population de 20% en moyenne, sans avoir d'effet négatif sur son ennemi naturel, *Macrolophus pygmaeus* (González-Macedo *et al.*, 2021).

De plus, l'extrait d'ortie utilisé en combinaison avec d'autres insecticides biorationnels pourrait améliorer l'efficacité contre les ravageurs des pucerons (González-Macedo *et al.*, 2021). Les extraits d'ortie peuvent également être utilisés pour lutter contre les acariens *Tetranychus urticae* sur les haricots et *Tetranychus telarius* sur la vigne. Des activités répulsives, acaricides et antiappétantes des extraits d'ortie contre *T. urticae*, l'un des ravageurs

les plus économiquement importants dans une large gamme de cultures extérieures et protégées dans le monde entier ont été signalées (Pavela, 2016; Jairoce, 2016). Il existe moins d'informations disponibles dans la littérature concernant l'effet des extraits d'ortie sur *T. telarius* (Toffolatti *et al.*, 2023).

Ghasemi *et al.* (2022) ont démontré que l'application de 80g d'ortie réduisait significativement le nombre d'œufs de *Tuta absoluta* (de 0,8 à 0,4 œuf/feuille) ainsi que leur taux d'éclosion (de 90 % à 76 %). Salihović *et al.* (2022) ont montré l'efficacité de la solution d'ortie contenant *Bacillus thuringiensis* contre le ravageur *T. absoluta*. Ils ont constaté que la solution d'ortie était plus efficace contre *T. absoluta* sur la variété de tomate « Oxheart » et la variété de concombre « Long Green ».

Par ailleurs, les travaux de Krache *et al.* (2023) sur l'évaluation *in vitro* de trois plantes à savoir *Urtica membranacea*, *Mentha rotundifolia* et *Chrysanthemum coronarium* à l'égard des larves de *T. absoluta* ont révélé que l'utilisation de l'huile essentielle était plus efficace que celle des extraits méthanoliques. En revanche, l'extrait fermenté s'est avéré être le moins efficace. Ce qui a démontré que la toxicité des différents extraits étudiés vis-à-vis des larves de *T. absoluta* augmente proportionnellement avec les doses et la durée d'exposition.



Chapitre II

Matériel et méthode

L'Algérie, riche en biodiversité et en traditions, possède un vaste répertoire de plantes médicinales utilisées depuis des siècles par les populations locales. Cependant, malgré les avancées dans la recherche en phytochimie et en phytopharmacologie, plusieurs défis freinent leur utilisation à grande échelle.

Ce travail s'intègre dans le contexte plus global de la mise en valeur de la biodiversité des plantes algériennes pour leurs propriétés tant médicinales qu'alimentaires. Dans cette optique et compte tenu des vertus thérapeutiques que présente *Urtica dioica* L., nous nous sommes intéressés à l'étude phytochimique et biologique des polyphénols et de l'huile essentielle de cette espèce végétale.

Dans cette partie expérimentale, deux axes sont retenus :

1. Le premier concerne l'extraction des composés phénoliques et l'huile essentielle (Fig. 06) ;
2. Le second comprend l'analyse phytochimique des composés phénoliques (polyphénols et flavonoïdes totaux), l'évaluation des activités biologiques (insecticides, antibactériennes, antioxydante, photoprotectrice, anti-inflammatoire et cytotoxicité) et l'identification des composés phénoliques par LC-MS/MS (Fig.07).

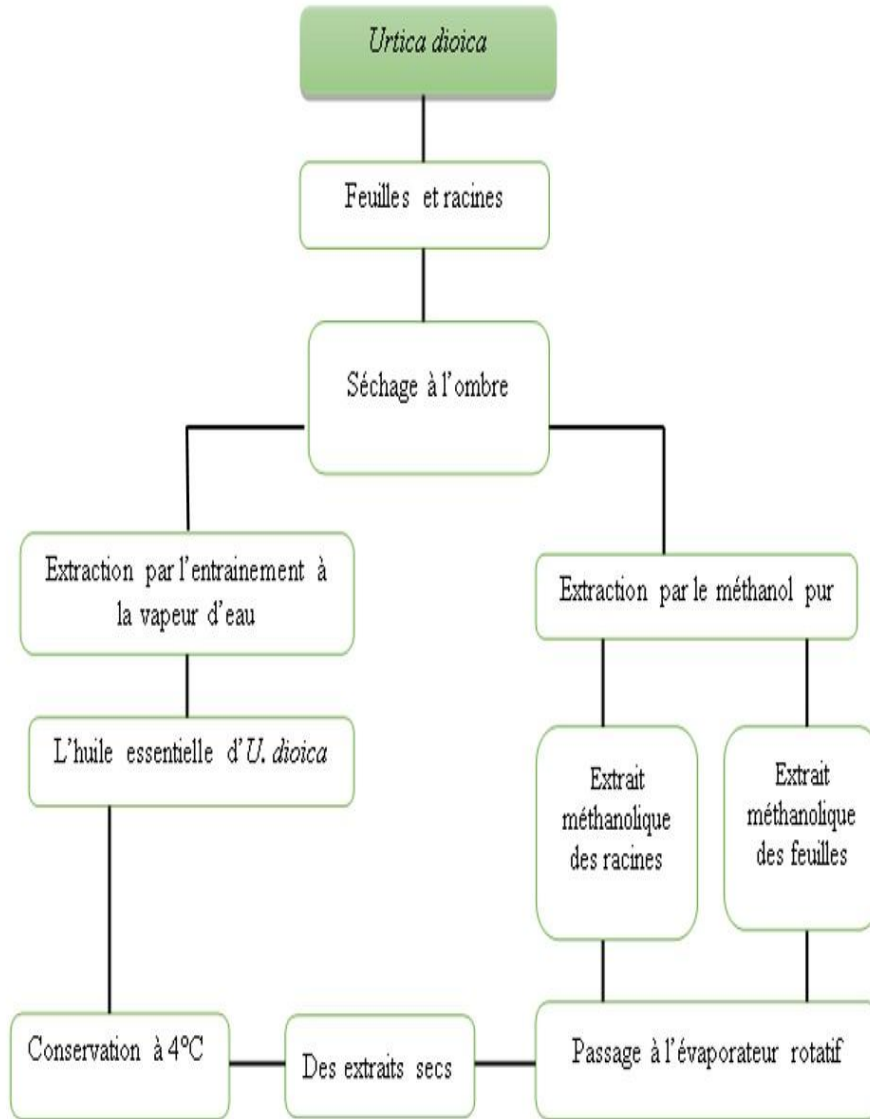


Figure 06 : Diagramme de préparation des échantillons et d'extraction des composés phénoliques par les solvants

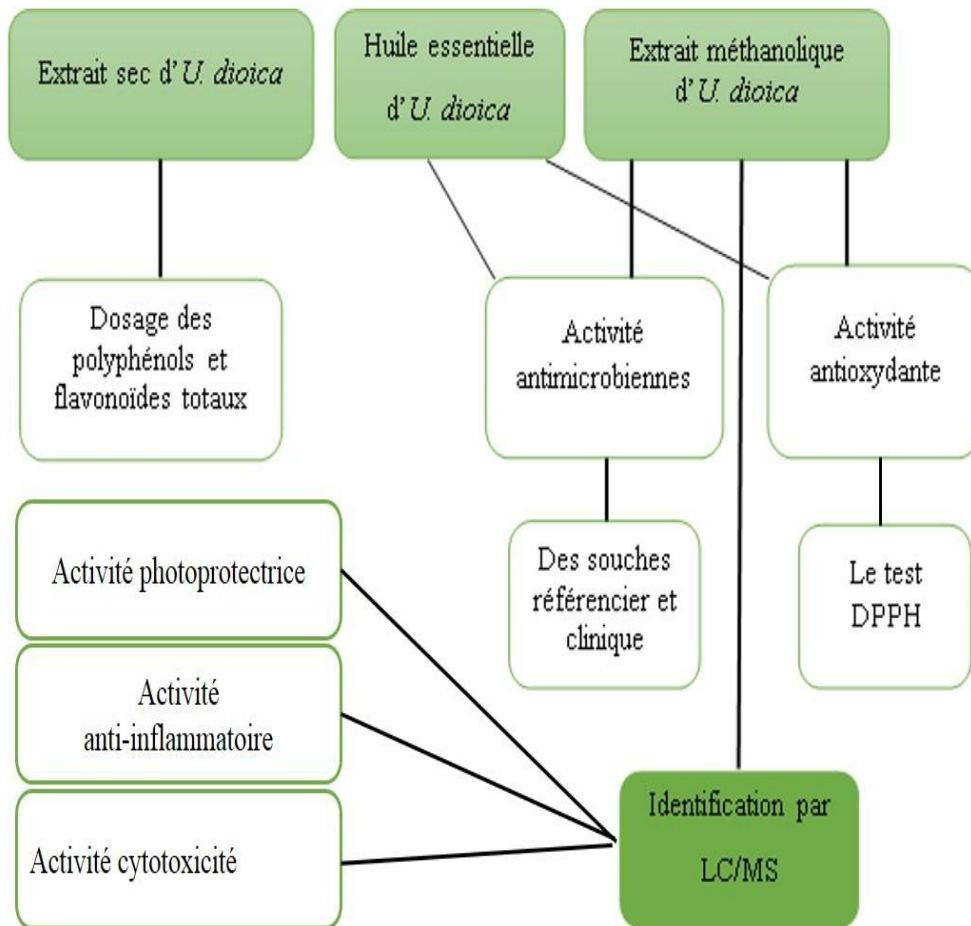


Figure 07: Diagramme des analyses phytochimiques et des tests biologiques effectués

I. Matériel végétal

I.1. Collecte de matériel végétal

La plante *U. dioica* a été récoltée au mois de février 2022 dans la région de Hassi Mameche de la wilaya de Mostaganem. La région est située à une Latitude de 35.860235° 51' 37" Nord, une Longitude de 0.07317070° 4' 23" Est et une altitude de 217m (Mapcarta a, 2025).

L'identification botanique de la plante a été réalisée par le professeur CHADLI Rabah, botaniste au département des sciences biologique de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

I.2. Prétraitement du matériel végétal

La plante entière (partie aérienne et racinaire) est rincée soigneusement avec de l'eau distillée pour éviter toute particule ou produits chimiques. Ensuite, ces dernières ont été essuyées à peine avec du papier absorbant et séchées sous forme de touffe à l'abri de la lumière.

Le broyage des feuilles séchées d'*U. dioica* a été réalisé à l'aide d'un moulin électrique, la poudre récupérée a été bien tamisée dans le but d'obtenir une poudre extrêmement fine, pour un meilleur contact avec le solvant d'extraction. L'échantillon de la poudre des feuilles et racines d'*U. dioica* récupéré après broyage et tamisage a été stocké dans un bocal en verre hermétiquement fermés et couvert avec du papier d'aluminium, à l'abri de la lumière afin d'éviter le phénomène de photodégradation des molécules.

I.3. Solvants et protocole d'extraction

I.3.1. Extraction des polyphénols

L'extraction a été réalisée selon la méthode Sujith *et al.* (2011). Un échantillon de 10g de matériel végétal broyé (racine et feuille) est mélangé à 100 ml de méthanol à 96°. Le mélange a été maintenu dans un bain marie de 60°C pendant 20mn avant d'être filtré. Trois répétitions sont ainsi réalisées pour la même matière végétale pour épuisement des principes actifs. Les trois filtrats ont été combinés et le solvant a été éliminé à l'aide d'un rotavapor à 40°C.

I.3.2. Extraction d'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle d'*U. dioica* a été obtenue par entraînement à la vapeur d'eau, considéré comme l'un des procédés les plus anciens d'extraction des matières volatiles (Djousse *et al.*, 2022). Cette technique d'extraction est basée sur le fait que la plupart des composés odorant volatiles présents dans les végétaux sont entraînés par la vapeur d'eau, cet entraînement dépend de plusieurs facteurs dont le coefficient de partage des composés entre la vapeur d'eau et la plante, la vitesse de diffusion des composés, leur solubilité dans l'eau, la pression partielle de vapeur et la durée et la vitesse de transfert de chaleur (Mbougga et Goletti, 2012).

I.4. Calcul du rendement d'extraction

Le rendement de l'extraction est déterminé par le rapport entre la masse de l'extrait obtenue et la masse de la matière première végétale traitée (Djousse *et al.*, 2022). Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (M1 / M0) \times 100$$

R : Rendement de l'extraction en % ;

M1 : Masse en gramme de l'extrait phénolique obtenu ;

M0 : Masse en gramme de la matière végétale initiale.

I.5. Dosage colorimétrique des composés phénoliques

I.5.1. Dosage des composés phénoliques totaux (TPT)

La colorimétrie a été réalisée selon la méthode de Li *et al.* (2013) utilisant le réactif Folin-Ciocalteu. Le protocole est décrit par Singleton. (1999) comme suite : dans des tubes à essais, un volume de 30µl d'extrait méthanolique des feuilles et des racines est ajouté à 2.5ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué dix fois. Après 3min d'incubation, 2ml de solution de carbonate de sodium (75g/l) sont additionnés. Le mélange est incubé à l'obscurité à une température ambiante de 28°C pendant 30 min et la lecture s'est fait par spectrophotométrie à 725nm.

Selon Bentoumi (2019), l'intensité de la coloration bleue est liée au niveau des composés phénoliques présents dans le milieu. Les résultats sont exprimées en mg d'équivalent d'acide gallique par g de matière végétale (mg EAG/g MV) ; par extrapolation sur une courbe d'étalonnage d'acide gallique.

I.5.2. Dosage des flavonoïdestotaux (TFT)

La teneur en flavonoïde était effectuée selon la méthode décrite par Dowd accordée par Arvouet-Grand *et al.* (1994). Où 1ml d'extrait est ajouté à 1ml de chlorure d'Aluminium à 2%, le mélange est agité et incubé à l'obscurité pendant 10min. l'absorbance est mesurée à 415nm. La teneur en flavonoïde est exprimée en mg d'équivalent de Quercétine par g de matière végétale (mg EQ/g MV).

II. Les activités biologiques des extraits d'*U.dioica*

II.1. Activité insecticide

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelichiidae) et le puceron (*Hyalopterus pruni*) sont considérés comme des ravageurs clé de la tomate et des pruniers respectivement, qui cause des dégâts économiques importants. Vue l'utilisation abusive et aveugle de pesticides synthétiques et leur impact écologique et sanitaire négatif, il nous a été permis de réfléchir sur des alternatifs naturels, ouvrant des opportunités vers une agriculture durable. Pour cela, des tests *in vitro* ont été effectués afin de déterminer l'impact des extraits méthanoliques des feuilles et racines de l'ortie sur ces insectes nuisibles.

II.1.1. Origine des insectes

Le matériel animal est représenté par les stades larvaires de la mineuse da la tomate *T.absoluta*. Ces derniers ont été récupérés sur des feuilles de tomate infestées poussant sous serre en plastique dans la région d'Achaacha (36° 14' 47" nord, 0°38' 03" est) (Mapcarta b, 2025). Les adultes de *H. pruni* ont été récupérés au mois de mai 2022 de la région de Sidi Ali (36° 06' 00" nord, 0° 25' 00" est) (Mapcarta c, 2026) sur des feuilles de pêche infectées (Fig. 08).



Figure 08 : Matériel animal sous loupe binoculaire (3X) (Photo Original, 2022)
(A) Larve de *T. absoluta* (B) adulte du puceron *H. pruni*

II.1.2. Le test d'activité insecticide *in vitro*

Le test a été réalisé *in vitro* dans des boîtes Petri, ces dernières doivent être aérées pour éviter l'asphyxie des larves testées. Les couvercles des boîtes ont été confectionnés de manière à permettre l'aération par la présence d'un tulle à maille fine (Fig. 09).



Figure 09 : Boîtes Petri confectionnées pour le test biologique

Les dilutions retenues pour les extraits des feuilles et racines étaient de quatre dosages à savoir 10%, 20%, 30% et 40%.

Le test en question est un test de contact réalisé sous des conditions de laboratoire semi contrôlés à une température moyenne de $21\pm 3^{\circ}\text{C}$, une humidité relative moyenne de $70\pm 2\%$ et un photopériode de 8/16. Dans chaque boîte Petri, nous avons déposé des feuilles de tomate saines sur des disques de papier absorbant imbibé d'eau minérale, sur lesquelles ont été placées 05 larves de *T. absoluta* par boîte avec 5 répétitions pour chaque stade et dose, de même que pour les témoins. A l'aide d'un pulvérisateur, notre extrait est pulvérisé sur les larves de *T. absoluta* à l'aide d'un flacon pulvérisateur 40 ml (Fig. 10. B).

Les boîtes Petri sont bien couvertes, les feuilles de tomate sont changées une fois sur deux, tout en s'assurant d'imbiber le papier absorbant qui se trouve dans la boîte afin d'assurer la source d'alimentation et d'humidité nécessaire pour les larves ainsi on évite tout facteur de mortalité.

Le test de toxicité *in vitro* du puceron *H. pruniae* suivi le même protocole que celui adopté à *T. absoluta*. Les feuilles de pêche saines ont été utilisées comme support végétal aux

adultes du puceron, cinq adultes de *H. pruni* sont mis dans des boites Petri à l'aide d'un pinceau fin avec cinq répétitions pour chaque dose et les témoins (Fig 10. A).

Les boites témoins ont concernés les larves de *T. absoluta* et les adultes du puceron *H. pruni*. Le témoin positif est représenté par les insectes pulvérisés juste avec de l'acétone à 10%. Alors que, le témoin négatif a concerné ceux traités avec de l'eau distillée.

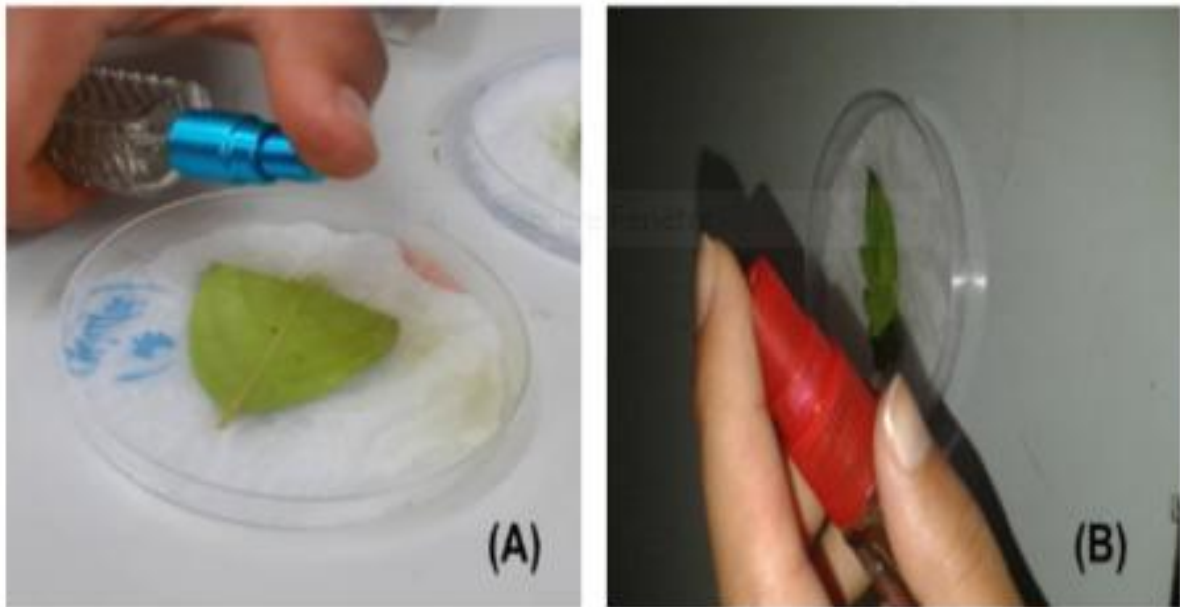


Figure 10 : Test insecticide *in vitro*
H. pruni(A), *T. absoluta*(B)

Le suivi du matériel animal (larves et adultes des insectes testés) s'est fait quotidiennement sur une durée de 8 jours, où a été noté le nombre de larves vivants et morts. Les étapes de ce test sont résumées dans la Figure 11.

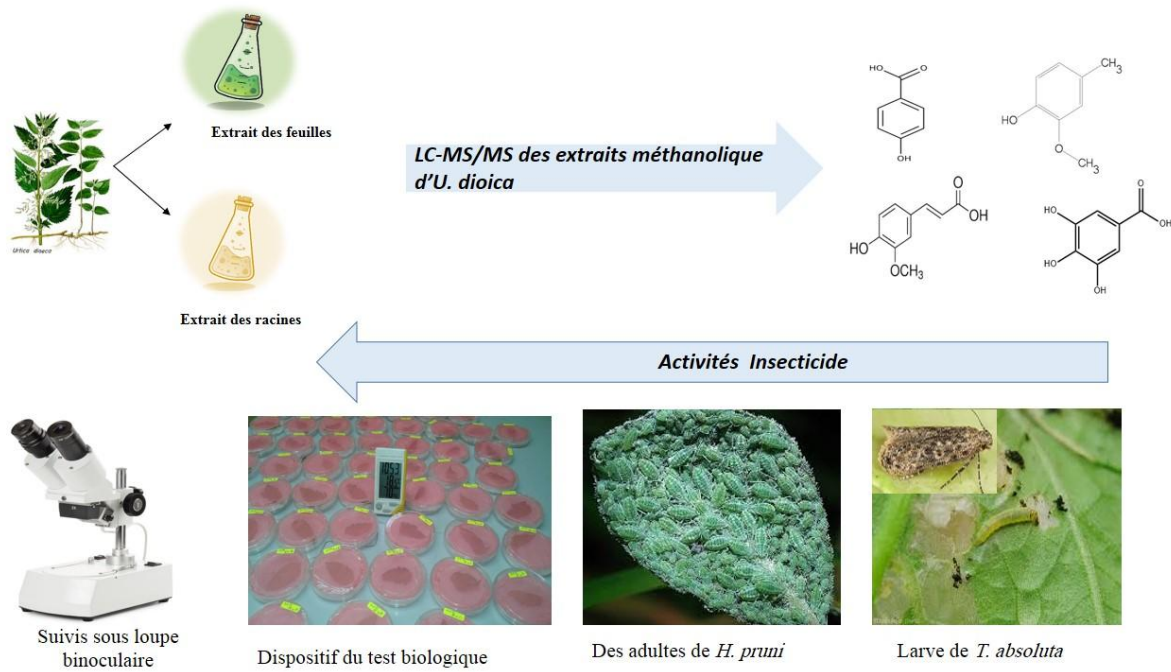


Figure 11 : Résumé graphique de l'activité insecticide

II.1.3.Détermination du taux de mortalité

Selon Benazzeddine (2010), l'efficacité d'un produit toxique est évaluée par la mortalité. Le nombre de mortalité comptabilisés parmi les individus traités avec un produit toxique n'est pas le nombre réel tués par le produit. En effet, dans toute population traitée, il existe un taux de mortalité naturelle qui s'ajoute au taux de mortalité causé par ce produit toxique, et le pourcentage de mortalité doit être corrigé par la formule d'Abbot :

$$(MC\%) = [M1 - Mt / 100 - Mt] \times 100$$

MC% = Pourcentage de mortalités corrigées ;

M1 = Pourcentage de mortalités dans le lot traité ;

Mt = Pourcentage de mortalité dans le lot témoin.

II.1.4.Détermination des doses létales 50 et 90

Wallace (2008) a défini la DL50 comme la dose d'un composé toxique qui provoque une mortalité de 50% d'une population d'animaux d'essai, c'est-à-dire ayant reçu une

administration unique d'un produit dans des conditions expérimentales bien définies. Pour notre type de recherche cette détermination est fondée sur l'évaluation des réponses de tout ou rien : mort ou survie des insectes.

Selon Benazzeddine (2010), l'efficacité d'un produit toxique se mesure par sa DL50 et DL90 qui représentent les quantités de substance toxique entraînant la mort de 50% et 90% d'individus d'un même lot respectivement. Elles sont déduites à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe des mortalités corrigées.

II.2. Activité antimicrobienne des extraits d'*U. dioica*

II.2.1. Origine et nature des microorganismes employés

❖ *Des souches référenciées*

Les microorganismes testés faisaient toutes partie de la collection américaine ATCC (American Type Culture Collection) et il s'agit de *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella* (ATCC 60703), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Candida albicans* (ATCC 10230), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et *Proteus mirabilis* (ATCC 35695).

❖ *Des souches cliniques*

Les souches *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* et *Pseudomonas aeruginosa*, ces isolats ont été obtenus du laboratoire d'hygiène de Hassi Mamache Mostaganem.

II.2.2. Conditions de culture des microorganismes

Les bactéries pathogènes doivent être cultivées dans un milieu liquide appelé « Bouillon coeur cerveau » BHI, qui sert comme milieu d'enrichissement. On effectue le test de l'activité antimicrobienne sur le milieu solide « Mueller Hinton » MH. La concentration minimale inhibitrice est établie par l'utilisation de milieu liquide MH. Ils sont incubés à une température de 37°C en aérobiose sur un milieu solide ou liquide.

Pour la levure *C. albicans* le milieu gélose Sabouraud dextrose est recommandé. Tous les milieux ont été stérilisés par autoclavage à 121°C pendant 20 min.

II.2.3.Évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits des feuilles, des racines et l'huile essentielle d'*U. dioica* par la méthode de diffusion sur gélose

L'activité antibactérienne est évaluée par la méthode de diffusion sur gélose qui permet de déterminer la sensibilité des différentes espèces bactériennes vis-à-vis d'un extrait donné décrit par le Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI, 2008). La méthode consiste à utiliser des boîtes Petri contenant un milieu gélosé MH, déjà solidifié et inoculé de la souche microbienne testée préparée 16h à l'avance et les cultures ont été ajustées à une concentration de 10^8 UFC/mL. Des disques en papier Whatman de 6mm de diamètre, préalablement imprégnés de quantités connues (14µl) d'extrait des racines, des feuilles à une concentration de 200 mg/mL de DMSO (diméthylsulfoxyde) à 10% ou d'huile essentielle à 0.9 mg/ml, sont alors placés en surface de la gélose. Généralement, les micro-organismes seront classés susceptibles, intermédiaires ou résistants, selon le diamètre de la zone d'inhibition (Wilkinson, 2006).

II.2.4.Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La concentration minimale inhibitrice (CMI) des extraits testés a été déterminée par la méthode de microdilution en bouillon (CLSI, 2006) à l'aide d'une microplaque à 96 puits. Chaque puits reçoit 10µL de suspension bactérienne (10^5 CFU/mL) et 100µL d'extrait phénolique de feuilles et des racines à différentes dilutions de (0.3, 0.15, 0.075, 0.037, 0.018, 0.009 et 0.0046 mg/mL) et l'huile essentielle (0.92, 0.46, 0.23, 0.11, 0.057, 0.028 et 0.014 mg/ml). Le contrôle positif contient 100µL de bouillon nutritif, 90µL de DMSO et 10µL de bactérie à tester, le contrôle négatif ne contient que le bouillon nutritif. La CMI a été définie comme la concentration la plus faible à laquelle aucune croissance bactérienne n'a été observée après incubation à 37°C pendant 24 heures.

II.2.5.Détermination de la concentration minimale bactéricide ou bactériostatique (CMB)

La détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB) a été effectuée après les tests de CMI. Comme décrite par Abdelli *et al.* 2023, 5µL de bouillon provenant des puits ne présentant aucune croissance visible a été étalée sur des boîtes Petri contenant de gélose Mueller-Hinton puis incubées à 37°C pendant 24 heures. La concentration la plus faible de l'extrait ne produisant aucune colonie a été considérée comme CMB. Les résultats ont été

enregistrés et interprétés conformément aux règles établies par le National Comité on Clinical Laboratory Standards (NCCLS) (Sanogo, 2016).

Les étapes des CMI et CMB de l'activité antimicrobienne sont résumées dans la figure 12.

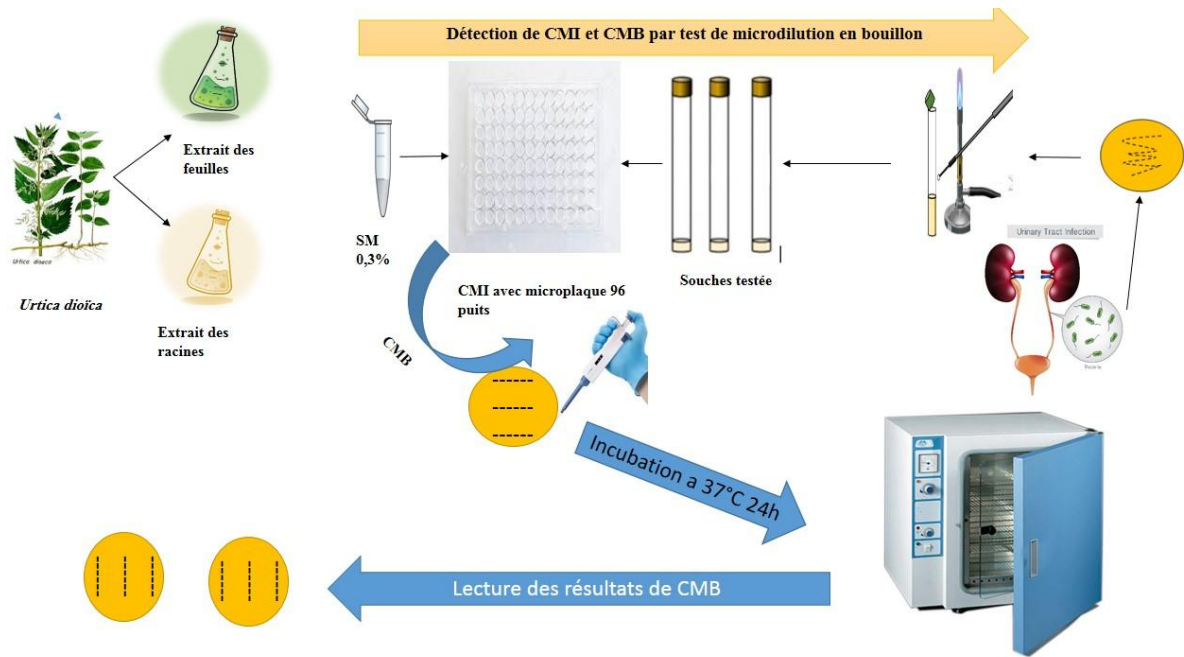
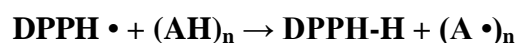


Figure 12: Résumé graphique de l'activité antimicrobienne

II.3. Activité antioxydante des extraits d'*U. dioica*

II.3.1. Evaluation de l'activité antioxydante d'extrait phénolique des feuilles, des racines et l'huile essentielle d'*U. dioica*

Le radical DPPH (2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyle) est souvent utilisé pour l'estimation de l'activité antioxydante de nombreux composés, dont les composés phénoliques et les huiles essentielles (Zeghib, 2013). Yang *et al.* (2008) ont évalué la capacité des polyphénols d'*U. dioica* à capter les radicaux libres 2,2-diphényl-2-trinitrophénylhydrazyl (DPPH°). Dans ce test, l'antioxydant réduit la DPPH violette en un composé jaune dont l'intensité est inversement proportionnelle à la capacité de l'antioxydant présent dans le milieu à donner des protons (Sanchez-Moreno, 2002). Cette réaction peut être résumée sous la forme de l'équation suivante :



DPPH • : 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazil ;

AH : Un composé qui peut donner du H aux radicaux libres DPPH ;

A • : Composé oxydé après réduction du DPPH.

Où (AH)_n indique un composé qui peut transmettre un hydrogène au radical DPPH (violet) pour le réformer en diphényle picryl hydrazine (jaune). L'huile essentielle et l'extrait phénolique des feuilles et racines à tester doit être capable d'apporter du H⁺ au radical DPPH. Initialement violet, converti en diphényle picrylhydrazine colorée Jaune (Sanchez-Moreno, 2002).

Un ml d'extrait méthanoliques des feuilles, des racines et l'huile essentielle à différentes concentrations ajouter à 3 ml de solution de méthanol de DPPH à 0,1mM/l. Après 20 min d'incubation à 27 °C, l'absorbance a été mesurée à 517 nm par rapport au control négatif (Fig.13).

Le pourcentage d'activité de piégeage des radicaux DPPH a été calculé selon la formule suivante :

$$(\text{PI} \%) = [1 - (\text{echAbs} / \text{Control Abs})] \times 100$$

Où :

ech Abs : Absorbance d'échantillon ;

Control Abs : Absorbance de control négatif.

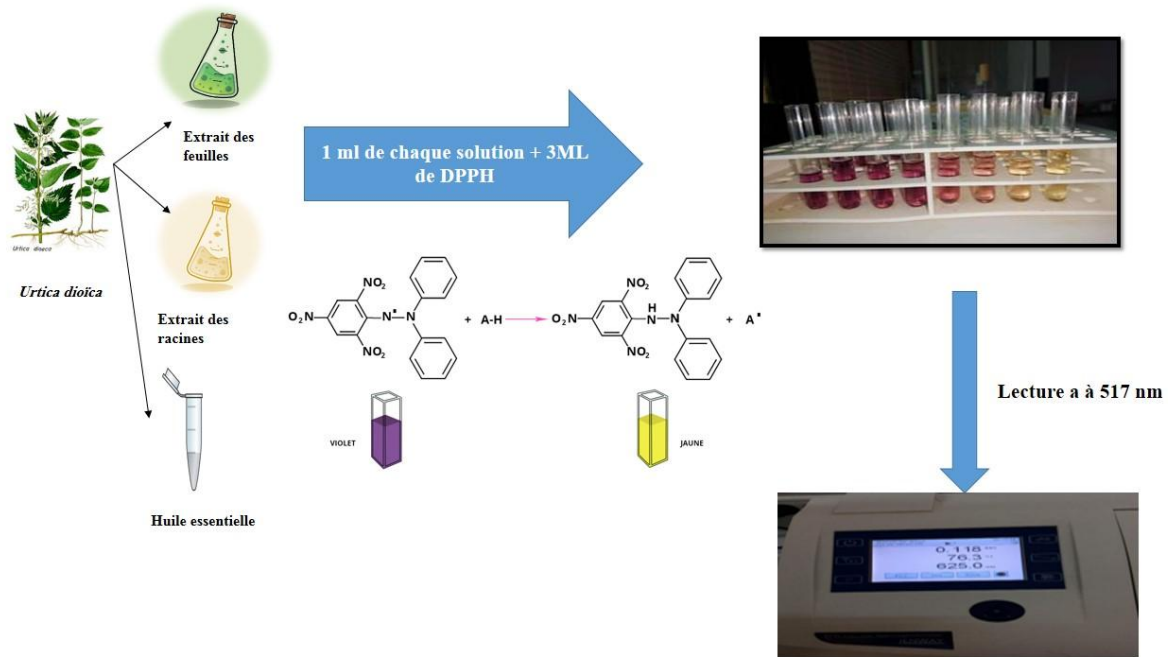


Figure 13: Résumé graphique de l'activité antioxydante des extraits d'*U. dioica*

II.4. L'activité dermatoprotectrice (photoprotectrice) des extraits d'*U. dioica*

Dans la nature, la lumière UV induit l'accumulation de flavonoïdes et d'autres composés phénoliques dans les tissus épidermiques des plantes. Des recherches se sont concentrées sur l'utilisation de flavonoïdes et de phénols absorbant la lumière UV comme antioxydants dans les écrans solaires pour assurer une protection contre les rayons UV. Cela ouvre un nouveau domaine d'utilisation des antioxydants naturels dans la prévention des maladies causées par les rayons UV. En conséquence, beaucoup d'efforts ont été consacrés au développement de techniques *in vitro* pour évaluer la photoprotection des composés de protection solaire. Ces méthodes *in vitro* se divisent généralement en deux catégories :

1. Méthodes impliquant la mesure de l'absorption ou de la transmission du rayonnement UV à travers des films de produits de protection solaire dans des plaques de quartz ou des biomembranes ;
2. Méthodes déterminant les caractéristiques d'absorption des agents de protection solaire sur la base d'une analyse spectrophotométrique de solutions diluées.

Nous avons opté pour la 2ème méthode, où les polyphénols des racines et des feuilles d'*U. dioica* ont été dissous dans l'éthanol à une concentration de 2 mg/ml et analysés pour

déterminer le facteur de protection solaire (FPS) *in vitro*. Les échantillons ont été examinés pour leurs spectres d'absorption dans la gamme de longueurs d'onde de 290 à 320 nm, l'éthanol servant de blanc. Les données d'absorption ont été recueillies tous les 5 nm, avec cinq lectures effectuées à chaque longueur d'onde. Après avoir obtenu les données, la valeur du FPS a été calculée en utilisant l'équation de Mansuret *al.* (1986).

$$\text{SPF: CF} \times \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)$$

EE: Effet érythémogène (erythemogenic effect)(Annexe 1) ;

I: L'intensité du rayonnement (the radiation intensity)(Annexe 1) ;

Abs : Absorbance d'extrait(Annexe 3) ;

CF : Facteur de correction (=10) (correction factor).

II.5. L'activité anti-inflammatoire (Activité anti-arthritique) *in vitro* des extraits d'*U. dioica*

La dénaturation des protéines peut entraîner une inflammation. Pour évaluer l'activité anti-inflammatoire, nous avons eu recours au modèle basé sur le traitement thermique de l'albumine d'œuf. Selon Chaiya *et al.* (2022), plus la dénaturation des protéines par la chaleur est faible, plus l'activité anti-inflammatoire est élevée.

L'activité anti-arthritique *in vitro* a été évaluée selon la méthode de dénaturation des protéines d'albumine d'œuf, avec quelques modifications. Nous avons préparé 2 ml de différentes concentrations (100. 150. 200. 250 µg/ml) d'extrait méthanolique des feuilles et des racines d'*U. dioica*, ainsi que les même doses de diclofénac sodique (sous forme injectable), 0,2 ml d'albumine d'œuf et 2,8 ml d'un tampon phosphate (pH = 6,5). Le mélange a été incubé à 37°C pendant 15 minutes, puis chauffé à 70°C pendant 5 minutes. Après refroidissement à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 660 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Pour le contrôle négatif, la même quantité d'albumine d'œuf et de tampon phosphate a été utilisée, avec 2 ml d'eau distillée, et le pourcentage d'inhibition a été calculé selon la formule suivante (Chaiya *et al.*, 2022) (Fig.14).

$$\% \text{Inhibition} = 100 \times (AC - AS) / AC$$

Où :

AC = Absorption de l'échantillon témoin ;

AS = Absorption de l'échantillon test.

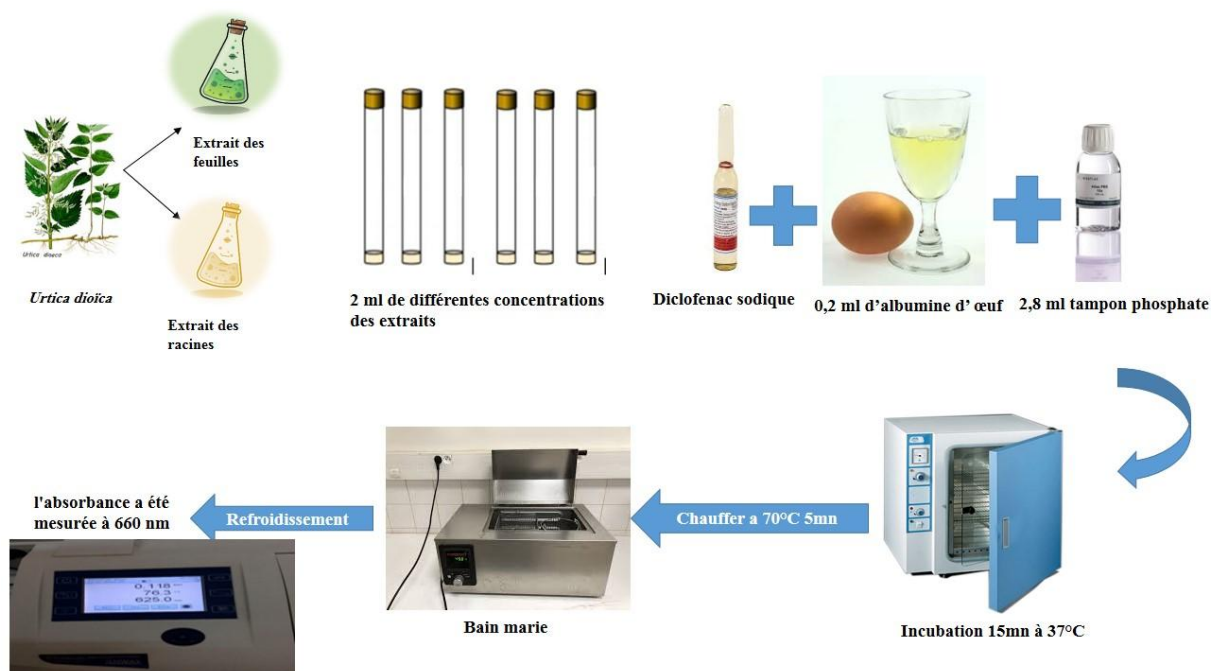


Figure 14 : Résumé graphique de l'activité anti-arthritique *in vitro* des extraits d'*U. dioica*

II.6. Test de cytotoxicité quantitative (sur les globules rouge humaine) des extraits d'*U. dioica*

Le test consiste à mélanger 1 mL de sang dilué à 2,5% (préparé en ajoutant 2,5 mL de sang total à 100 mL de solution saline à 0,9% de NaCl) avec 1 mL d'extrait à une concentration de 1 mg/mL. Pour le contrôle positif, on utilise un mélange d'eau distillée (1 mL) avec du sang dilué à 2,5% dans une solution de NaCl à 0,9%. En revanche, le contrôle négatif est constitué d'une solution saline (1 mL de NaCl à 0,9%) mélangée avec 1 mL de

sang dilué à 2,5% dans NaCl à 0,9%. Les différents mélanges sont ensuite incubés à température ambiante pendant 30 minutes, puis centrifugés à 380 g pendant 5 minutes. La densité optique (DO) du surnageant est mesurée à 540 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible. Pour l'extrait organique, le contrôle négatif est composé de 1 mL de NaCl à 0,9% et d'une goutte de DMSO (Fig. 15). Le taux d'hémolyse est ensuite évalué à l'aide de la formule suivante :

$$\% \text{ d'hémolyse} = (\text{Abs test} / \text{Abs control}) \times 100$$

Ou :

Abs test : Absorbance d'échantillon ;

Abs control : Absorbance de control positif.

Un extrait est jugé cytotoxique si le taux d'hémolyse atteint ou dépasse 50% (Ngbolua *et al.*, 2011; Gbolo *et al.*, 2022).

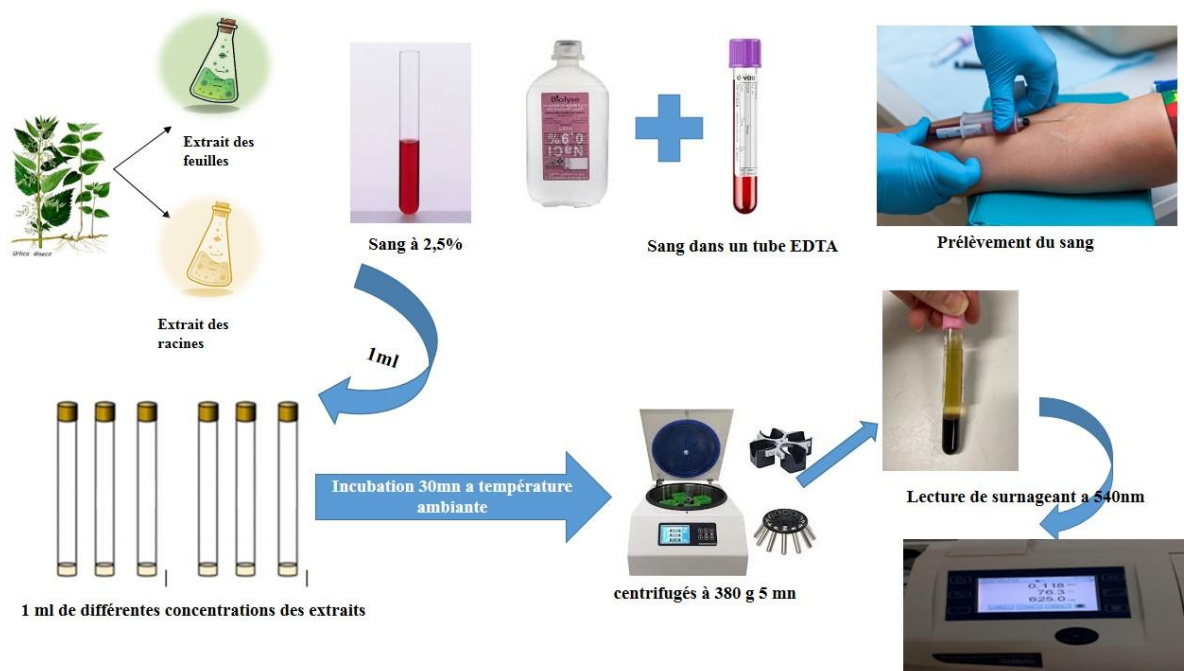


Figure 15 : Résumé graphique de l'activité cytotoxique des extraits d'*U. dioica*

III. Analyse chromatographique de l'extrait phénolique des feuilles et des racines d'*U. dioica* par LC-MS/MS

Pour l'analyse des composés phytochimiques d'*U. dioica*, une méthode précise de LC-MS/MS est employée. Tout d'abord, un extrait de méthanol de la plante est préparé, dilué à 1000 mg/L, puis filtré à l'aide d'un filtre à seringue de 0,2 µm. Le système analytique comprend une UHPLC Nexera connectée à un spectromètre de masse à triple quadripôle 8040, équipé d'un dégazeur, de pompes doubles, d'un four à colonne et d'un passeur automatique d'échantillons.

La séparation chromatographique s'effectue sur une colonne C18 avec des dimensions et des conditions spécifiques, en utilisant une phase mobile composée d'eau, de formiate d'ammonium, d'acide formique à différentes concentrations et de méthanol. Un programme de gradient détaillé contrôle le pourcentage de solvant B dans la phase mobile, crucial pour l'élution efficace des substances phytochimiques.

L'analyse par spectrométrie de masse utilise l'ESI en modes positif et négatif, avec des paramètres opérationnels spécifiques pour une ionisation optimale. Le mode MRM est essentiel pour le processus de quantification, garantissant la sélection de transitions caractéristiques pour chaque substance phytochimique. La robustesse de la méthode est validée par des tests rigoureux de linéarité, d'exactitude, de précision et de limites de détection assurant des performances fiables.

Cette approche complète permet d'établir le profil détaillé de 27 substances phytochimiques dans la plante *Urtica dioica*, soulignant l'importance médicinale et nutritionnelle de la plante. La méthode LC-MS/MS optimisée se distingue par sa précision, sa sensibilité et sa fiabilité dans l'analyse phytochimique.



Chapitre III
Résultats et discussion

I. Extraction des polyphénols

Les problèmes de résistance et de nocivité des pesticides de synthèse ont conduit à la nécessité de trouver des alternatives plus efficaces et plus saines (El Idrissi *et al.*, 2014), dans ce contexte les plantes ont par sélection naturelle au cours de leur évolution, développées des mécanismes d'adaptation aux différentes conditions environnementales, notamment les substances naturelles bioactives qui composent le métabolisme secondaire (Mohammedi, 2006). Les récentes découvertes d'activités antimicrobiennes, des huiles essentielles et des polyphénols constituent actuellement une base de données très importante pour le développement scientifique rigoureux inhérent à la lutte biologique par l'utilisation de ces substances naturelles (Sehari *et al.*, 2020). A cet effet, nous avons testé et évalué l'activité antimicrobienne et insecticide d'extraits méthanoliques préparés à partir de feuilles et de tiges d'ortie (*U. dioica* L.), afin de développer de nouveaux produits naturels bioactifs à la place des pesticides et des antibiotiques chimiques pour protéger les cultures tout en préservant la santé humaine et l'environnement.

I.1. Rendement de l'extraction

Les rendements des différents extraits sont définis comme le rapport entre la quantité de substances végétales extraites et la quantité de matière végétale initialement utilisée. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 16.

Le rendement obtenu des extraits phénoliques des feuilles sèches d'*U. dioica* est de 8,75%, cette valeur est proche de celle obtenue avec la même méthode d'extraction par Bellabes *et al.* (2020) avec un taux de 10,94%.

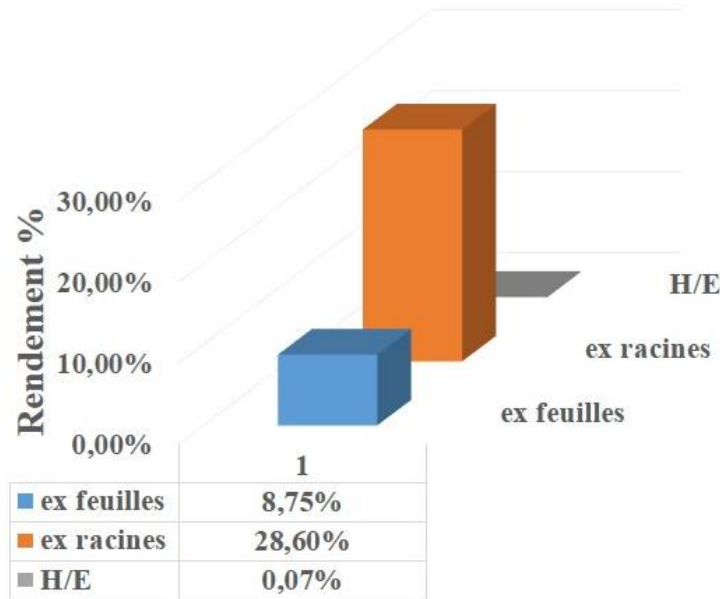


Figure 16 : Le rendement d'extraction des différentes parties d'*U. dioica*

De leur côté, Zekovic *et al.* (2017) ont enregistré un rendement de 3.66%, pour l'extraction des polyphénols des feuilles d'*U. dioica* par l'éthanol à 96% et de 1.50% par l'acétate d'éthyle seul. Ces taux sont inférieurs à ceux obtenus dans le présent travail. Cette différence pourrait être due aux conditions biotiques et la période de récolte.

Toutefois comme l'a signalé Silva *et al.* (2007), il est nécessaire de noter que la comparaison des résultats avec des travaux antérieurs s'avère difficile car plusieurs facteurs (solvants, méthode d'extraction, origine du matériel végétal, etc.) réduisent la fiabilité d'une comparaison entre les études.

Pour la partie racinaire, le rendement d'extraction relevé était de 28.6%. L'extraction a été réalisé par le méthanol pur, le méthanol a été recommandé et fréquemment employé pour l'extraction des principes actifs surtout les composés phénoliques pour son rôle protecteur. En effet, il peut empêcher certains principes actifs de la plante comme les composés phénoliques d'être oxydés par les enzymes (Felleh *et al.*,2008).

La préférence pour l'utilisation du méthanol et de l'éthanol pour l'extraction des phénols peut être attribuée à leurs caractéristiques, incluant leur partie non polaire et le fragment aliphatique des alcools. Les molécules plus grandes préfèrent l'éthanol, car il peut mieux "combler" les espaces entre les liaisons hydrogène. Le rendement de l'extraction est amélioré

avec l'augmentation de la polarité du solvant. Selon Do *et al.* (2014), le rendement d'extraction des phénols était plus élevé avec le méthanol pur qu'avec l'éthanol pur et l'acétone pure. Cela indique que le rendement d'extraction augmente avec la polarité du solvant utilisé.

Le rendement d'huile essentielle durant ce travail a donné de faible taux (0.078%), mais il reste plus élevé que celui enregistré par Chikhbenchaib *et al.* (2020) (0.048%). Cette variation des rendements pourrait s'expliquer par la région de récolte, ainsi que par des facteurs tels que la période de récolte et la méthode d'extraction.

I.2. Détermination des composés phénoliques

I.2.1. Teneur en polyphénols totaux

Le taux de polyphénol présent dans les extraits préparés est déterminé par spectrophotométrie par l'équation de régression linéaire de la courbe standard, tracée à l'aide d'acide gallique (Fig.17). Les résultats obtenus sont exprimées en mg EAG/g MS (Tab. 4).

Les résultats indiquent une plus grande quantité de polyphénols totaux dans les feuilles par rapport aux racines d'*U. dioica*, L'équation de la courbe montre une relation linéaire avec un bon coefficient de détermination ($R^2 = 0,9054$), indiquant une forte corrélation entre l'absorbance et la concentration en acide gallique.

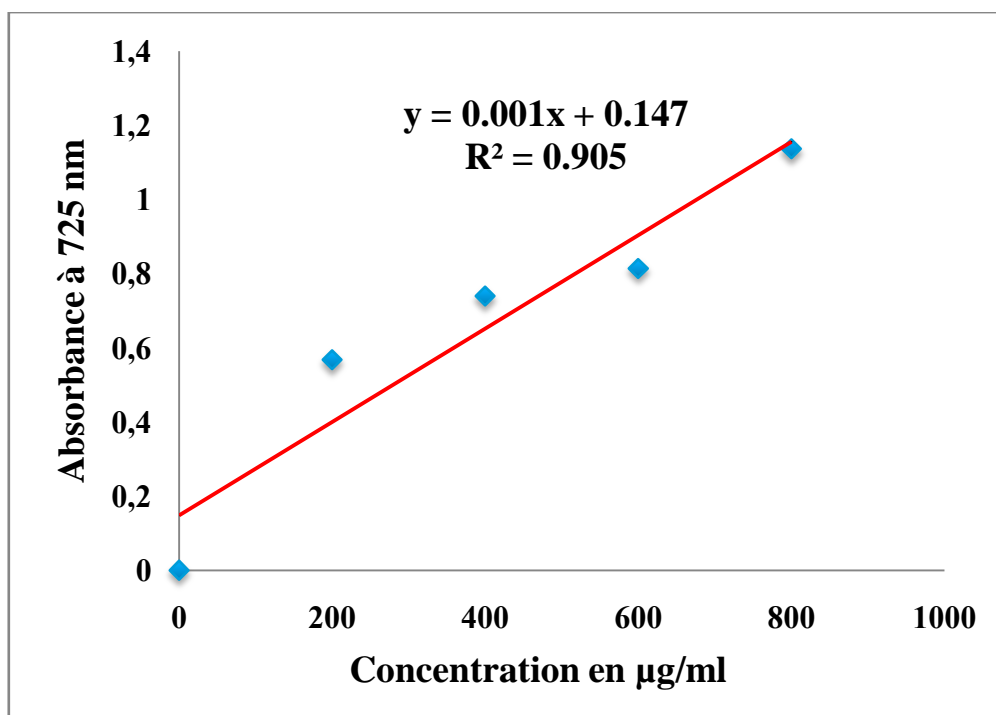


Figure 17 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Tableau 04 : Résultats du dosage des polyphénols

Extrait	Quantité des polyphénols totaux(en mg EAG/g MS)	Équation de la courbe	R ²
Feuilles	5.37± 0,17	Abs=0,0013 [AG] + 0,1478	0,9054
Racines	3,50± 0,24		

AG : acide gallique, **EAG** : équivalent d'acide gallique, **MS** : matière sèche.

Selon Orčić *et al.* (2014). Les feuilles de l'ortie sont plus riche en polyphénols que les racines, et la méthode d'extraction des polyphénols par macération est la plus recommandée mais elle donne un taux de polyphénol inférieur que celle obtenue par ultrason (Vajić *et al.*, 2015 ; Pompeu *et al.*, 2009).

Le méthanol est capable de détruire les cellules végétales et de libérer les phénols. De plus, ce solvant est plus polaire que l'éthanol et peut dissoudre les composés phénoliques polaires tels que les acides phénoliques, le glycol et les acides gras. Les conclusions de Tura et Robards (2002) ont montré que le méthanol inhibe également l'activité des polyphénols oxydases, ce qui peut réduire la dégradation des phénols. Nos résultats sont nettement inférieurs à ceux obtenus par Tarasevičienė *et al.* (2023), qui ont trouvé 21,60 mg EAG/g MS dans les feuilles avec du méthanol pur en utilisant la même méthode d'extraction. De plus, Bellebaset *al.* (2020) ont obtenu des résultats similaires, avec un taux de 4,57 ± 0,14 mg EAG/g MS. Pour les racines, des résultats presque similaires ont été obtenus dans nos travaux et ceux de Tarasevičienė *et al.* (2023), avec une teneur de 2,49 mg EAG/g MS en utilisant du méthanol pur.

I.2.2. Teneur en flavonoïde totaux

Les résultats de la teneur en flavonoïdes totaux (Tab.5) sont exprimés en équivalents de quercétine, calculés à l'aide d'une courbe d'étalonnage avec l'équation $y = 0,0129 [\text{Que}] - 0,0085$ et un coefficient de détermination (R²) de 0,999 pour les extraits méthanoliques des feuilles et racines d'*U. dioica* (Fig.18).

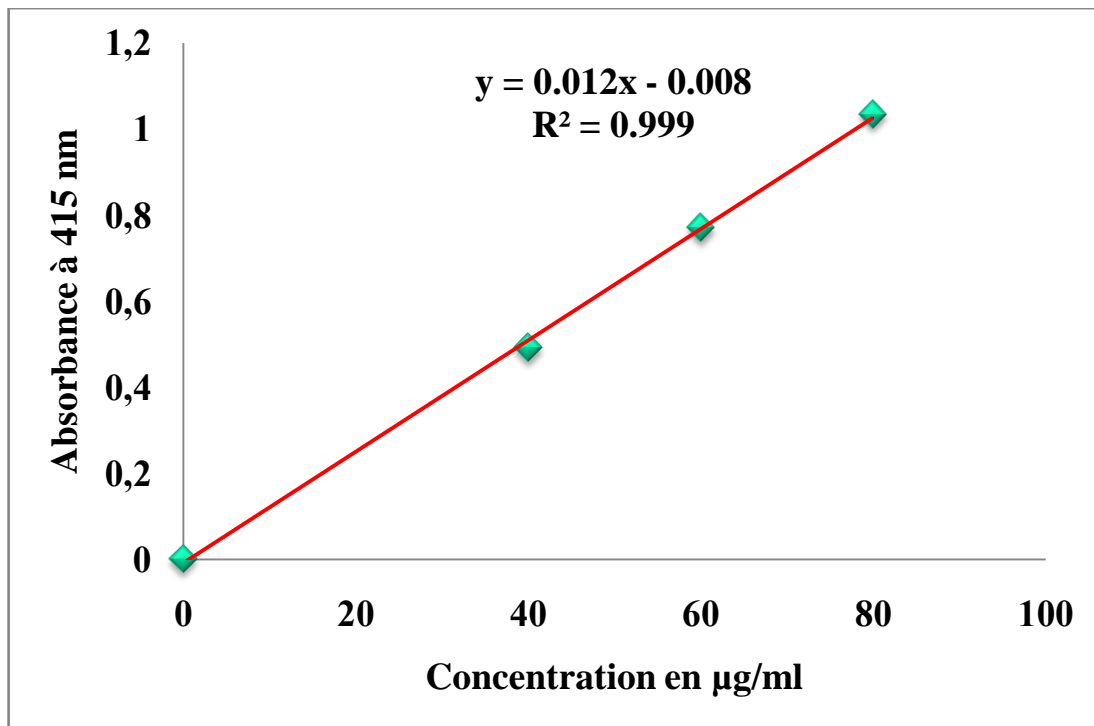


Figure 18 : Courbe d'étalonnage de la quercétine

Tableau 05 : Résultats du dosage des flavonoïdes

Extrait	Quantité des flavonoïdes (mg EQ/g MS)	Équation de la courbe	R ²
Feuilles	0.24± 0,12	Abs=0,0129 [Que] - 0,0085	0,9992
Racines	0.19± 0,05		

D'après les résultats, la teneur totale en flavonoïdes des extraits de feuilles d'ortie était de 0,24 mg EQ/g MS, ces résultats sont proches des valeurs obtenues par Belabbaset *al.* (2020), qui étaient de $1,73 \pm 0,56$ mg EQ/g MS. En revanche, Tarasevičienė *et al.* (2023) ont trouvé des résultats beaucoup plus élevés avec le même solvant d'extraction, atteignant 20,11 mg EQ/g MS.

II. Les activités biologiques des extraits d'*Urtica dioica*

II.1. Activité insecticide à l'égard de deux bioagresseurs des cultures

II.1.1. *Tuta absoluta*

Les larves de *T. absoluta* sont exposées à un traitement d'extrait botanique (*U. dioica*), puis, le suivi de leur évolution après le traitement est fait pendant une période de 08 jours,

avec des observations quotidiennes, notant les larves mortes, immobiles ainsi que la variation de leur couleur. Ceci a permis de donner les résultats suivants, la mortalité des larves a été observée dès les première 24 heures pour toutes les concentrations d'extrait, en revanche la mortalité dans le témoin positif a débuté après 96 heures du traitement.

Dans notre expérience la température enregistrée durant la période du test a été estimée entre $21\pm 3^{\circ}\text{C}$, valeur favorable pour le développement et la multiplication des larves, cela correspond aux recherches qui ont été réalisés par Boualem *et al.* (2012) sur les conditions optimales de la vie des larves de *T. Absoluta* qui ont été estimés entre 20°C et 25°C .

D'après les observations, les extraits utilisés n'affectent pas le développement et la croissance des larves, mais il présente un autre effet, il s'agit de la modification des cellules nerveuses. Par conséquent après leurs exposition à l'extrait, les larves n'arrivent plus à se nourrir et présentent une hypoactivité presque ne bougent plus, autrement dit, elles perdent leur activité et mouvement, elles montrent une nette paralysie. Les larves de *T. absoluta* sont restées sur cet état avec un changement de couleurs (du vert au marron foncé) jusqu'à leur mort. C'est un phénomène par lequel les substances végétales contenues dans l'extrait sont capables, même à une faible concentration, de ralentir ou d'arrêter le fonctionnement des organes des larves de *T. absoluta* (Fig. 19).



Figure 19: Effet de l'extrait utilisé sur les larves de *T. absoluta* (Photo originale, 2022)

II.1.2. Mortalité cumulée et corrigée d'extrait des feuilles sur stade larvaire 1 et 4

La figure 20 (A), illustre l'évolution des taux de mortalités cumulée des larves L1 de *T. absoluta* par rapport aux témoins en fonction du temps et de la dose de l'extrait des feuilles d'*U. dioica* utilisées. On observe une variation du taux de mortalité avec les doses de l'extrait testées et le temps.

Comparativement au témoin, les 4 doses choisies montrent un effet insecticide plus ou moins important après 24 heures de l'exposition. Le taux de mortalité de 77.77% a été estimé pour la dose 10%, 66.66% pour la dose 20% et 30%, 77.77% pour la dose 40%, en revanche la mortalité de témoin a été estimée à 0% après 24 heures.

L'exposition des larves L4 à l'extrait des feuilles entraîne une mortalité après 24h, avec 22,22% pour les doses (10%, 30% et 40%) alors que la dose 20% occasionne une mortalité de 66,66%, en revanche le témoin positif et négatif ne montre aucune mortalité (Fig.20 B).

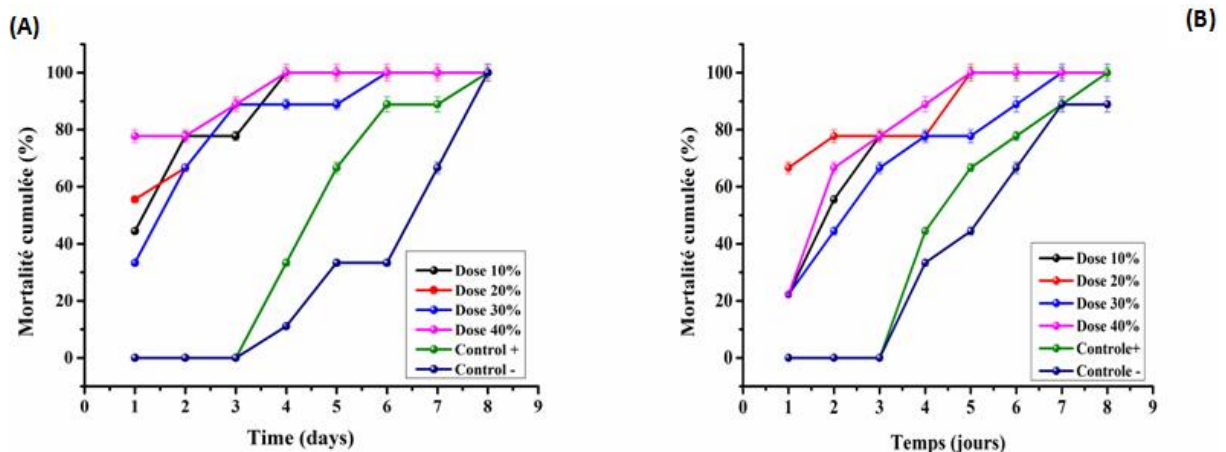


Figure 20 : Mortalité cumulée des larves de *T. absoluta* en fonction des différentes concentrations d'extraits des feuilles d'*U. dioica*
(A) : stade larvaire L1 **(B)** : stade larvaire L4

Les pourcentages de mortalité corrigée des larves L1 et L4 de *T. absoluta* varient en fonction du temps d'exposition et de la concentration de l'extrait de feuilles d'*U. dioica*. Les doses 10%, 20% et 40% occasionnent une mortalité totale de 100% des L1 et L4 aux quatrièmes et aux cinquièmes jours respectivement. Par ailleurs, la dose 30% provoque aux sixièmes jours de l'exposition la mortalité totale des L1 et au septième jour celles des L4. On a remarqué que les doses 10%, 20% et 40% sont les plus efficaces et entraînent une mortalité

importante après 24h heures et atteignent les 100% après les quatrièmes jours d'exposition ou traitement (Fig. 21 et 22).

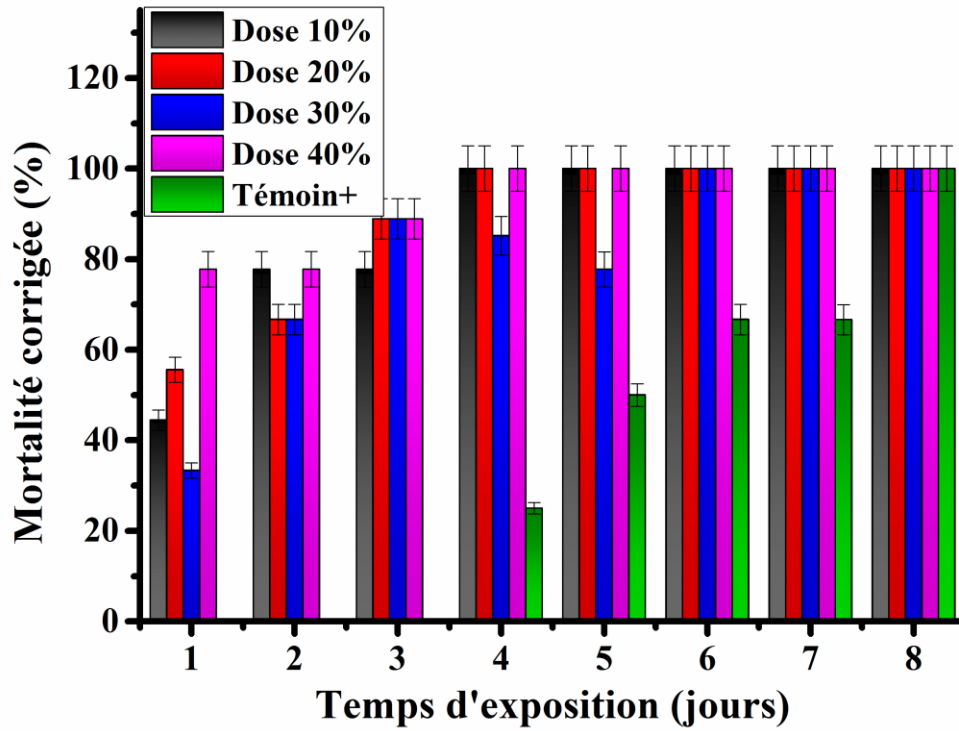


Figure 21: Mortalité corrigée des larves de *T. absoluta* (L1) en fonction des différentes concentrations d'extrait des feuilles d'*U. dioica*

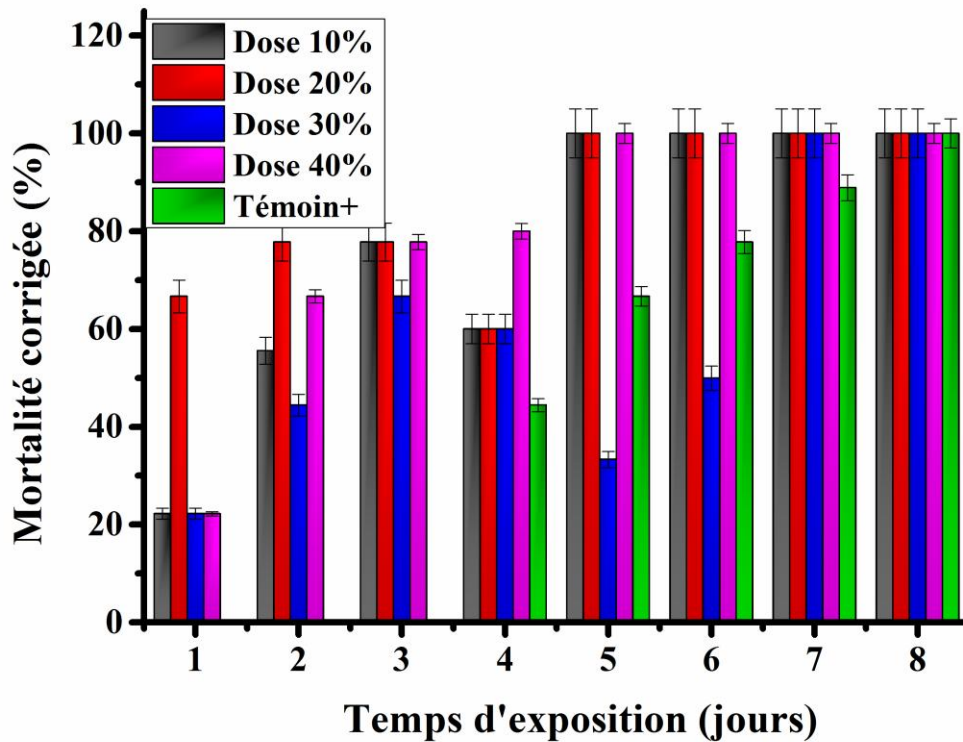


Figure 22: Mortalité corrigée des larves de *T. absoluta*(L4) en fonction des différentes concentrations d'extrait des feuilles d'*U. dioica*

II.1.3. Mortalité cumulée et corrigée d'extrait des racines d'*U. dioica* sur les larves L1 et L4 de *T. absoluta*

La représentation graphique représentée dans la figure 23 indique l'évolution du taux de mortalité cumulée des larves L1 et L4 de *T. absoluta* par rapport aux témoins en fonction du temps et de la dose de l'extrait des racines d'*U. dioica*. Le taux de mortalité est lié avec la concentration d'extrait et le temps d'exposition au produit.

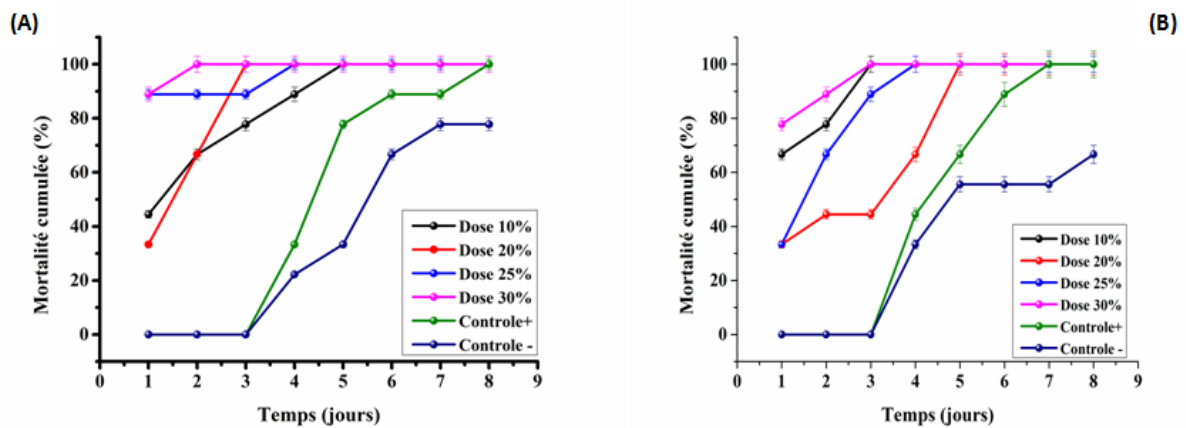


Figure 23 :Mortalité cumulée des larves de *T. absoluta* en fonction des différentes concentrations d'extrait des racines d'*U. dioica*
 (A) : stade larvaire L1 (B) : stade larvaire L4

La mortalité corrigée du premier stade larvaire a montré une sensibilité élevée vis-à-vis de l'extrait des racines d'*U. dioica*. En effet, toutes les concentrations ont révélé un effet insecticide sur ces derniers, ceci dès le premier jour d'exposition à l'extrait des racines d'*U. dioica*. Il en ressort, que les mortalités notées suite aux doses 25% et 30% ont montré des taux assez remarquable, ou il a été noté d'intéressants taux de mortalité dès le premier jour du test avec des taux de 89% puis 100% au deuxième jour. A partir du troisième jour, les doses 20% et 10% ont enregistré des mortalités totales de l'ordre de 100% (Fig. 24).

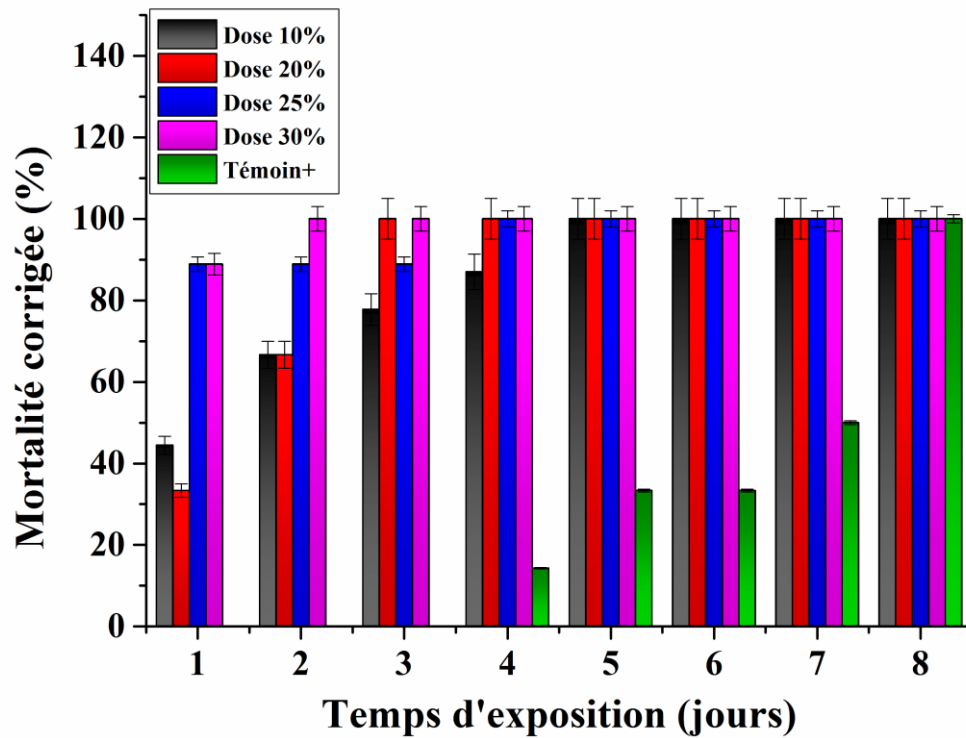


Figure 24: Mortalité corrigée des larves L1 de *T. absoluta* en fonction des différentes concentrations d'extrait des racines d'*U. dioica*

Les résultats ont révélé pour le stade larvaire L4 une efficacité des doses 10% et 30% dès le premier jour du test avec des pourcentages de 65% et 79%, pour atteindre les 100% au quatrième jour. De plus, la dose de 25% a entraîné des taux de mortalité significatifs, atteignant 30% au premier jour, 65% au deuxième jour, 89% au troisième jour et 100% au quatrième jour (Fig. 25).

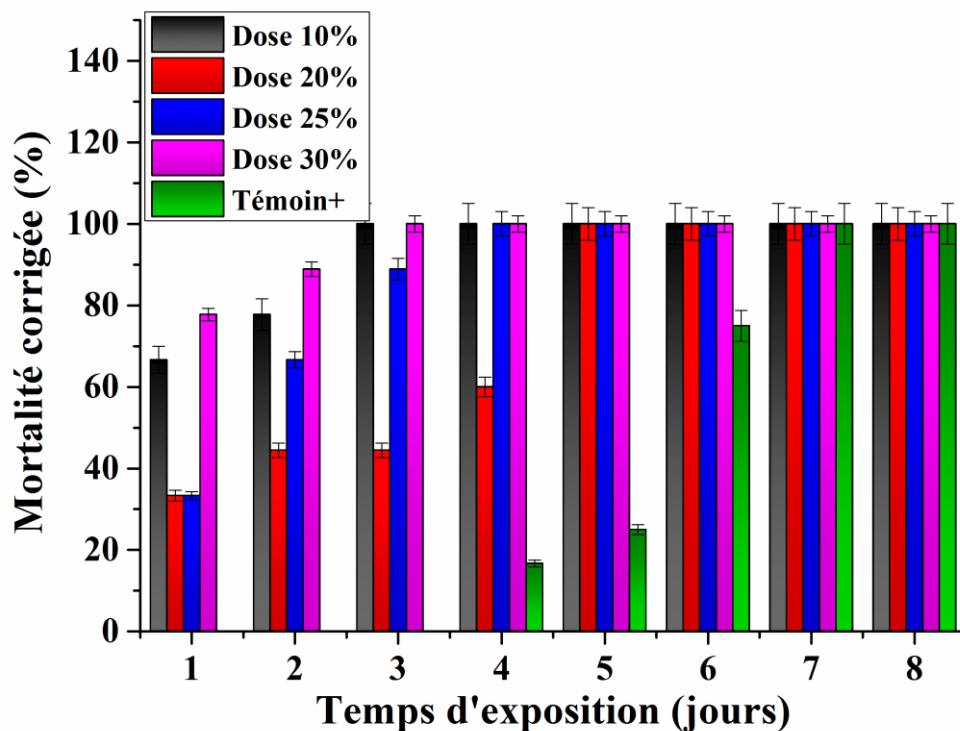


Figure 25: Mortalité corrigée des larves L4 de *T. absoluta* en fonction des différentes concentrations d'extrait des racines d'*U. dioica*

Les observations effectuées sur le témoin ont montré des mortalités dès le troisième jour avec un taux de 16,66%. Ce dernier a montré une augmentation pour atteindre un taux de 100% à la fin de l'expérience (le huitième jour).

II.1.2. *Hyalopterus pruni*

L'une des caractéristiques les plus frappantes des pucerons est leur polymorphisme, qui est associé à leur cycle de vie souvent très complexe (Alain, 2006). Les pucerons sont des insectes à métamorphose incomplète. Les nymphes sont semblables aux adultes, mais de plus petite taille et subissent quatre mues avant de devenir adultes (Ryckewaer, 2017).

II.1.2.1. Mortalité cumulée des extraits des feuilles et racines sur *Hyalopterus pruni*

Les résultats des mortalités cumulées des adultes du puceron farineux traités par l'extrait des feuilles d'*U. dioica* sont représentés sur la Figure 26 (A), on remarque que les mortalités sont significativement supérieures chez les pucerons traités par l'extrait comparativement au témoin. On constate que la concentration de 10% provoque un

taux de mortalité de 66.66% après 24h d'exposition au traitement, et a atteint les 100% aux troisièmes jours. Le début d'action d'un produit est très important dans la mesure de la toxicité où il donne une indication sur l'efficacité de ce dernier. On remarque également que les taux de mortalités des pucerons traités évoluent en fonction du temps et de la dose d'extrait des feuilles d'*U. dioica*. La mortalité a démarré le premier jour, pour l'ensemble des concentrations, on remarque également que le taux de mortalité est lié aux concentrations et au temps. Généralement, le taux de mortalité au deuxième jour est important par rapport au premier jour, et plus la concentration de l'extrait des feuilles augmente, plus la mortalité devient importante.

Le test insecticide par contact a montré que l'extrait de racine d'*U. dioica*, présentait un effet insecticide. Après 24 heures du traitement, les adultes de *H. pruni* étaient toutes mortes avec la dose 30%. Aucune mortalité n'a été enregistrée dans le contrôle positif et négatif dans les 48 heures. La mortalité est observée après 24h d'exposition au traitement pour toutes les doses, le taux de mortalité est lié à la concentration de traitement et le temps d'exposition à l'extrait (Fig. 26 B).

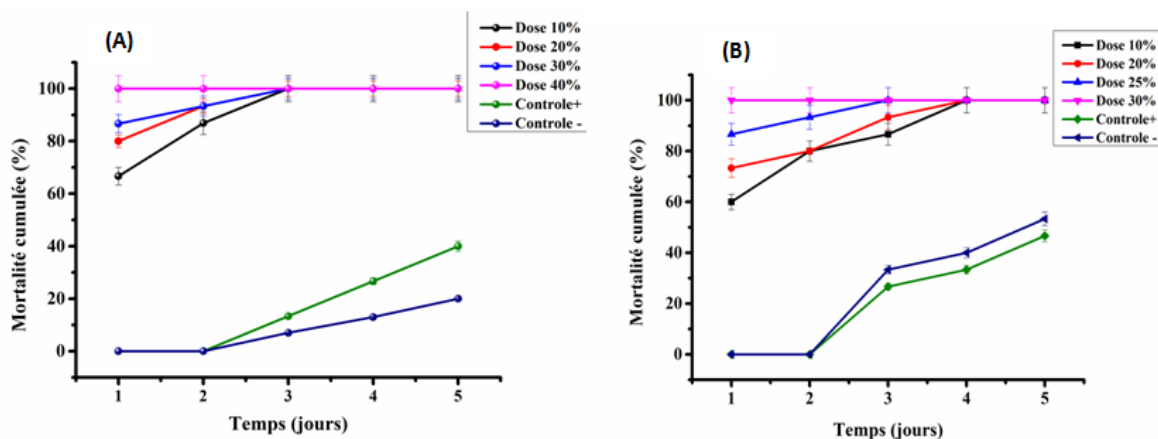


Figure 26 : Mortalité cumulée des adultes de *H. pruni* en fonction des différentes concentrations d'extrait d'*U. dioica*
 (A) : extrait des feuilles (B) : extrait des racines

II.1.2.2. Mortalité corrigée des extraits des feuilles et des racines sur *Hyalopterus pruni*

Comparativement au témoin positif, les cinq doses choisies montrent un effet insecticide plus ou moins important après 24 heures de l'exposition à l'extrait des feuilles. Le taux de mortalité de 66.66% a été estimé pour la dose 10%, 80% pour la dose 20%, 86.66% pour la dose 30% et 100% pour la dose 40%, en revanche la mortalité du témoin a été estimée à 13,34% après 72 heures. La plus forte dose (40%) occasionne une mortalité totale (100%) des pucerons après 24 heures d'exposition suivi par les doses (10%, 20% et 30%) après 72 heures de l'exposition. Ceci indique que l'évolution des taux de mortalités corrigées des adultes de puceron sont en fonction du temps et de la dose de l'extrait des feuilles d'*U. dioica* (Fig. 27).

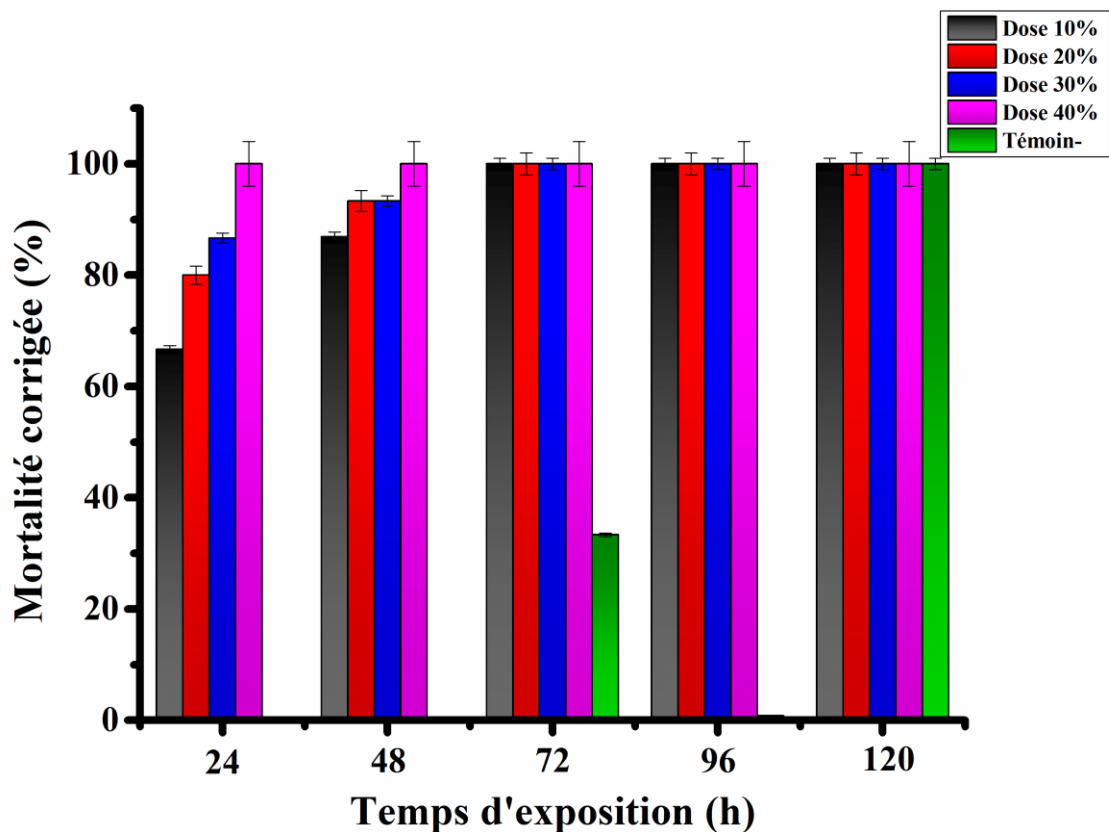


Figure 27: Mortalité corrigée des adultes de *H. pruni* en fonction des différentes concentrations d'extrait des feuilles d'*U. dioica*

Le test d'extrait des racines d'*U. dioica* provoqué après 24 heure d'exposition au traitement, une mortalité forte entre 60% et 80% a été observée. L'effet insecticide observé après 48 heures de traitement avec les doses de 10 %, 20 % et 25 % a montré des mortalités

respectives de 86,66 %, 80 % et 93,33 %. Quant aux doses de 30 % et 40 %, elles ont atteint un taux de mortalité de 100 % après 96 heures. En revanche, la mortalité corrigée du témoin positif ne dépasse pas les 30% à la fin du test biologique (Fig. 28).

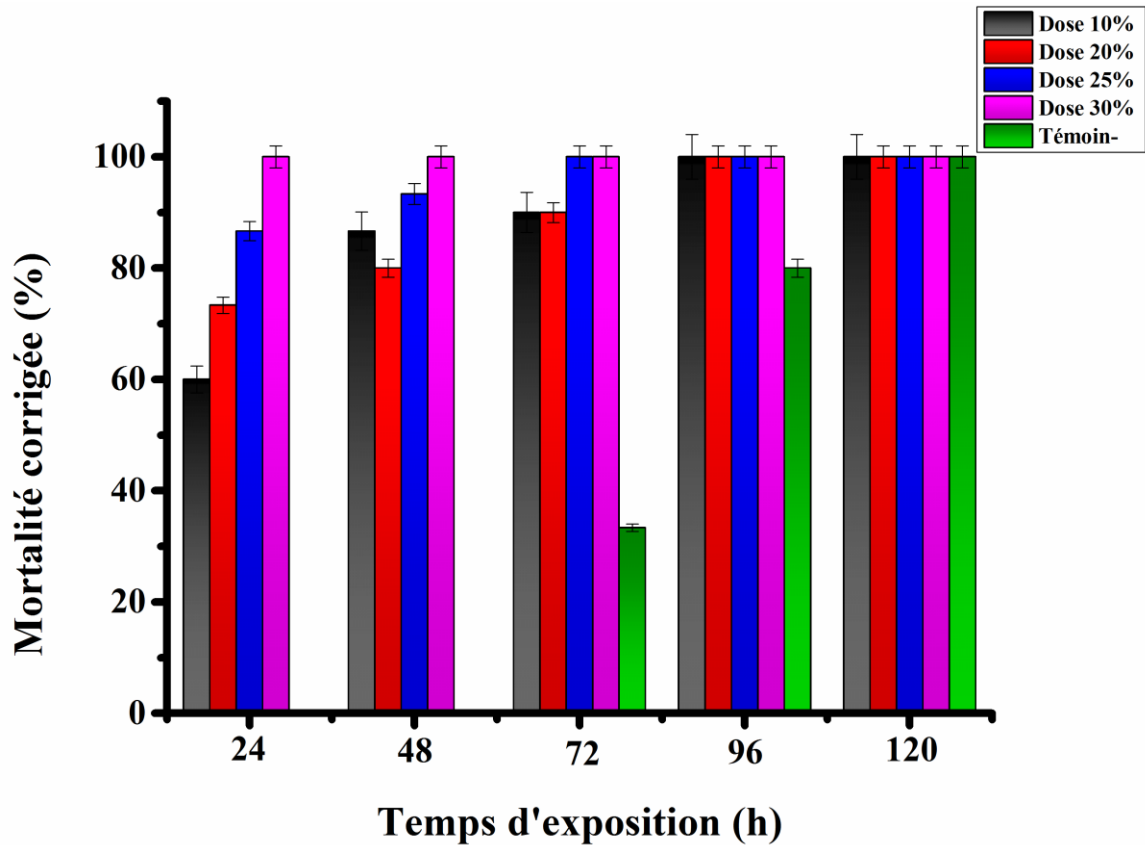


Figure 28: Mortalité corrigée des adultes de *H. pruni* en fonction des différentes concentrations d'extrait des racines d'*U. dioica*

II.1.2.3. Impact de l'eau sur l'efficacité des traitements

Lors des tests expérimentaux il a été noté que l'extrait racinaire d'*U. dioica* était plus efficace à la concentration 10% après 24 heures que celles des 30% et 20%. Et même atteint des pourcentages proches de celle exercée par les plus fortes doses. Cela pourrait être expliqué par :

- La composition chimique des extraits hydro-alcoolique ;
- La propriété de solvabilité de l'eau. Selon une explication moderne, la nature extrêmement polaire de l'eau fait qu'elle est un excellent solvant des substances ionisables comme les sels, et non ionisables mais polaire comme les oses, les alcools simple, et les molécules fonction carbonyle, aldéhydes et cétones (Reginald et *al.*, 2000).

II.1.2.4. Calcul des doses létales DL50 et DL90

Le calcul de la corrélation entre les doses d'extrait et la mortalité corrigée des larves de *T. absoluta*, montre la relation proportionnelle qui existe entre les différentes doses et le taux de mortalité des larves.

$$Y = a X + b$$

Y= Pourcentage de mortalité corrigée ;

X= Les doses utilisées.

II.1.2.5. Estimation de DL50 pour les larves de *T. absoluta*

A partir de l'équation de la droite de régression qui correspond à la mortalité corrigée en fonction des concentrations de l'extrait phénolique des racines et des feuilles d'*U. dioica* sur la mortalité des larves de *T. absoluta* (Fig.29).

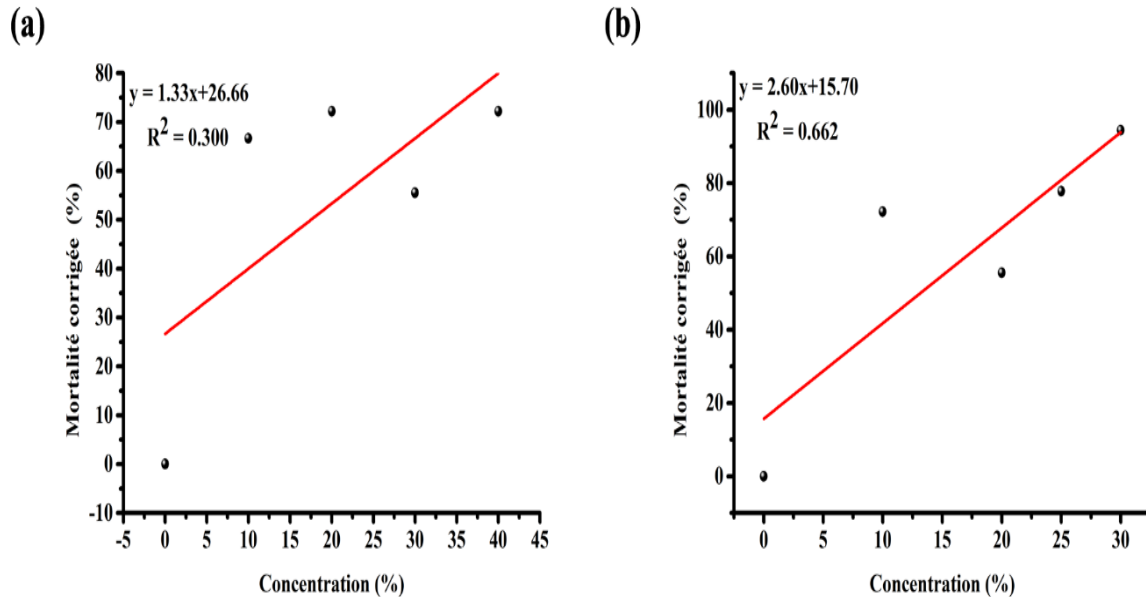


Figure 29 : Courbe linéaire des mortalités corrigées des larves de *T. absoluta* traitées par l'extrait d'*U. dioica*
(A) : extrait des feuilles (B) : extrait des racines

II.1.2.6. Estimation de DL50 pour les adultes de *H. pruni*

Le test de toxicité aiguë au laboratoire, consiste à exposer ou à administrer aux différents lots d'insectes, une dose insecticide, dans des conditions bien contrôlées. Il permet de déterminer la dose létale d'une substance active qui entraîne 50% de mortalité. La détermination de la dose létale 50% (DL50) permet de comparer la sensibilité du *H. Pruni* (Fig.30).

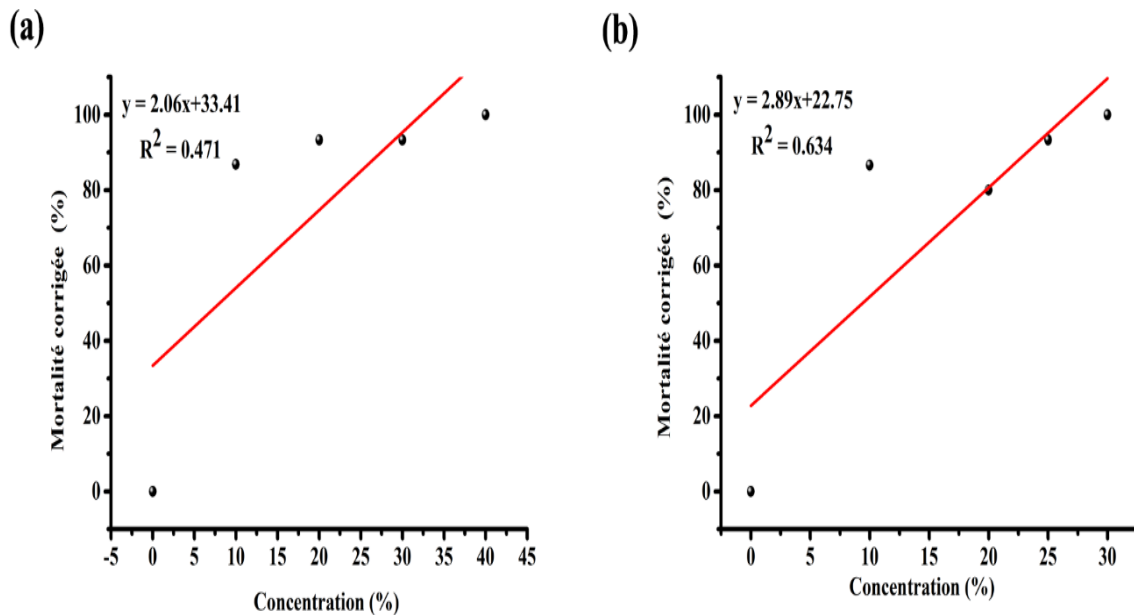


Figure 30 : Courbe linéaire des mortalités corrigées des adultes de *H. pruni* traités par l'extrait d'*U. dioica*
 (A) : extrait des feuilles (B) : extrait des racines

Tableau 06 : DL50 et DL90 enregistrées pour *T. absoluta* et *H. pruni* traités avec les extraits d'*U. dioica*

Extrait	Espec	Equations liniaire	DL50 %	DL90% (ppm)
Feuilles	<i>T.absoluta</i>	$y=13,331x+13,333$	2,75%	5,75% 5751
	<i>H.pruni</i>	$y=20,647x+12,763$	1,80%	3,74% 3740
Racine	<i>T.absoluta</i>	$y=19,444x + 1,662$	2,48%	4,54% 4543
	<i>H.pruni</i>	$y=20,667x+ 9,997$	1,93%	3,87% 3871

Dabrowski et Sereczynska (2007) rapportent que parmi l'utilisation des extraits d'ortie dans la lutte biologique, l'effet répulsif et anti-appétant contre les acariens ont été rapportés.

En effet, les acariens prennent entre 2 à 3,5 minutes pour commencer à sucer les feuilles d'haricot non traitées alors qu'elles prennent entre 12 à 14 minutes pour les feuilles traitées.

Les résultats obtenus par Abdelaziz *et al.* (2012), ont montré que les extraits avaient des niveaux variables de toxicité pour les larves de *T. absoluta*. Les extraits qui ont produit les plus hauts taux de mortalité sont ceux des feuilles de *Thymus vulgaris* (95%) et les graines de *Ricinus communis* (58%), appliqués à des concentrations de 46667 mg/l et 77500 mg/l respectivement.

En outre, nos résultats étaient de 5751 ppm pour les feuilles d'*U.dioica* et 4543 ppm pour les racines. Les tests biologiques sur les larves de *T. absoluta* ont montré qu'il existe une différence entre la toxicité des extraits hydro-méthanoïques et hydro-éthanoliques pour une même plante. Boualem *et al.* (2016) ont noté que l'extrait synergique de *Nerium oleander* et *Ricinus communis* provoqué un taux de mortalité remarquable à l'égard des larves de *T. Absoluta* qui a dépassé les 90%. Alors qu'une faible toxicité ne dépassant pas les 30% pour l'extrait de *N. oleander* et 40% pour *R. communis* ont été notée. Après 24 heures d'exposition au test, les valeurs de DL50 étaient très élevées (supérieures à 50%). Par contre, il étaient relativement faible pour l'extrait synergique (19%), alors que les résultats obtenus dans ce travail montre que l'extraits d'*U.dioica* occasionne une DL50 de 2,75% et de 2,40% pour les feuilles et racines respectivement.

Selon Bozsik (1996 et 2007), l'extrait d'ortie n'a aucun effet sur le puceron jaune du groseillier (*Cryptomyzus ribis*), le puceron s'attaquant à la spirée (*Aphis spiraephaga*) et le puceron noir du cerisier (*Myzuscerasi*) sont repoussés et aucune trace de puceron mort n'a été enregistrée sur les feuilles traitées, alors que l'extrait de grande ortie a eu un effet positif sur le puceron *Callaphis juglandis*. Les études de Gaspari *et al.* (2007) ont montré que l'extrait d'ortie a montré un effet sur les pucerons verts à une concentration de 4% et a réduit sa fécondité à 20%. Dans ce travail, l'extrait de la grande ortie a exercé un effet toxique contre le puceron farineux (*H. pruni*) avec des DL50 de 1,80% et 1,93% pour les feuilles et les racines respectivement.

II.2. Activité antimicrobienne

II.2.1. Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits des feuilles, des racines et l'huile essentielle d'*U. dioica* par la méthode de diffusion sur gélose

Dans cette étude, neuf différentes souches bactériennes et une espèce de levure ont été utilisées pour examiner l'éventuelle activité antimicrobienne de l'huile essentielle et des

extraits phénoliques des feuilles et racines d'*U. dioica*. L'activité antimicrobienne des deux extraits et de l'huile essentielle a été évaluée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition de la croissance des souches bactériennes testées. Les résultats sont présentés dans le tableau 07.

Les résultats du test MANOVA révèlent une p-value = 0.128, la p-value étant supérieure à 0.05, nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle. Cela signifie qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les trois types d'extraits en termes de zones d'inhibition des microorganismes testés.

Tableau 07 : Les zones d'inhibition des différents extraits sur les microorganismes étudiés

Les extraits	Extrait phénolique des feuilles	Extrait phénolique des racines	Huile essentielle
Les microorganismes	Zone d'inhibition en mm		
<i>Escherichia coli</i> ATCC25922	10	13	7
<i>Escherichia coli</i> (clinique)	10	10	7
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923	14	12	7
<i>Staphylococcus aureus</i> (clinique)	09	12	8
<i>Candida albicans</i> ATCC10230	15	11	15
<i>Candida albicans</i> (clinique)	13	10	07
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC27853	08	07	09
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (clinique)	12	12	14
<i>Proteus mirabilis</i> ATCC35695	07	07	07
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC60703	07	08	08

L'extrait phénolique des feuilles et des racines de l'ortie (*U. dioica*) présente une composition riche en acides hydroxycinnamiques, tels que l'acide férulique, et en acide cinnamique, connus pour leur activité antibactérienne à large spectre contre les bactéries gram-négatives et gram-positives, comme *E. coli* NCTC 10418, *S. aureus* NCTC 10788, et *E. hirae* NCTC 13383 (Borges *et al.*, 2013 ; Naz *et al.*, 2006 ; Malheiro *et al.*, 2019). Des études de Soni (2013) et Araruna *et al.* (2012) ont également montré que l'extrait phénolique est

riche en flavonoïdes tels que la rutine, qui présente une activité antimicrobienne contre *S. aureus* (MTCC 265 et ATCC 25923), *E. coli* (MTCC 167 et ATCC 10536), et *C. albicans* (ATCC 40227), ainsi qu'en naringénine, efficace contre *S. aureus*, *E. thypi*, et *E. coli* (Agus *et al.*, 2017).

Ces études pourraient expliquer les résultats obtenus sur le potentiel antimicrobien observé dans cette recherche. Des expériences réalisés par Cueva *et al.*, (2010 ; 2012) avec des composés phénoliques purs ont montré que les acides phénoliques sont efficaces contre les bactéries gram-négatives et gram-positives. Des composés tels que l'acide férulique et la rutine sont particulièrement efficaces contre *Listeria monocytogenes* (Liu, 2003 ; Saavedra *et al.*, 2010). Cependant, il a été observé que les composés phénoliques purs sont parfois moins efficaces que les extraits phénoliques de plantes, probablement en raison des effets additifs et synergiques des différents composants de ces extraits (Lowy, 2003).

Les zones d'inhibition enregistrées étaient entre 9 mm et 12 mm et selon Albayrak *et al.*, (2012) l'extrait méthanolique d'*U. dioica* a un effet inhibiteur sur les microorganismes qui s'est traduit par des zones d'inhibitions de l'ordre de (9 mm) vis-à-vis d'*Enterobacter cloacae*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* mais qui reste aussi inefficace vis-à-vis d'autre souche microbienne *P. aeruginosa* ATCC 27853.

II.2.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et bactéricide (CMB)

La détermination des paramètres d'inhibition (CMI et CMB) permet non seulement de confirmer, quantifier et comparer les activités, mais aussi de caractériser la nature de l'effet révélé par un extrait sur un microorganisme donné. La microplaque de 96 puits contient des germes différents, de l'extrait d'*U. dioica* et du bouillon nutritif.

La nouvelle méthode TTC (chlorure de 2-3-5-triphényle-2H-tétrazolium) s'est révélée efficace car elle est facile à lire grâce au colorant fluoré. Ce dernier est non toxique pour les cellules bactériennes et devient rose et fluorescent lorsqu'il y a une réaction oxydoreductase, en raison de la réduction de l'oxygène et la production d'acide. Les puits roses indiquent la croissance microbienne, tandis que les puits verts indiquent l'inhibition de la croissance microbienne, elle peut être mesurée habituellement après 18 heures de contact entre la bactérie et l'extrait (Lopez, 2017).

L'extrait phénolique des feuilles et des racines d'*U. dioica* démontre une activité antimicrobienne significative, avec des effets similaires observés sur différents micro-organismes. Les valeurs de CMI varient de 0,3 à 0,15 mg/ml pour tous les micro-organismes testés. Notamment, l'extrait de feuille présente une valeur de CMI particulièrement basse contre *S. aureus* (souche clinique), connu pour sa résistance aux antibiotiques. Ces résultats prometteurs suggèrent que l'extrait phénolique des feuilles d'*U. dioica* pourrait être efficace dans le traitement des infections causées par *S. aureus*, y compris celles résistantes aux antibiotiques conventionnels (Tab. 08 et Fig. 31, 32).

Pour évaluer si les extraits sont bactéricides ou bactériostatiques, une comparaison est faite entre les valeurs de CMI et de CMB pour les souches testées. Selon Gasu *et al.* (2018) et Ngwanguonget *al.* (2023), le ratio CMB/CMI est utilisé pour la classification : un ratio $CMB/CMI \leq 2$ indique que l'extrait est bactéricide ; un ratio $CMB/CMI \geq 4$ suggère que l'extrait est bactériostatique.

L'extrait phénolique des feuilles et des racines d'*U. dioica* est riche en acides hydroxycinnamiques, tels que l'acide férulique et l'acide cinnamique, qui ont démontré une activité antibactérienne à large spectre contre les bactéries gram-négatives et gram-positives, incluant des souches telles que *E. coli* NCTC 10418, *S. aureus* NCTC 10788 et *Enterococcus hirae* NCTC 13383 (Malheiro *et al.*, 2019). La présence de flavonoïdes comme la rutine a également été documentée (Mueed *et al.*, 2023), ainsi que la naringénine, qui présente des effets antibactériens contre *S. aureus*, *E. typhi* et *E. coli* (Agus Suryawan *et al.*, 2017; Himesh Soni *et al.*, 2013). Ces composés contribuent de manière significative au potentiel antimicrobien observé dans cette étude.

Tableau 8 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration bactéricide (CBM) d'huile essentielle et des extraits phénoliques des feuilles et des racines d'*U. dioica*.

Microorganisme	Les extraits											
	Extrait phénolique des Feuille				Extrait phénolique des racines				Huile essentielle			
	CMI	CMB	CMB /CMI	Effet	CMI	CMB	CMB /CMI	Effet	CMI	CMB	CMB /CMI	Effet
<i>E. coli</i> (ATCC 25922)	0.07	al	/	bactériostatique	0.15	0,3	0,5	bactéricide	0.46	0.92	0.5	bactéricide
<i>E. coli</i> (clinique)	0.07	0,3	0,23	bactéricide	0.15	0,3	0,5	bactéricide	0.46	0.46	1	bactéricide
<i>S. aureus</i> (ATCC25923)	0.15	al	/	bactériostatique	0.15	al	/	bactériostatique	0.46	al	/	bactériostatique
<i>S. aureus</i> (clinical)	0.15	0,3	0,5	bactéricide	0.15	0,3	0,5	bactéricide	0.46	0.92	0.5	bactericide
<i>Candida</i> (ATCC10230)	0.15	al	/	bactériostatique	0.07	al	/	bactériostatique	0.46	0.92	0.5	bactéricide
<i>Candida</i> (clinique)	0.07	0,07	1	bactericide	0.15	0,3	0,5	bactéricide	0.46	0.92	0.5	bactéricide
<i>P. aeruginosa</i> (ATCC27853)	0.07	al	/	bactériostatique	0.07	0,3	0.23	bactéricide	0.23	al	/	bactériostatique
<i>P. aeruginosa</i> (clinique)	0.07	0,3	0,23	bactéricide	0.15	0.3	0.5	bactéricide	0.46	0.92	0.5	bactericide
<i>P. mirabilis</i> (ATCC35695)	0.15	0,3	0,5	bactéricide	0.07	al	/	bactériostatique	0.11	0.92	0.1	bactéricide
<i>k. pneumonie</i> (ATCC70603)	0.15	al	/	bactériostatique	0.15	al	/	bactériostatique	0.46	al	/	bactériostatique

al:Les MO se développent dans toutes les concentration

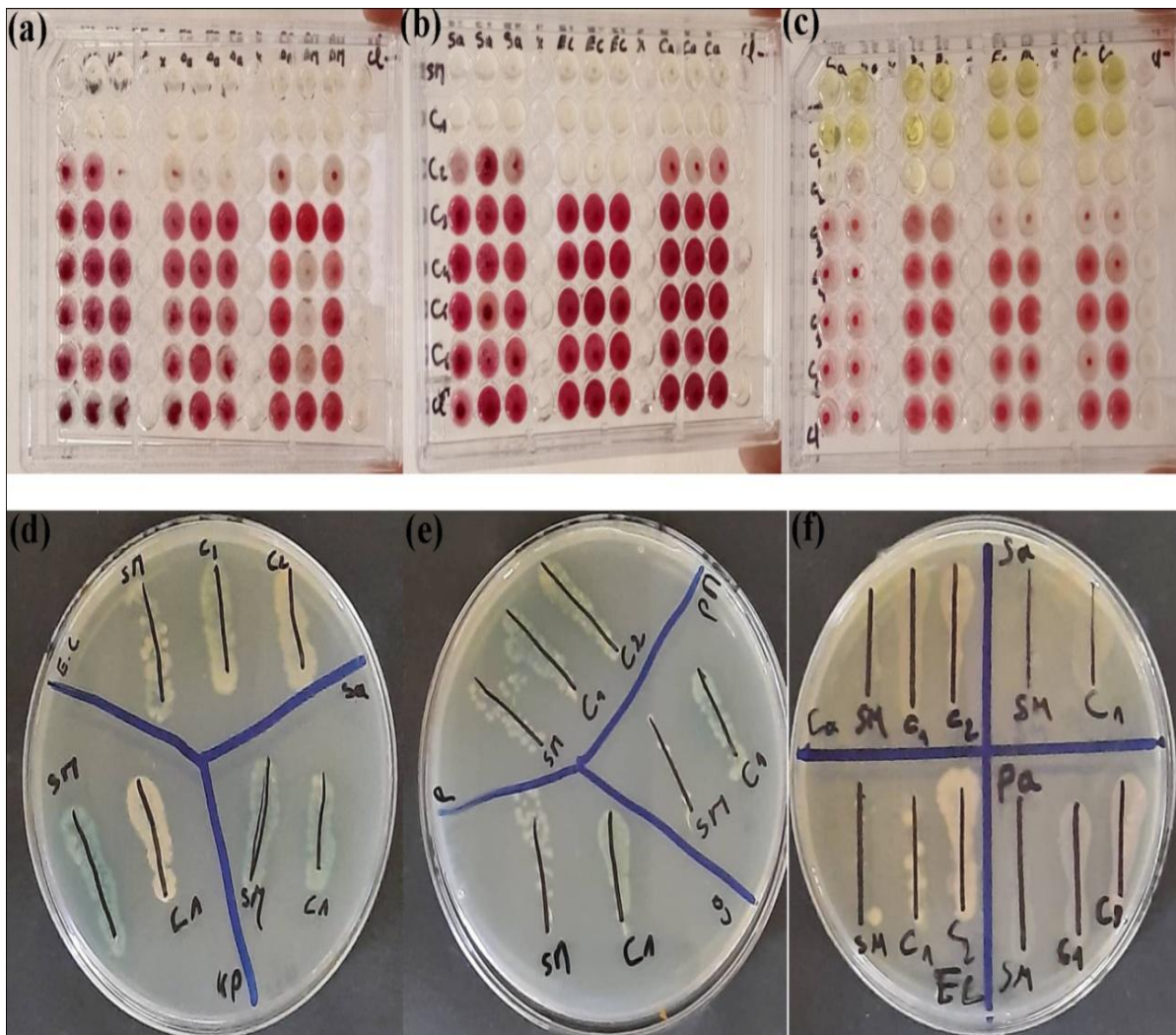


Figure 31 :Résultats des CMI et CMB de l'extrait phénolique des feuilles d'*U.dioica* sur les souches testées

(a), (b), (d), (e) : souches de référence. (c), (f) : souches cliniques. Pa : *P.aeruginosa*, Ec:*E. coli*, Sa : *S. aureus*, Ca : *C. albicans*, KP: *k. pneumoni*

Les travaux de Deliorman *et al.*(2012) a établi des CMI de l'ordre de 64µg/ml vis-à-vis de *S. pneumoniae*, et de 32 µg/ml vis-à-vis de *S. aureus* *E. coli* ATCC25922, ces résultats étaient proches de ceux obtenu dans notre étude où une CMI de 0,07mg/ml a été enregistrée pour *P. aeruginosa* ATCC27853, *P. mirabilis* ATCC35695 et *Candida* ATCC10230 et 0.15 mg/ml pour le reste des souches.

L'effet bactéricide de l'extrait phénolique d'*U. dioica* sur *S. aureus* a été mis en évidence dans des recherches par Du *et al.* (2024), Kiaei *et al.* (2010) et Modarresi-Chahardehi *et al.* (2012). L'extrait hydroalcoolique à une concentration de 100 mg/ml inhibait complètement la croissance des bactéries gram-positives isolées des infections urinaires. Des

valeurs de CMI similaires (0,39-0,78 mg/ml) pour les extraits d'ortie ont été rapportées par Sterniša *et al.* (2020), tandis que des valeurs plus élevées (6,25-50 mg/ml) ont été notées dans l'étude de Rajput *et al.* (2019). Nos résultats sont en accord avec ceux de Modarresi-Chahardehi *et al.* (2012), qui ont observé l'effet bactéricide des extraits de feuilles d'*U. dioica* sur un large éventail de micro-organismes, y compris *Acinetobacter calcoaceticus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus spizizenii*, *Bacillus subtilis*, *Citrobacterfreundii*, *Enterobacteraerogenes*, *Erwiniasp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Micrococcussp.*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Salmonella paratyphi B*, *Serratiamarcescens* et *Staphylococcus aureus*. Ces résultats soulignent encore l'activité antimicrobienne à large spectre des extraits de feuilles d'*U. dioica* et suggèrent son potentiel en tant qu'agent antimicrobien naturel.

Comparer les résultats entre les études peut être difficile en raison des variations dans les produits, les méthodes et les styles de rapport. Par exemple, Harrison *et al.* (2022) ont découvert que bien que les extraits d'*U. dioica* ne présentent pas une activité bactéricide significative, ils étaient efficaces pour inhiber l'expression des phénotypes bactériens virulents, en particulier la formation de biofilms. Les biofilms fournissent un environnement protecteur qui améliore la résistance bactérienne aux agents antimicrobiens. En inhibant la formation de biofilms, les extraits d'*U. dioica* peuvent indirectement réduire les défenses bactériennes et améliorer l'efficacité des traitements antimicrobiens. Cette approche, comme le suggèrent Belmamoun *et al.* (2022), cible les capacités protectrices du biofilm, offrant potentiellement des avantages thérapeutiques dans la prévention et la gestion des infections bactériennes. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour élucider les mécanismes spécifiques par lesquels les extraits d'*U. dioica* inhibent la formation de biofilms et pour comprendre pleinement leur potentiel thérapeutique et leurs applications.

Le principal effet bactérien observé avec l'huile essentielle d'ortie était bactéricide avec des CMB de 0,45mg/ml et 0,92mg/ml pour *E. coli* (ATCC 25922), *E. coli* (clinique) *S. aureus* (clinique), *Candida* (ATCC 10230), *Candida* (clinique), *P. aeruginosa* (clinique) et *P. mirabilis* (ATCC 35695) (Fig. 33).

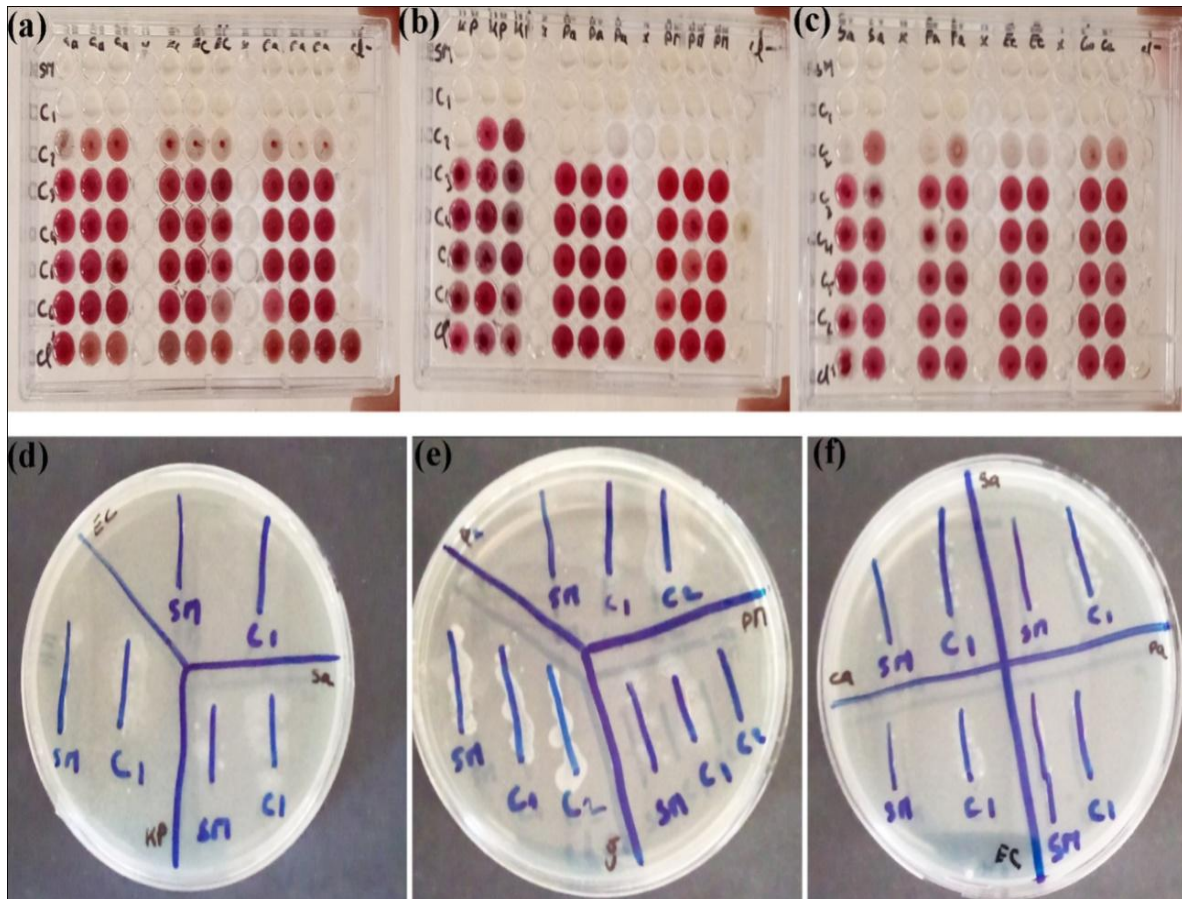


Figure 32 : Résultats des CMI et CMB de l'extrait phénolique des racines d'*U. dioica* sur les souches testées
 (a), (b), (d), (e) : souches de référence. (c), (f) : souches cliniques. Pa : *P. aeruginosa*, Ec: *E. coli*, Sa : *S. aureus*, Ca : *C. albicans*, KP: *k. pneumoni*

Les résultats de Shabani *et al.* (2023) ont montré que la CMI de l'huile essentielle d'ortie pour *E. coli* était de $25 \pm 2,1$ mg/mL et pour *L. monocytogenes* de $12,5 \pm 2,1$ mg/mL. De plus, la CMB pour *L. monocytogenes* était de $50 \pm 3,2$ mg/mL et pour *E. coli* de $50 \pm 2,2$ mg/mL. Les résultats révèlent que les valeurs de CMI pour les bactéries Gram négatives étaient plus élevées que pour les bactéries Gram+. Les bactéries Gram+, comme *L. monocytogenes*, sont sensibles aux agents antibactériens en raison de l'absence de couche de lipopolysaccharides dans leurs parois cellulaires. En revanche, les bactéries Gram-, telles qu'*E. coli*, possèdent une couche de lipopolysaccharides qui peut empêcher les molécules actives de pénétrer la membrane cytoplasmique (Shahbazi, 2017 ; Tometri *et al.*, 2020). De même, chez les bactéries Gram négatives, la surface hydrophile de la membrane externe peut les rendre résistantes aux combinaisons antibactériennes en raison de la présence de la couche de lipopolysaccharides, qui empêche la pénétration de diverses molécules d'antibiotiques et

d'enzymes décomposant les molécules entrant dans l'espace périplasmique (Shahbazi, 2017 ; Tometri *et al.*, 2020).

Des recherches antérieures ont montré que les composés phénoliques et flavonoïdes sont associés à l'activité antibactérienne. L'activité antibactérienne des huiles essentielles de plantes semble être influencée par ces composés (Homayonpour *et al.*, 2021 ; Tometri *et al.*, 2020). En outre, cette recherche confirme que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles est liée aux modifications des membranes cellulaires causées par la pénétration des composés phénoliques et à un déséquilibre électrique des membranes cellulaires, conduisant à la fuite de composés intracellulaires et, finalement, à la mort cellulaire. Par conséquent, une augmentation du niveau de composés phénoliques a conduit à une augmentation du 1,8-cinéole, ce qui a considérablement augmenté l'impact antimicrobien (Noori *et al.*, 2018 ; Pabast *et al.*, 2018 ; Shahbazi, 2017).

Dans une autre recherche similaire, Shahbazi.(2017) a analysé l'effet de quatre huiles essentielles différentes (*Mentha longifolia*, *Falcaria vulgaris*, *Tragopogon graminifolius* et *Allium rotundum*) contre six bactéries pathogènes différentes (*L. monocytogenes*, *S. typhimurium*, *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus* et *B. cereus*) et a constaté que les valeurs de CMB et de CMI pour les bactéries Gram négatives étaient plus élevées que pour les bactéries Gram positives. Nos résultats sont également confirmés par la recherche de Tometri *et al.* (2020) qui ont analysé l'effet de l'extrait de feuilles de *Laurus nobilis* contre deux bactéries différentes (*S.aureus* et *E. coli*). Hajlaoui *et al.* (2008) ont analysé l'effet de l'huile essentielle de *Mentha longifolia* comparée à l'antibiotique gentamicine contre certaines bactéries pathogènes et ont constaté que l'huile essentielle avait un impact acceptable sur la croissance bactérienne (*Listeria monocytogenes* et *S. aureus*).

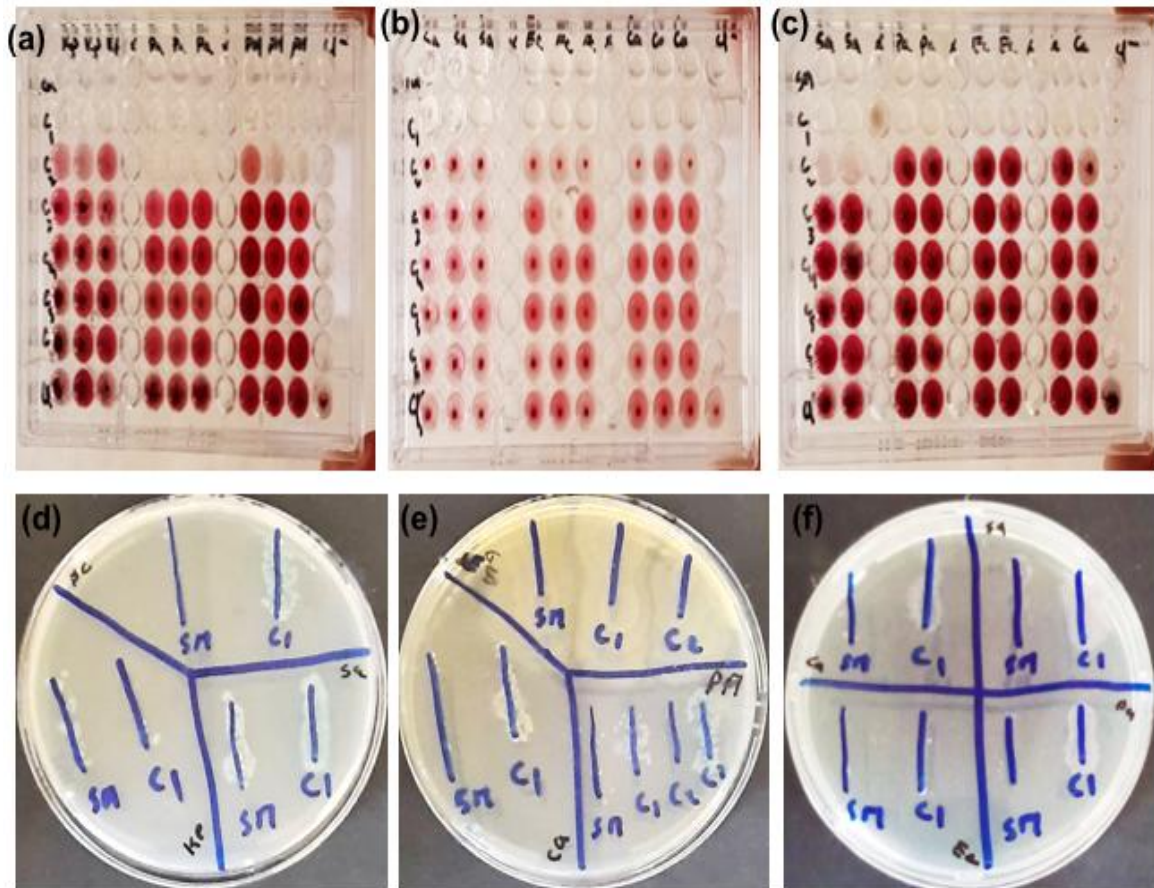


Figure 33 : Détermination de la CMI et CMB de l'huile essentielle d'*U. dioica*

(a), (b), (d), (e) : souches de référence. (c), (f) : souches cliniques Pa:*P. aeruginosa*, Ec:*E. coli*, Sa:*S. aureus*, Ca:*c. albicans*, KP:*k. pneumoni*

II.3. Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles, des racines et d'huile essentielle d'*U. dioica*

Le test DPPH est apprécié pour sa rapidité d'adaptation à divers échantillons et sa sensibilité à détecter des ingrédients actifs à de faibles concentrations. Il est largement utilisé pour évaluer les activités antiradicalaires des extraits de plantes, comme le soulignent Gulcin et Alwasel (2023). La méthode consiste en la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un atome d'hydrogène ou un électron, conduisant à la formation du DPPH-h non radical (Parcheta *et al.*, 2021).

Dans les recherches menées par Karima *et al.* (2022), l'extrait aqueux n'a montré qu'une inhibition de 5 % des radicaux DPPH, tandis que l'extrait méthanolique a atteint jusqu'à 19 % d'inhibition. En revanche, notre étude a démontré une inhibition des radicaux libres nettement

plus élevée avec les extraits éthanoliques des feuilles et des racines d'*U. dioica*, atteignant respectivement 80,54 % et 49,23 % à une concentration de 5 mg/ml (Fig.34).

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Flórez *et al.* (2022) et Güder et Korkmaz (2012) qui ont noté des taux d'inhibition de 75 % et 76,4 % pour les extraits méthanoliques et éthanoliques des feuilles d'*U. dioica*, respectivement, soulignant la puissante activité antioxydante des extraits obtenus par macération à base de solvants organiques. De même, Albayrak *et al.* (2012) ont rapporté un taux d'inhibition de 40 % pour l'extrait de feuille d'*U. dioica* à une concentration de 2 mg/ml, soulignant l'efficacité de ces extraits dans les activités de piégeage des radicaux.

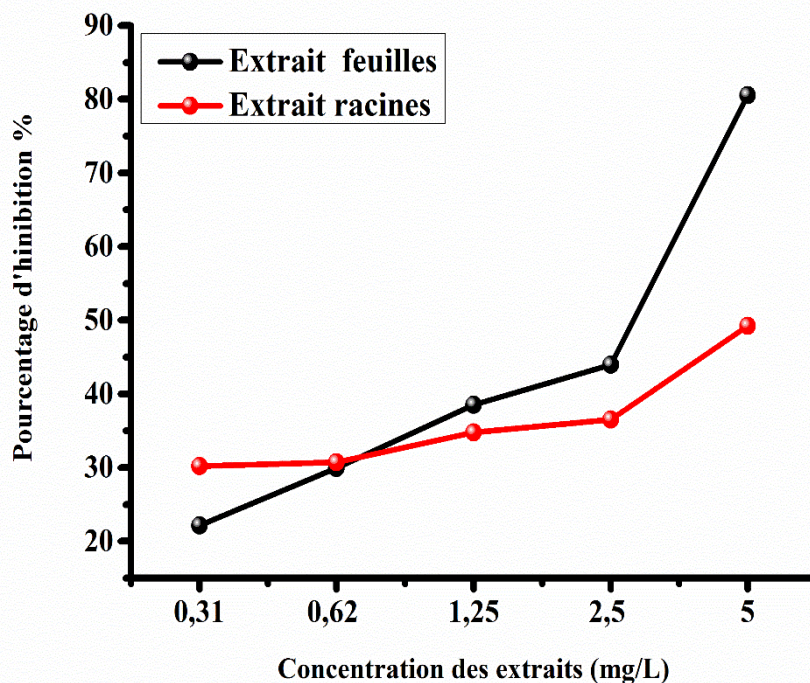


Figure 34 : Profils des pourcentages d'inhibitions des activités antioxydantes des extraits des feuilles et des racines d'*U. dioica*.

L'huile essentielle d'*Urtica dioica* possède une activité plus ou moins importante avec 64,59% à une faible concentration 0,9mg/ml (Fig 35).

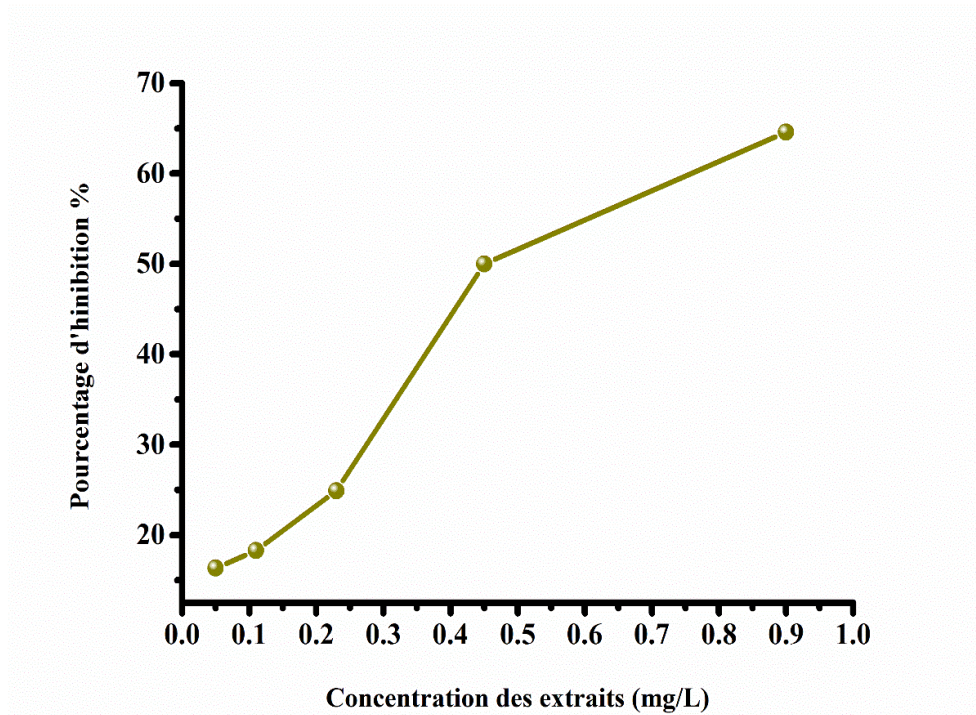


Figure 35 : Profils des pourcentages d'inhibitions des activités antioxydantes de l'huile essentielle d'*U. dioica*

II.3.1. Calcul de la concentration inhibitrice IC₅₀

La valeur IC₅₀ représente la concentration à laquelle l'activité antioxydante atteint 50 % et les radicaux 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle (DPPH) sont éliminés à 50 % (Caminiti *et al.*, 2024). Selon Lukman *et al.*(2024) et Prakash *et al.*(2007), une valeur IC₅₀ plus faible correspond à une plus grande activité antioxydante. Dans cette étude, les extraits phénoliques obtenus à partir des feuilles ont montré une valeur IC₅₀ de 2,53 mg/ml, indiquant une capacité de piégeage des radicaux DPPH supérieure par rapport aux extraits phénoliques des racines, qui avaient une valeur IC₅₀ de 5,37 mg/ml. Ces résultats sont visuellement représentés dans la Figure 36, illustrant la différence d'activité antioxydante entre les deux types d'extraits.

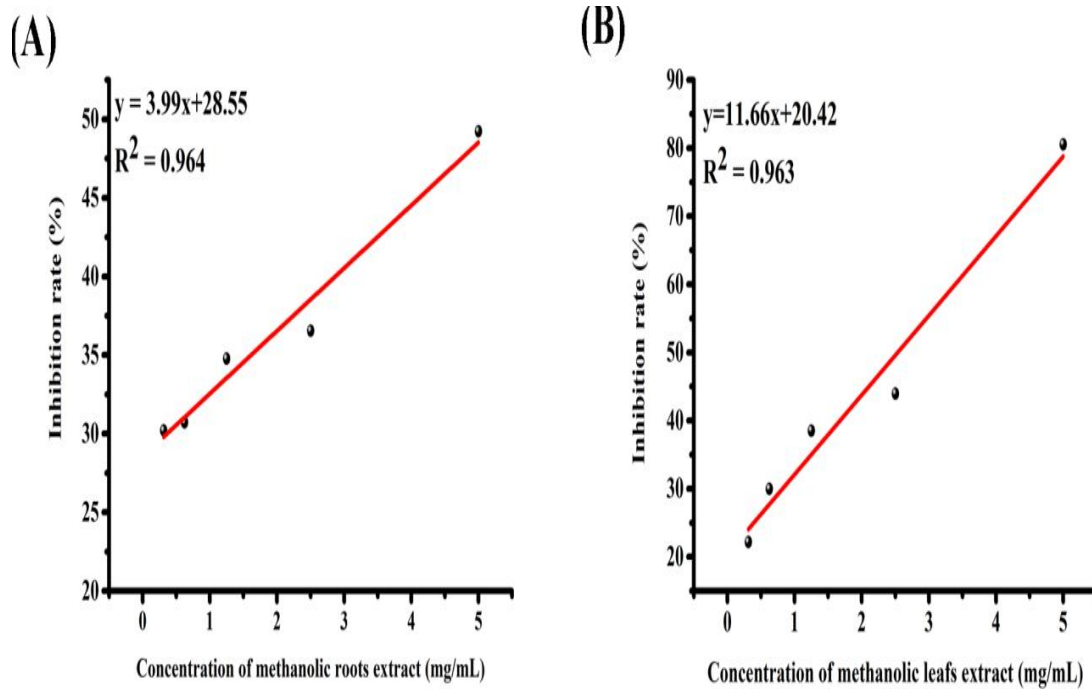


Figure 36: % d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations d'extraits des racines et des feuilles d'*U.dioica*
(A) extrait des racines (B) extrait des feuilles

Belmamoun *et al.* (2023) a rapporté que l'extrait méthanolique d'*U.dioica* démontrait une activité antioxydante puissante avec une valeur IC_{50} de 4,69 mg/ml. (Wafa *et al.*, 2022) ont trouvé que la méthode d'extraction Soxhlet utilisant de l'éthanol induisait l'activité de piégeage des radicaux la plus efficace, atteignant une IC_{50} de $0,343 \pm 0,012$ mg/ml. De même, (Rolta *et al.*, 2020) ont évalué les activités antioxydantes des extraits éthanoliques et aqueux des feuilles d'*U. dioica*, rapportant des valeurs IC_{50} de 245,65 μ g/ml et 142,94 μ g/ml, respectivement.

L'extrait éthanolique des feuilles d'*U. dioica* présente une capacité supérieure de piégeage des radicaux DPPH par rapport aux extraits de racines. Cette différence de puissance antioxydante est probablement due à la concentration plus élevée de composés phénoliques dans les feuilles. Shen *et al.*(2022) suggèrent que les plantes avec des activités antioxydantes élevées contiennent généralement des groupes phénoliques abondants, ce qui soutient les différences observées dans l'efficacité de piégeage des radicaux entre les extraits de feuilles et de racines d'*U. dioica*.

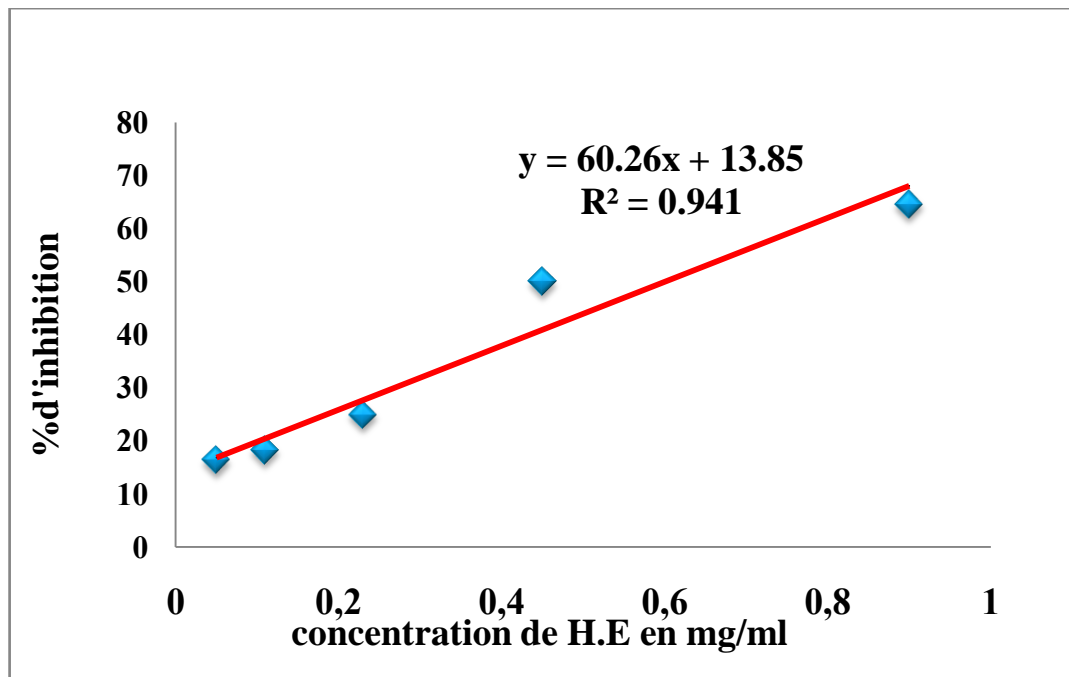


Figure 37 : Taux d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'huile essentielle d'*U. dioica*

L'huile essentielle d'*U. dioica* dans cette étude montre une activité antioxydante élevée avec une IC₅₀ de 0,59 mg/mL (Fig.37). Nos résultats sont confirmés par Chira *et al.* (2022), qui ont trouvé que l'huile essentielle d'*U. dioica* inhibait le radical libre stable DPPH avec une IC₅₀ de $0,14 \pm 0,003$ mg/mL, comparée au composé de référence (Vit. C, avec une IC₅₀ de $0,123 \pm 0,001$ mg/mL). Mitrović *et al.* (2021) ont démontré que l'activité antioxydante de l'HE d'*U. dioica* (valeur IC₅₀ de 30,95 mg/mL) était supérieure à celle de l'huile obtenue par n-hexane (valeur IC₅₀ de 33,87 mg/mL). Les résultats de Shabani *et al.* (2023) montrent que l'huile essentielle d'*U. dioica* à 1 % a piégé $33,7 \pm 12,2$ % des radicaux libres de DPPH.

II.4. Evaluation de l'activité dermatoprotectrice (photoprotectrice)

Les cancers cutanés sont devenus un problème majeur de santé publique, avec une incidence en augmentation au cours des cinquante dernières années. Le principal facteur de risque est l'exposition aux rayons ultraviolets (UV) (Fera *et al.*, 2023). Les UV, situés dans la région du spectre ultraviolet entre 290 et 320 nm de longueur d'onde, sont principalement responsables des coups de soleil, du vieillissement de la peau et du développement de cancers cutanés (Zago *et al.*, 2024). Le facteur de protection solaire (FPS) est généralement classé en quatre catégories : faible protection (FPS entre 2 et 15), protection moyenne (FPS entre 15 et

30), haute protection (FPS entre 30 et 50) et très haute protection (FPS supérieur à 50) (Schalka et Reis, 2011).

Les extraits éthanoliques d'*U. dioica* analysés montrent une protection moyenne, avec un facteur de protection solaire (FPS) de 22,58 pour les feuilles et de 11,48 pour les racines, à une concentration de 2 mg/ml. Ainsi, l'extrait éthanolique des feuilles d'*U. dioica* offre une protection solaire modérée, tandis que l'extrait éthanolique des racines présente une protection faible.

En comparaison avec d'autres résultats, un extrait aqueux renfermant 4 % de feuille de moringa permettrait d'obtenir un SPF de 2,01 (Baldisserotto *et al.*, 2018). La rue (*Ruta graveolens*) est présentée par des équipes espagnoles, portugaises et brésiliennes comme une source potentielle de filtres UV. En effet, l'extrait testé (200 µg/mL) a permis d'obtenir un SPF de 5,34± 0,13. Alors que, Oliveira *et al.*(2020) ont obtenu un SPF de 20,15 pour l'extrait de fruit entier du poivre rose à une dose d'emploi de 15 mg/mL.

Il nous a été permis également de voir que la méthode d'extraction pouvait avoir une influence remarquable sur les résultats de l'activité photoprotectrice. Ceci en consultant les travaux de Ebrahimzadeh *et al.* (2014) sur *Crataegus*, avec une concentration de 2 mg/mL, l'extrait obtenu avec un Soxhlet donne un SPF de 0,152, alors que, l'extrait obtenu avec des ultra-sons donne d'excellents résultats avec un SPF de 24,47.

II. 5. L'activité anti-inflammatoire (Activité anti-arthritique) *in vitro*

L'activité anti-inflammatoire *in vitro* de l'extrait des feuilles et des racines d'*U. dioica* a été examinée en évaluant l'inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf provoquée par un traitement thermique. Cette évaluation a été réalisée comme un essai préliminaire pour déterminer la présence de propriétés anti-inflammatoires. Les pourcentages maximaux d'inhibition de la dénaturation des protéines, obtenus grâce aux extraits des feuilles et des racines, ainsi qu'à un contrôle positif (Diclofénac sodique), sont présentés dans le tableau 09 et illustrés dans la figure 38.

Tableau 09 :Activité anti- dénaturation des protéines (l'albumine d'oeuf) des extraits des feuilles et des racines d'*U.dioica* et le Diclofénac sodique

	Feuille	Racine	Diclofenac
250 µg/ml	67,16%	88,05%	87,68%
200 µg/ml	64,92%	74,62%	69,77%
150 µg/ml	62,31%	73,88%	55,97%
100 µg/ml	48,50%	73,13%	43,65%

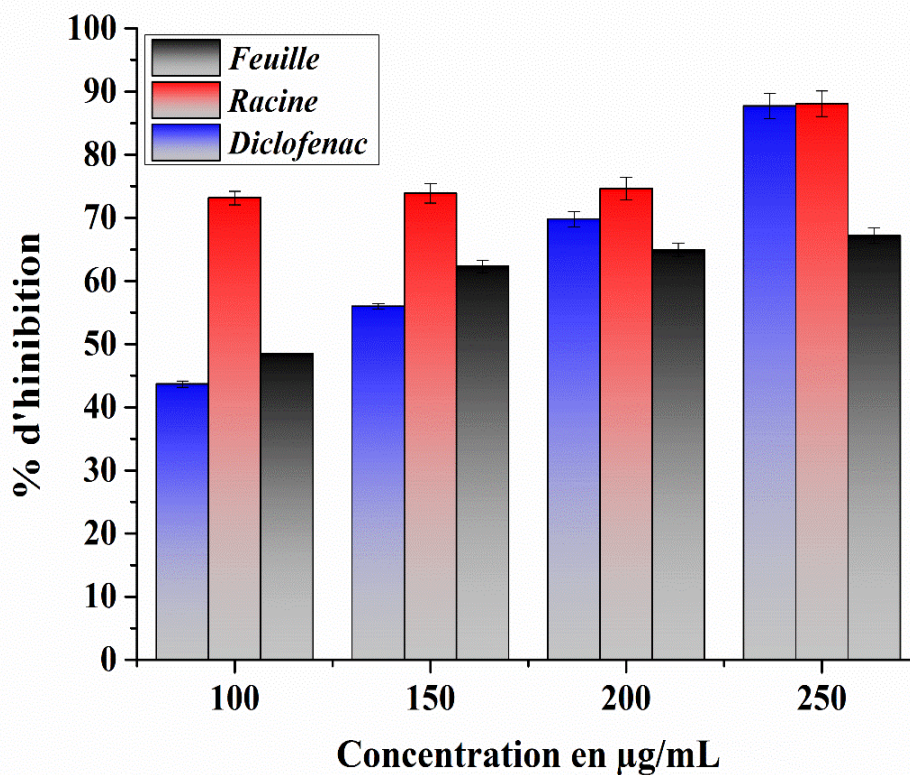


Figure 38 : Effet des extraits méthanolique des feuilles et des racines d'*U.dioica* et le diclofénac sodique sur la dénaturation des protéines (l'albumine d'oeuf).

Les résultats présentés dans le tableau indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre l'extrait des racines d'*U. dioica* et le Diclofénac à une concentration de 250 µg/ml, avec des taux d'inhibition respectifs de 88,05 % pour les racines et 87,68 % pour le diclofénac. En revanche, une différence modérément significative est observée par rapport à l'extrait des feuilles, qui présente un taux d'inhibition de 67,16 %. On peut donc conclure que les deux extraits sont capables d'inhiber la dénaturation des protéines, leurs effets étant

comparables à ceux du médicament standard. Cette variation est attribuée à leur efficacité en tant qu'anti-inflammatoires.

Ces effets pourraient être liés à la présence de composés actifs dans les extraits, notamment les polyphénols et les flavonoïdes, qui contribuent à la préservation de la structure tridimensionnelle des protéines en régulant la production des auto-antigènes (Kaddour *et al.*, 2020).

L'IC₅₀, ou concentration inhibitrice médiane, est une mesure utilisée pour évaluer l'efficacité d'une substance dans l'inhibition de l'activité anti-inflammatoire. Elle représente la concentration d'un composé nécessaire pour réduire l'activité d'une cible biologique (par exemple, la dénaturation des protéines) de 50%. Dans le contexte de l'activité anti-inflammatoire, un IC₅₀ plus faible indique qu'une plus petite quantité de l'agent testé est nécessaire pour obtenir un effet inhibiteur significatif, ce qui suggère une plus grande efficacité de ce composé. Les études *in vitro*, comme celles utilisant des modèles de dénaturation des protéines, permettent de déterminer cette valeur et de comparer l'efficacité de différents agents anti-inflammatoires. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 39.

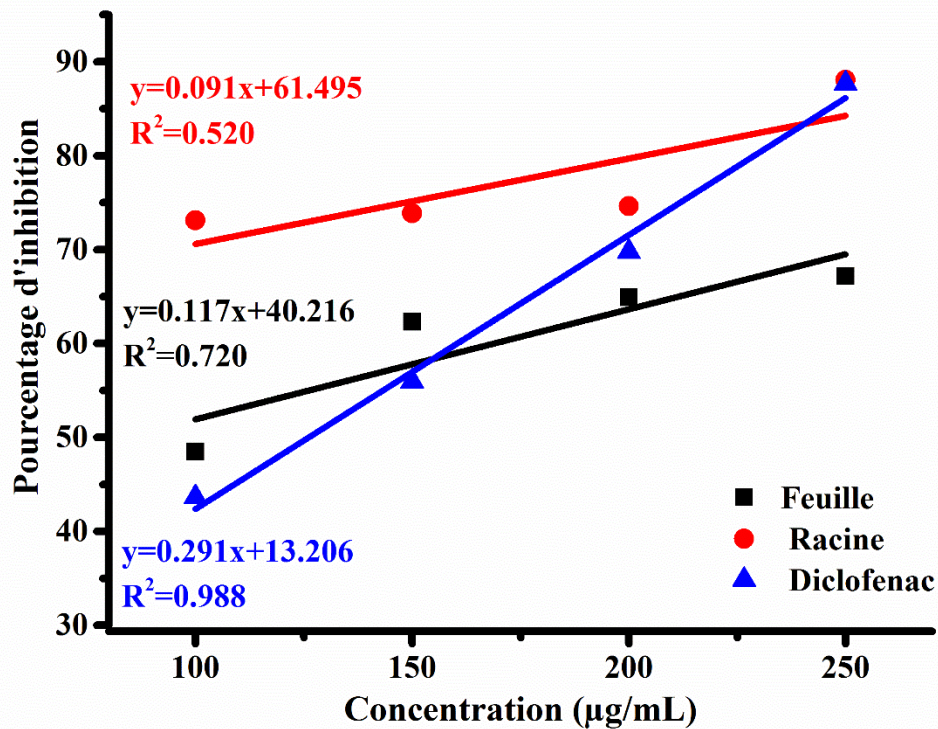


Figure 39 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines (l'albumine d'oeuf) par l'extrait méthanolique des feuilles et des racines d'*U. dioica* et le diclofénac sodique

Les extrait méthanolique d'*U. dioica* a montré un effet inhibiteur de dénaturation de protéine avec une IC50 de 83,62 µg/ml et 93,46 µg/ml pour les feuilles et les racines respectivement. Alors que le contrôle positif représenté par le médicament de Diclofénac standard a montré une IC50 égale à 126,43 µg/ml.

L'effet anti-LOX des produits hydroalcooliques extraits de *Viscum album*, *Berberis vulgaris* et *Ammi visnaga* comme reporté par Bouyahya *et al.* (2022) ont démontré les plus puissantes activités inhibitrice de LOX, avec des valeurs IC50 de $0,236 \pm 0,030$, $0,266 \pm 0,030$ et $0,262 \pm 0,030$ mg/mL, respectivement. Aazza *et al.* (2014) ont rapporté que les huiles essentielles extraites de *Foeniculum vulgare* présentaient l'effet inhibiteur le plus puissant à la concentration la plus faible (IC50 = $0,04 \pm 0,01$ mg/mL). Les huiles essentielles de *E. globulus* (IC50 = $0,16 \pm 0,07$ mg/mL), *Cupressus sempervirens* (IC50 = $0,17 \pm 0,07$ mg/mL) et *Thymus vulgaris* (IC50 = $0,19 \pm 0,00$ mg/mL) ont montré des activités anti-LOX inattendues.

Cette propriété anti-inflammatoire est attribuée aux composés bioactifs présents dans *U. dioica*, illustrés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Effet anti-inflammatoire des composés phénoliques ayant des propriétés anti-inflammatoires.

Molécules	Résultats	Références
Acide gallique	significativement réduit les niveaux sériques d'IL-6, TNF- α et TGF- β . et la phosphorylation de NF- κ B.	Wei <i>et al.</i> (2019)
	A supprimé l'inflammation vasculaire dans les artères avec stents.	Lim <i>et al.</i> (2018)
	A supprimé les niveaux de monoxyde d'azote (NO), de PGE2 et la production d'IL-6 dans les cellules RAW 264.7 induites par LPS.	Bensaad <i>et al.</i> (2017)
	A réduit les marquages de PGE2 et du peptide lié au gène de la calcitonine (CGRP) dans les tubules des testicules	Saygin <i>et al.</i> (2016)
P-coumarique	A inhibé de manière significative l'expression de l'ARNm de la cyclooxygénase (COX)-2, de la synthétase de l'oxyde nitrique inducible (iNOS), du TNF- α et de l'IL-1 β dans les macrophages RAW 264.7 stimulés par LPS.	Zhao <i>et al.</i> (2016)
	A supprimé l'expression des protéines COX-2 et iNOS.	
	A supprimé la voie NF- κ B induite par LPS.	
	A supprimé la voie des protéines kinases activées par les mitogènes (MAPK) induite par LPS.	
	réduit les cytokines inflammatoires (COX-2 et TNF- α).	
Acide vanillique	A réduit les niveaux de lymphopoïétine stromale thymique (TSLP) et des cytokines pro-inflammatoires dans les cellules HMC-1.	Jeong <i>et al.</i> (2018)
	A inhibé les activités de la caspase-1 et de NF- κ B (p65).	
	A supprimé la phosphorylation des MAPK dans les cellules HMC-1 traitées par PMACI.	
	A inhibé la réponse de torsion induite par l'acide acétique et la phényl-benzoquinone (PBQ). 136	

les effets hémolytiques des extraits de feuilles et de racines de la grande ortie, qui est traditionnellement employée, afin d'évaluer leur toxicité sur les globules rouges humains *in vitro* en les comparant avec le médicament anti-inflammatoire non stéroïdien, le diclofénac, qui est largement utilisé.

Le tableau 11, illustre les résultats du test d'activité hémolytique quantitatif des extraits méthanoliques d'*U. dioica* sur les globules rouges d'un jeune homme de 20 ans, qui n'avait pas pris d'anti-inflammatoires pendant un mois. Les extraits n'ont montré aucun effet hémolytique par rapport au contrôle négatif, qui était l'eau distillée, responsable d'une hémolyse complète, ainsi qu'au diclofénac, utilisé comme contrôle positif.

Tableau 11 : Taux d'activité anti-hémolytique causée par chaque extrait et le diclofenac

	Feuilles	Racine	Diclofenac
250 µg/ml	21,91 ± 0,003	7,38 ± 0,003	81,11± 0,003
200µg/ml	17,97± 0,008	5,56± 0,003	67,19 ± 0,007
150µg/ml	17,55± 0,002	5,08± 0,003	62,22 ± 0,002
100µg/ml	14,40± 0,002	2,42± 0,004	37,65± 0,017

La figure 40 indique que les feuilles d'*U. dioica* présentent une activité hémolytique supérieure à celle des racines (%H = 21,91% ±0,003 contre 7,38% ±0,003). Toutefois, à une concentration de 250 µg/mL, le taux d'hémolyse reste inférieur à 50%, et cette différence n'est pas significative ($p > 0,05$). Cela souligne le faible niveau de toxicité de cette plante, ce qui garantit son innocuité en médecine traditionnelle. Ainsi, il n'y a pas de différence significative entre les extraits de feuilles et de racines d'*U. dioica* en ce qui concerne leur pouvoir hémolytique, qui demeure en dessous de 50%.

Selon *Mannila et al. (2022)*, les extraits éthanoliques d'*U. dioica* ont révélé une cytotoxicité supérieure à celle des extraits aqueux à une concentration de (1000 µg/mL).

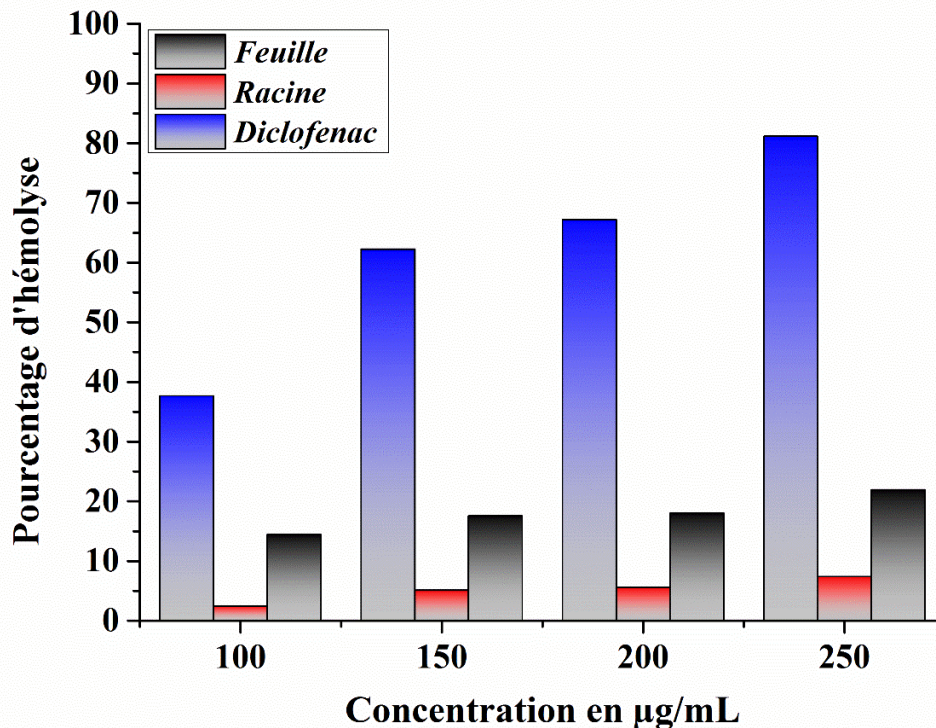


Figure 40 : Taux d'activité anti-hémolytique induite par chaque extrait d'*U. dioica* ainsi que Diclofénac

III. Caractérisation phytochimique par Chromatographie liquide à haute performance (LC-MS/MS)

III.1. LC-MS/MS des racines d'*Urtica dioica*

Les composés identifiés dans l'extrait de racine d'*U. dioica* comprennent l'acide gallique, le catéchol et le phloroglucinol, détectés en quantités modérées et connus pour leurs activités antioxydantes robustes. L'acide 4-hydroxybenzoïque a été trouvé en quantités significatives et est reconnu pour ses propriétés antimicrobiennes. L'acide homovanillique et le 4-acétocatéchol, bien que présents en quantités moindres, contribuent au profil antioxydant de la plante. Le pyrogallol et le résorcinol ont également été identifiés, suggérant des activités antimicrobiennes et antioxydantes potentielles. L'acide syringique, l'acide p-coumarique, l'acide caféique, l'acide férulique et l'acide chlorogénique sont remarquables pour leur association avec divers bienfaits pour la santé, notamment des effets anti-inflammatoires et neuroprotecteurs et rentre dans la défense des plantes. En outre, le 4-méthylcatéchol, l'acide

sinapique et le syringol ont été détectés en quantités variables, contribuant à la capacité antioxydante globale de l'extrait de racine, comme indiqué dans le tableau 12 et la figure 41.

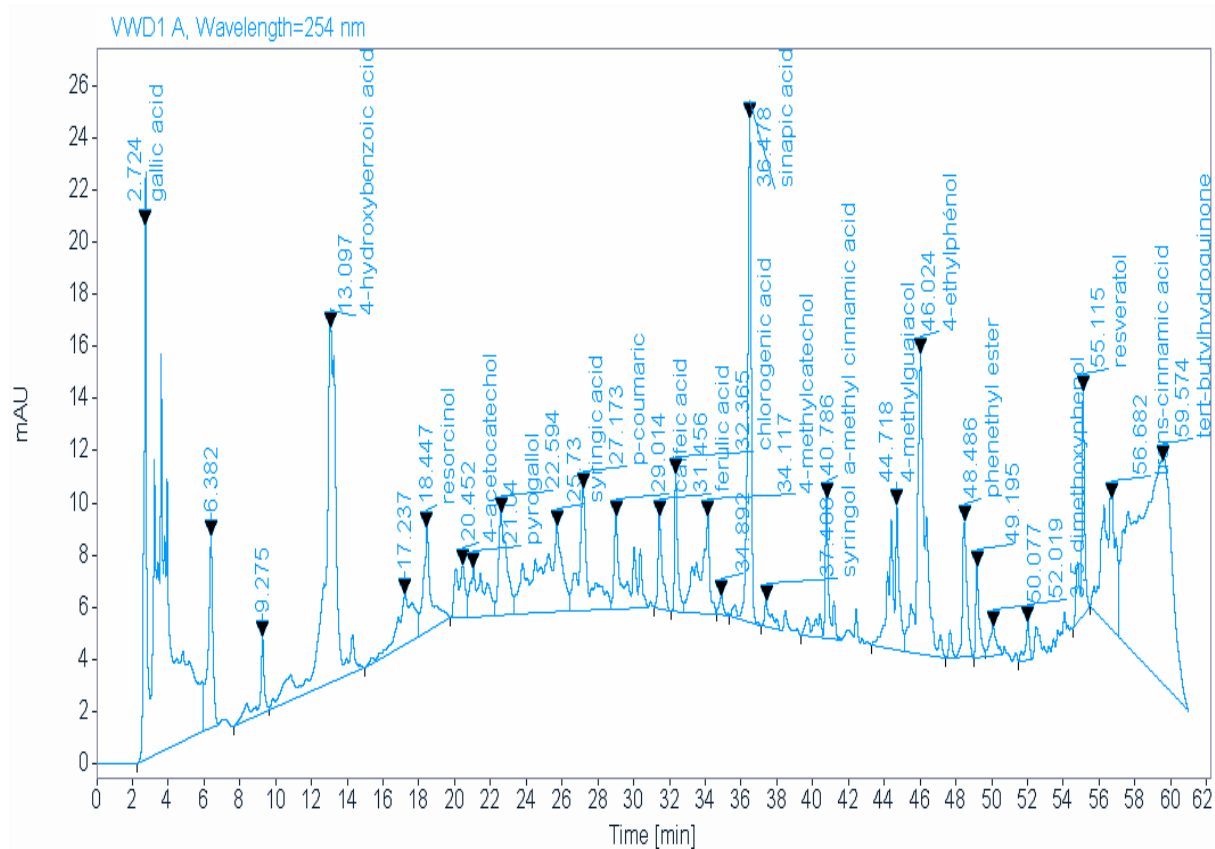


Figure 41 : Analyse de la composition phénolique des racines d'*U. dioica* par LC-MS/MS

III.2. LC-MS/MS des feuilles d'*Urtica dioica*

Des composés similaires ont été trouvés dans l'extrait de feuille, bien qu'à des concentrations différentes de celles de l'extrait de racine. Notamment, l'extrait de feuille présente une gamme plus large de composés polyphénoliques, ce qui suggère un potentiel antioxydant plus élevé. Des composés uniques tels que l'acide trans-cinnamique et le resvératrol, connus pour leurs effets anti-inflammatoires et cardio-protecteurs, ont également été identifiés dans les feuilles. L'ester phényléthylique et le 3,5-diméthoxyphénol, exclusifs à l'extrait de feuille, indiquent des rôles spécifiques dans les mécanismes de défense de la plante et des contributions potentielles aux propriétés médicinales de la plante, comme le montrent le tableau 12 et la figure 42.

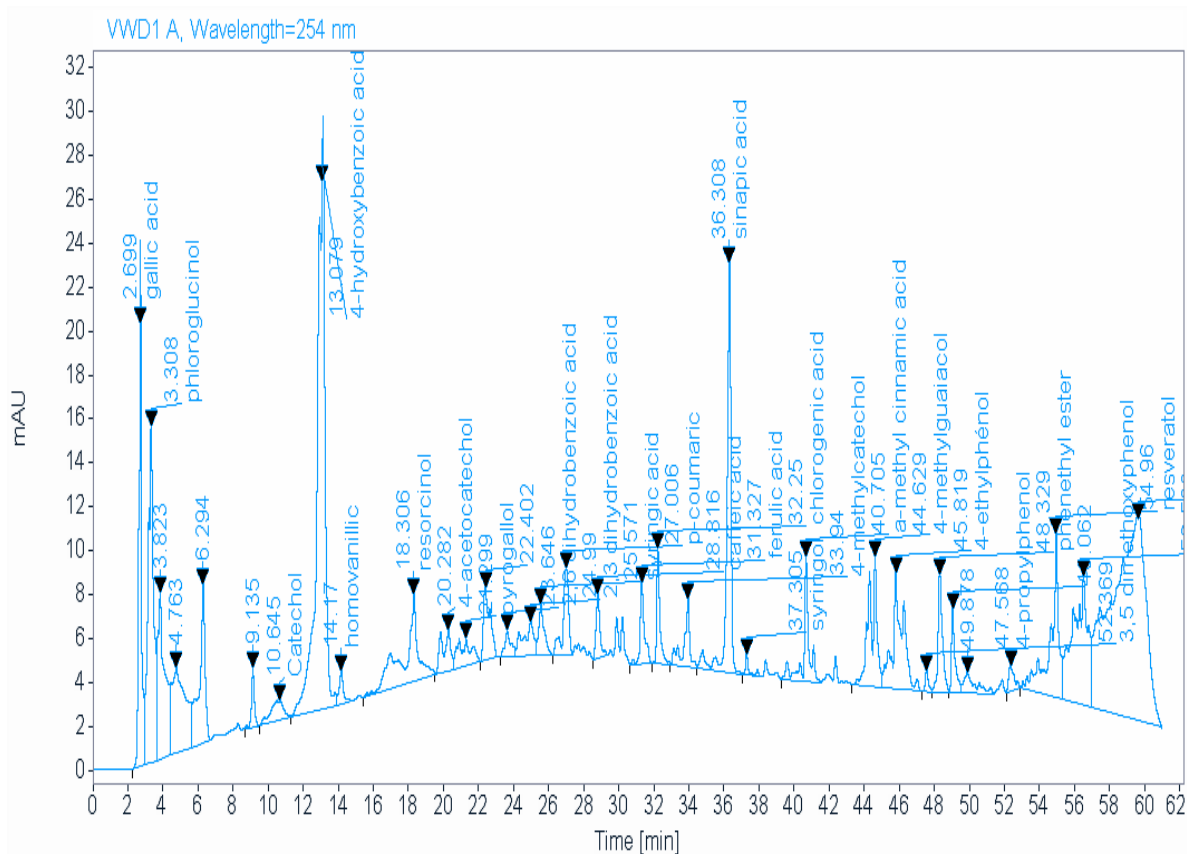


Figure 42 : Analyse de la composition phénolique des feuilles d'*U. dioica* par LC-MS/MS

Les recherches menées par Uğur et Güzel (2023) ainsi que par Orčić *et al.* (2014) mettent en avant le riche contenu en polyphénols de l'*U. dioica*, en soulignant notamment des composés tels que l'acide gallique et le catéchol, ce qui corrobore avec nos résultats. Ces études mettent également en lumière la capacité antioxydante de la plante et ses effets d'inhibition enzymatique, aspects que nos données confirment sans toutefois les explorer de manière quantitative. La constance des composés identifiés dans ces travaux souligne le profil antioxydant reconnu de l'*U. dioica*, soulignant ainsi son potentiel thérapeutique. De leur côté, Koraqi *et al.* (2023) se sont concentrés sur des méthodes d'extraction optimisées, produisant potentiellement des concentrations plus élevées de composés spécifiques par rapport à notre extraction méthanolique standard. Malgré ces différences méthodologiques, la présence de polyphénols clés comme l'acide caféique et l'acide chlorogénique confirme leur rôle en tant que marqueurs robustes du profil phytochimique d'*U. dioica*, indépendamment de la méthode d'extraction utilisée.

L'étude de Brahmi-Chendouh *et al.* (2021) a fourni une liste exhaustive des polyphénols en utilisant des techniques HR-MS/MS, incluant certains composés qui n'ont pas été

quantifiés dans notre analyse. Leur détection de resvératrol et d'acide trans-cinnamique, également présents dans nos extraits de feuilles, souligne les différences de composition entre les différentes parties de la plante et met en lumière le paysage polyphénolique complet de l'*U. dioica*.

Les études de García *et al.* (2021), Jeszka-Skowron *et al.* (2022), et Repajić *et al.* (2021) ont rapporté des résultats qui confirment nos concentrations mesurées de polyphénols tels que l'acide gallique et l'acide caféique, attestant de l'importance de nos résultats. Elles soulignent également l'influence des méthodes d'extraction, des parties de la plante et des conditions environnementales sur les profils phytochimiques. Ces variations mettent en évidence la nécessité de méthodologies standardisées pour permettre des comparaisons fiables. De plus, la détection de composés spécifiques tels que le resvératrol et l'acide trans-cinnamique dans les extraits de feuilles suggère une exploration approfondie de leurs activités biologiques distinctes et de leurs applications thérapeutiques. La concordance de nos résultats avec les recherches existantes confirme la riche composition polyphénolique de l'*U. dioica*, soulignant son potentiel en tant qu'antioxydant, antimicrobien et inhibiteur d'enzymes.

Yıldız *et al.* (2008) ont démontré la présence d'acide chlorogénique dans les extraits de feuilles hydrolysés et non hydrolysés, un résultat confirmé par notre étude. Otles et Yalcin (2012) ont révélé que les composés phénoliques prédominants dans les feuilles d'ortie des régions méditerranéennes de Turquie étaient la rutine, l'acide chlorogénique et l'acide caféique. Nencu *et al.* (2015) ont détecté les acides caféique et chlorogénique, le β -sitostérol et le stigmastérol dans les extraits d'*U. urens* et d'*U. dioica*. Les analyses de Nencu *et al.* (2012) ont montré que les extraits de méthanol des feuilles d'*U. dioica* contenaient de grandes quantités d'acide férulique, d'acide caféique, d'acide ellagique et de pyrogallol. Les échantillons d'*U. dioica* recueillis en mars présentaient les concentrations les plus élevées en acides polyphénolcarboxyliques et en flavonoïdes. Enfin, Orčić *et al.* (2014) ont identifié divers polyphénols dans les extraits d'*U. dioica*, dont l'acide p-hydroxybenzoïque, l'acidegentisique et l'acide quinique.

Les polyphénols inclus dans l'extrait par HPLC comprennent l'isorhamnétine, le kaempférol, les plastocyanines, la quercitrine, les glycoprotéines, la rutine, l'amentofavone, le 3-O-glucoside et la quercétine 3-O-glucoside (Behiry *et al.*, 2022).

Tableau 12 : Concentrations des composés phénoliques détectés dans les extraits de feuilles et de racines d'*U. dioica* en ppm

Nom de composés	Racine	Feuille
Acide Gallique	105,44	105.44
Phloroglucinol	14,23	14.23
Catechol	1 ,19	1,19
acide 4-hydroxybenzoic	48,01	48.01
Homovanillic	0,53	0.53
Resorcinol	2,79	2,79
4-acetocatechol	0,84	0,84
Pyrogallol	1,05	1,05
acide2,6 dihydrobenzoic	1,79	1,79
acide2,3 dihydrobenzoic	5,60	5,60
AcideSyringic	1,66	1,66
p-coumaric	7,16	7,16
AcideCaffeic	1,31	1,31
AcideFerulic	30,13	30,13
AcideChlorogenic	0,67	0,67
4-methylcatechol	0,77	0,77
AcideSinapic	1,56	1,56
Syringol	0,77	0,77
acidea-methylcinnamic	16,15	16,15
4-methylguaiacol	77,11	77,11
4-ethylphénol	17,61	17,61
4-propylphenol	0,33	0,33
phenethyl ester	ND	9,07
3,5 dimethorypnenot	ND	0,15
Resveratol	ND	0,76
Acidetrans-cinnamic	ND	1,79
Tert-butylhydroqrinon	ND	70,62

ND. Non determiner

Parmi les nombreux composés polyphénoliques détectés dans l'extrait par HPLC, l'acide coumarique, l'acide caféïque et l'acide férulique ont démontré une puissante activité fongicide *in vitro* contre *Alternaria alternata*, que ce soit appliqués seuls ou en combinaison à de faibles

concentrations (Behiry *et al.*, 2022). Boualem *et al.* (2017) ont mis en évidence l'activité insecticide de *Ricinus communis* L. et *Menthapiperita* L., attribuée à la présence de composés phénoliques actifs tels que l'acide gallique, l'acide syringique, l'acide chlorogénique et l'acide p-coumarique.


Selon les données chromatographiques, l'acide caféique, l'acide chlorogénique, le β -sitostérol, le stigmastérol, la rutine et l'ergostérol ont été trouvés dans *U. dioica* (Nencu *et al.*, 2015). Les extraits méthanoliques d'*U. dioica* ont montré un effet synergique lorsqu'ils étaient mélangés avec des antibiotiques, augmentant leur effet inhibiteur contre les bactéries et les champignons. De plus, la HPLC a révélé des quantités significatives de composés phénoliques, de tanins, de flavonoïdes, de glucides, de glycosides et de saponines dans les extraits méthanoliques d'*U. dioica* (Rolta *et al.*, 2020).

Les extraits méthanoliques de feuilles d'*U. dioica* et de *D. viscosa* ont montré des impacts extrêmement substantiels sur la croissance de l'isolat d'*A. alternata*, comparés au fongicide Ridomil utilisé comme témoin chimique positif, à des concentrations de 100 à 2000 $\mu\text{g/mL}$. Selon l'analyse HPLC des composés phénoliques, les pourcentages obtenus ont révélé la présence d'acide coumarique, d'acide caféique, d'acide férulique et d' α -tocophérol, qui ont été choisis pour évaluer leur activité antifongique contre *A. alternata* (Behiry *et al.*, 2022).

L'acide férulique a démontré une activité continue contre *M. fructicola* et *A. alternata*, et s'est révélé plus efficace que l'acide p-coumarique pour contrôler *B. cinerea* (Hernandez *et al.*, 2021). Les composés phénoliques tels que les acides caféique, 2,3,4-trihydroxybenzoïque, p-coumarique et protocatéchique ont montré les effets antifongiques les plus élevés, inhibant presque totalement *A. alternata* sur les cerises douces à maturation précoce et tardive (Wang *et al.*, 2017). Quatre composés phénoliques, à savoir l'acide salicylique, le catéchol, l'acide trans-cinnamique et l'acide p-coumarique ont empêché l'expansion d'*A. solani* plus efficacement que d'autres (Zafar, 2018). L'acide p-coumarique a également complètement inhibé la croissance de *Fusarium*. De plus, les acides vanillique et caféique (0,2 mg/mL) ont supprimé le développement et la formation d'aflatoxines par *A. flavus* et *A. parasiticus* (Aziz *et al.*, 1998).

Les travaux de Bouyahya *et al.* (2022) ont mis en exergue que dans la plante médicinale *U. dioica*, les acides phénoliques identifiés ayant des propriétés anti-inflammatoires et analgésiques, étaient l'acide gallique, l'acide vanillique, l'acide syringique, l'acide p-

coumarique, l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide synapique et l'acide p-hydroxybenzoïque.



Conclusion
Et
Perspectives

Conclusion

Dans le cadre de la valorisation des substances naturelles d'origine végétale et de la recherche de composés biologiquement actifs, l'ortie dioïque (*Urtica dioica*) est une espèce algérienne reconnue pour ses nombreuses applications, notamment pour ses propriétés thérapeutiques. La problématique de cette thèse s'inscrit dans l'étude de la composition phytochimique d'*Urtica dioica* récoltée dans la région nord-ouest de l'Algérie, plus précisément à Mostaganem. L'objectif est de déterminer la teneur en composés phénoliques, incluant les polyphénols et les flavonoïdes totaux, ainsi que d'évaluer ses vertus biologiques. Cette étude se concentrera sur l'analyse des feuilles, des racines et de l'huile essentielle de cette plante.

Le premier volet de cette recherche concerne l'extraction des différents composés phénoliques ainsi que de l'huile essentielle. Grâce à un dosage colorimétrique des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux, nous avons pu établir que les feuilles d'*U. dioica* sont les plus riches en composés phénoliques.

Le second volet porte sur la mise en évidence des activités biologiques *in vitro*. Nous avons effectué des tests pour évaluer l'activité insecticide, antioxydante, antibactérienne, photoprotectrice (FPS) et cytotoxique.

L'une des premières propriétés examinées *in vitro* est l'activité insecticide de l'extrait phénolique des feuilles et des racines d'*U. dioica*. Les résultats montrent une efficacité insecticide contre les larves de *Tuta absoluta* et les adultes du puceron *Hyalopterus pruni*, avec une DL50 de 2,75 % et 1,80 % respectivement pour les feuilles, tandis que pour les racines, les valeurs étaient de 2,48 % et 1,93 % respectivement.

Nous avons également mis en évidence l'activité antimicrobienne des extraits phénoliques des feuilles et des racines, ainsi que de l'huile essentielle d'*U. dioica*, contre neuf souches bactériennes et une levure. Les extraits phénoliques ont montré un effet bactériostatique avec des concentrations comprises entre 0,07 mg/ml et 0,15 mg/ml, et un effet bactéricide avec une concentration minimale des bactéries (CMB) de 0,03 mg/ml.

En ce qui concerne l'huile essentielle, elle a principalement démontré un effet bactéricide sur la plupart des souches, avec une CMB de 0,92 mg/ml. Cependant, pour *Escherichia coli* (clinique), la CMB était de 0,46 mg/ml. L'huile essentielle a également montré un effet bactériostatique sur *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) et

Klebsiellapneumoniae (ATCC 70603) avec des concentrations de 0,46 mg/ml, ainsi que sur *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) avec une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 0,23 mg/ml.

Le potentiel antioxydant *in vitro* des extraits des feuilles et des racines, ainsi que de l'huile essentielle a été évalué à l'aide du test de DPPH. Les extraits ont démontré une capacité significative à piéger les radicaux libres du DPPH, avec des taux de 80,54 % et 49,23 % respectivement à une concentration de 5 mg/ml. Quant à l'huile essentielle, elle a montré une efficacité de 64,59 % à une faible concentration de 0,9 mg/ml. Ceci pourrait être justifié par la présence d'un contenu relativement important en composés phénoliques et en flavonoïdes.

L'activité photoprotectrice d'extraits de plante a été utilisée pour évaluer les effets dermato-protecteurs et a été mesurée *in vitro* en déterminant le facteur de protection solaire (FPS). L'activité la plus importante est enregistré pour l'extrait des feuilles avec un SPF égale à 22,58 contre un SPF de 11,48 pour les racines.

Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines montre qu'il n'existe pas de différence significative entre l'extrait des racines d'*U.dioica* et le Diclofénac à une concentration de 250 µg/ml, avec des taux d'inhibition respectifs de 88,05 % pour l'extrait des racines et 87,68 % pour le Diclofénac. En revanche, le taux d'inhibition pour les racines est légèrement inférieur, atteignant 67,16 %. Ainsi, *U. dioica* présente des effets anti-inflammatoires.

Des concentrations non toxiques et sûres de l'extrait des feuilles et des racines ont été établies. Ces concentrations ont été déterminées grâce à une évaluation quantitative de la cytotoxicité sur les globules rouges humains.

L'analyse par LC-MS/MS des composés phénoliques présents dans les feuilles et les racines a révélé une composition à la fois qualitative et quantitative très variable. Nous avons observé que l'acide galique est le composé majeur, avec un taux de 105,44 ppm, suivi de l'acide caféique, qui affiche un taux de 1,31 ppm. L'acide caféique est connu pour contribuer à l'activité antioxydante. De plus, l'acide 4-hydroxybenzoïque a été détecté en quantités significatives et est reconnu pour ses propriétés antimicrobiennes. Enfin, le 4-méthylguaïacol, présent dans les feuilles et les racines à une concentration de 77,11 ppm, est responsable de l'activité protectrice contre les rayonnements solaires.

Cette étude a révélé que l'ortie dioïque est une source riche en polyphénols, mettant en valeur ses propriétés pharmacologiques. Ces composés en font un antioxydant puissant, efficace contre de nombreuses maladies. De plus, l'ortie pourrait offrir une solution naturelle pour traiter les maladies lithiasiques, tout en contribuant à résoudre les problèmes de résistance microbienne aux antibiotiques synthétiques et de maladies nosocomiales. Cette recherche met également en lumière le potentiel de l'ortie en tant que bioinsecticide sûr pour la santé humaine et respectueux de l'environnement. En somme, cette étude scientifique confirme la valeur de cette plante, justifiant ainsi son utilisation en médecine traditionnelle et en agriculture.

À la lumière des résultats obtenus dans ce travail, plusieurs perspectives s'ouvrent :

- Isoler, identifier et caractériser les molécules actives de cette plante pour tester leur efficacité en combinaison synergique ;
- Effectuer des tests *in vivo* sur des modèles animaux ;
- Évaluer leur effet toxicologique afin de mieux comprendre leur profil de sécurité ;
- Explorer le potentiel de l'ortie dioïque dans la formulation de produits cosmétiques naturels, au-delà des crèmes solaires, tels que des soins anti-âge et hydratants ;
- Étudier l'effet de l'ortie dioïque sur des cellules cancéreuses pour évaluer son potentiel en tant qu'agent anticancéreux naturel ;
- Investiguer la possibilité d'utiliser l'ortie dioïque dans la lutte contre les ravageurs agricoles en tant que bioinsecticide ;
- Développer des compléments alimentaires à base d'ortie dioïque pour la gestion de troubles métaboliques, tels que le diabète ou l'hypercholestérolémie ;
- Analyser l'impact de l'ortie dioïque sur le microbiome intestinal pour explorer son rôle potentiel dans la santé digestive et immunitaire.



Etudes statistique

Etudes statistique

1. Etude statistique de l'activité antimicrobienne

1.1. Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	1	8,970	8,970	2,07	0,287
Erreur	2	8,675	4,337		
Total	3	17,645			

1.2. Comparaison deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement
C3	2	3,29	A
C4	2	0,295	A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

2. Etude statistique de l'activité insecticide

2.1. Effet de l'extrait des racines sur les L4 de *Tuta absoluta*

2.1.1. Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	5	25538	5107,7	6,65	0,000
Erreur	42	32238	767,6		
Total	47	57777			

2.1.2. Comparaison deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement
dose 30%	8	95,83	A
dose 10%	8	93,05	A
dose 25%	8	86,11	A B
dose 20%	8	73,6	A B C
témoin+	8	50,0	B C
témoin -	8	33,3	C

2.2. Effet de l'extrait des racines sur les L1 de *Tuta absoluta*

2.2.1 Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	5	28489	5697,8	7,94	0,000
Erreur	42	30153	717,9		
Total	47	58642			

2.2.2. Comparaison deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement
dose 30%	8	98,61 A	
dose 25%	8	95,83 A	
dose 20%	8	87,50 A B	
dose 10%	8	84,72 A B	
témoin+%	8	48,6 B	C
temoin -	8	34,7	C

2.3. Effet de l'extrait des feuilles sur les L4 de *Tuta absoluta*

2.3.1. Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	5	15340	3067,9	3,21	0,015
Erreur	42	40122	955,3		
Total	47	55461			

2.3.2. Comparaison deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement
dose 20%	8	87,50 A	
dose 40%	8	81,94 A B	
dose 10%	8	79,16 A B	
dose 30%	8	72,22 A B	
témoin+	8	47,2 A B	
temoin -	8	40,3 B	

2.4. Effet de l'extrait des feuilles sur les L1 de *Tuta absoluta*

2.4.1. Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	5	27427	5485,5	7,13	0,000
Erreur	42	32315	769,4		
Total	47	59742			

2.4.2. Comparaison deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement		
Dose 40%	8	93,05 A			
Dose 20%	8	88,89 A			
Dose 10%	8	87,50 A	B		
Dose 30%	8	83,33 A	B		
Témoin +	8	47,2	B	C	
témoin -	8	30,6		C	

2.5. Effet d'extrait des feuilles sur les adultes de *Hyalopterus pruni*

2.5.1. Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	5	4,6687	0,93375	79,94	0,000
Erreur	24	0,2803	0,01168		
Total	29	4,9491			

2.5.2. Comparaison deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement	
dose 40%	5	1,000 A		
dose 30%	5	0,9600 A		
dose 20%	5	0,9467 A		
dose 10%	5	0,9070 A		
T+	5	0,1600	B	
T-	5	0,0800	B	

2.6. Effet d'extrait des racines sur *Hyalopterus pruni*

2.6.1. Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	5	2513	502,59	5,14	0,002
Erreur	24	2347	97,78		
Total	29	4860			

2.6.2. Comparaison deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement
T+	5	25,3	A
dose 30%	5	1,000	B
dose 25%	5	0,9600	B
dose 20%	5	0,8933	B
dose 10%	5	0,8533	B
Temon -	5	0,2133	B

3. Effet d'extrait sur l'activité anti-inflammatoire

3.1. Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	2	0,06191	0,03096	1,94	0,199
Erreur	9	0,14351	0,01595		
Total	11	0,20542			

3.2. Comparaison deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement
racine	4	0,7742	A
diclofenac	4	0,6427	A
feuille	4	0,6072	A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.



Les annexes

Productions Scientifiques

Publication Internationale

- Keddar Fayza, Boualem Malika , Fizir Meriem , Brada Moussa , Benabdelmoumene Djilali and Belhadji Amel: (2025): LC-MS/MS analysis, antimicrobial and antioxidant potential of phenolic extracts derived from *Urtica dioica* leaves and roots. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences.*, Vol.38, No.4, September-October 2025, pp.1528-1538. doi.org/10.36721/PJPS.2025.38.5.REG.13072.1.
- <https://www.pjps.pk/uploads/2025/08/1756472288.pdf>.
- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika, BRADA Moussa, FIZIR Meriem (2024): Phytochemical Study of *Urtica dioica* Extract and Evaluation of Sun Protection Factor (SPF). *African journal of Biological sciences* VI 6.DOI - 10.48047/AFJBS.6.15.2024.3402-3416.
- https://www.researchgate.net/publication/384443848_Phytochemical_Study_of_Urtica_dioica_Extract_and_Evaluation_of_Sun_Protection_Factor_SPF.

Publications nationales

- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika (2023) : Étude de l'activité insecticide d'*Allium sativum* (Aspargales : Amaryllidaceae) vis-à-vis des adultes de *Hyalopterus pruni* (Hemiptera : Aphididae). *Journal Of Natural Science & Sustainability* 01(2023) 109030, pages 79-82.
- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika, BRADA Moussa et KRACHE Fariel (2022) : Effet insecticide de l'extrait phénolique de *Pelargonium zonale* sur les larves de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. *Papers on Life Science, Marine & Environmental Research* Volume 1, issue 1, 2022 ISSN: 2800-101X Pages:10-13.
- KRACHE Fariel, BOUALEM Malika, ABDELLAOUI Ameer, OULD MOUSSA Hassane, BENABDELMOUMENE Djilali and KEDDAR Fayza (2022): Effect of botanical extract of garlic (*Allium sativum* L.) on larvae of tomato leaf miner *Tuta*

absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Papers on *Life Science, Marine & Environmental Research* Volume 1, issue 1, 2022 ISSN: 2800-101X Pages: 6-9

Communication internationale

- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika et BRADA Moussa (2024) : Evaluation of the antibacterial activity of *urtica dioica* essential oil on three strains responsible for urinary tract infections 3ed international Paris congress on médical and health sciences. held in july. 1- 3,2024/ Paris, France.
- BENGUENOUNA Nouredine, BENABDELOUMEN Djilali and KEDDAR Fayza (2024). Impact of treated wastewater on the profile nutritional. physicochemical and phytochemical olive oil. 3ed international Paris congress on médical and health sciences. Held in july. 1- 3,2024/Paris, France.
- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika et BRADA Moussa (2021) Etude de l'activité insecticide de l'extrait aqueux de *Pelargonium Zonale*. Séminaire International sur la Biodiversité, Environnement et santé. Université Abou BekrBelkaid Tlemcen, 21 et 22 Septembre 2021.

Communication nationale

- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika et BRADA Moussa (2025) : l'étude de l'activité insecticide des extraits phénoliques des feuilles d'*Urtica dioica* a l'égard de *Tuta absoluta* M. (Lepidoptera: Gelechidae) et *Hyalopterus pruni* (Hemiptera: Aphididae). Séminaire national , Utilisation durable des pesticides HSA Mostaganem 30 avril 2025
- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika et BRADA Moussa (2024) :Activité insecticide de *myrtus communis* l. sur *tuta absoluta*. 1er séminaire national sur l'environnement saharien" snes'2024 " tenu les 16 et 17 octobre 2024, avec une communication orale. l'école supérieure d'agriculture saharienne d'Adrar.
- KEDDAR Fayza, BRADA Moussa et BOUALEM Malika (2023) :Evaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile d'*U.dioica*. National conference on phytobiotechnology 13-18 Décembre 2023. University of ChadeliBendjdid El Taref.

- KEDDAR Fayza, BRADA Moussa et BOUALEM Malika (2022) : Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*Urtica dioïca*. Séminaire nationale Alimentation et Santé tenue le 05 décembre 2022 à l'université de Relizane.
- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika et BRADA Moussa (2021) : Etude de l'activité insecticide de *Pelargonium Zonale* sur des larves de *Tuta absoluta*. Séminaire national des plantes aromatique et Médicinales de l'Est algérien. Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technologique de Skikda, 14 et 15 Septembre 2021.
- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika et BRADA Moussa (2021) : l'extraction des polyphénols de *Pelargonium Zonale* et l'étude de son activité insecticide vis-à-vis des larves de *Tuta absoluta*. Ecole Normale Supérieure Cheikh Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Kouba, 16 et 17 Novembre 2021.
- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika et BRADA Moussa (2021) : Etude de l'activité insecticide de l'extrait aqueux de *Pelargonium Zonale* vis-à-visdes larves de *Tuta absoluta*. 10th national days of natural and life sciences (JNSNV2021) Which took place on 16, 17 and 18November 2021 in Mostaganem.

Les annexes

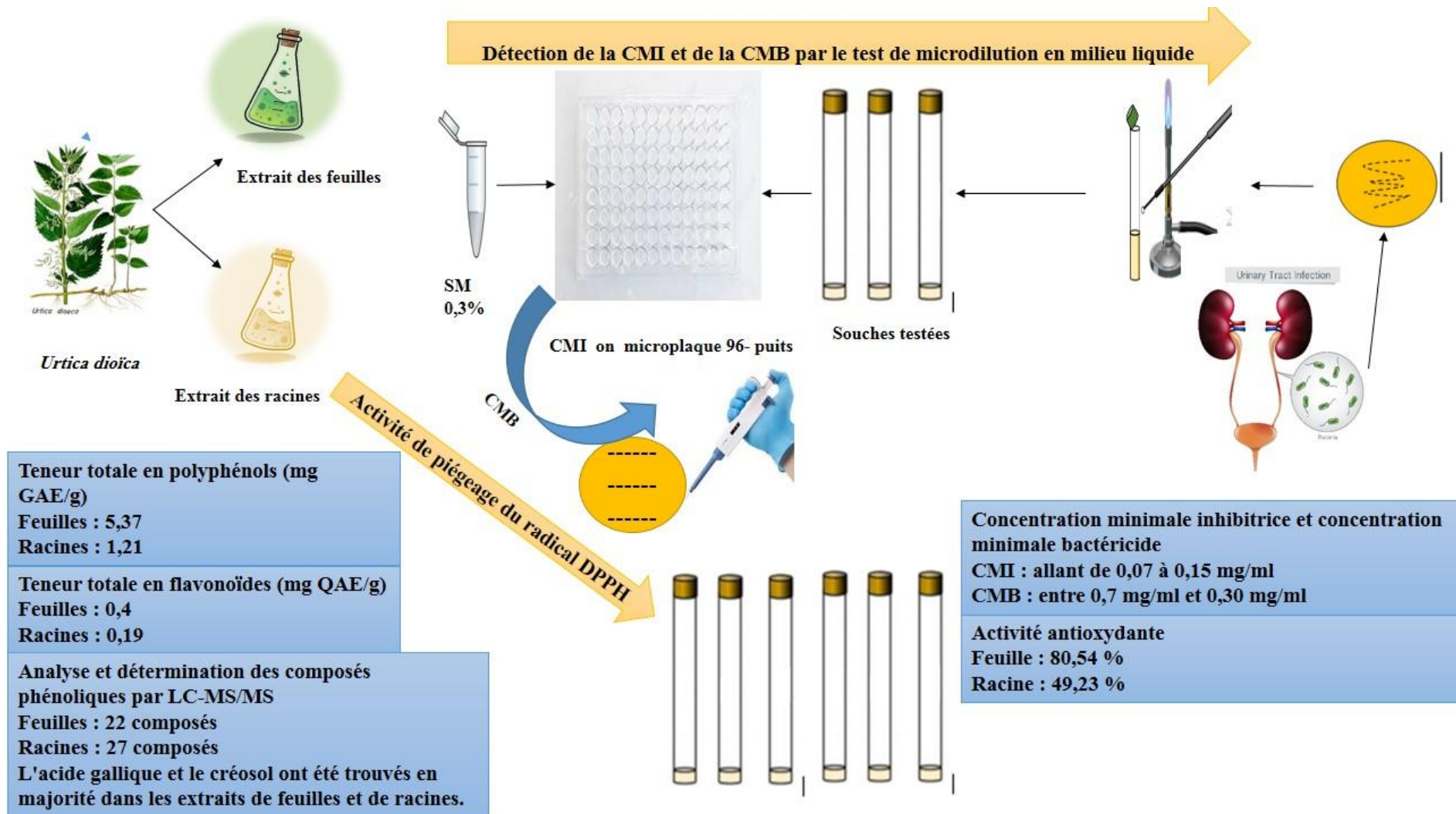
Annexe 1 : Correlation entre l'effet érythémogène (EE) et l'intensité du rayonnement pour chaque longueur d'onde (I).

Longueur d'onde (λ nm)	EE \times I(λ) (Normalisée)
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0837
320	0.0180

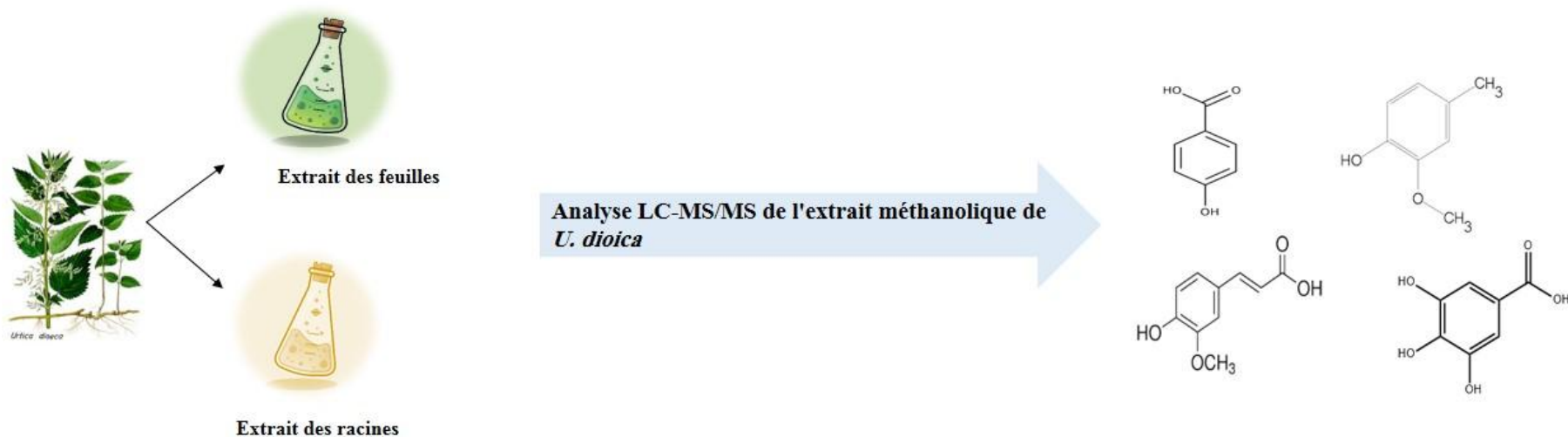
Annexe 2 : Les absorbances moyennes de chaque extrait pour le test SPF

λ (nm)	290	295	300	305	310	315	320
Feuilles	3,39	3,09	2,58	2,02	1,97	1,94	1,24
Racines	1,19	1,15	1,38	1,08	1,02	0,95	0,89

Annex 03 : Résumé graphique de l'activité antimicrobienne



Annex 04 : Résumé graphique de l'activité insecticide




DL50	<i>Tuta absoluta</i>	: 1,75%
Feuilles	<i>Hyalopterus pruni</i>	: 1,80%
DL50	<i>Tuta absoluta</i>	: 2,48%
Racines	<i>Hyalopterus pruni</i>	: 1,93%



Les adultes de *H. pruni*



Les larves de *T. absoluta*



Références
bibliographiques

Références bibliographiques

- Aazza, S., Lyoussi, B., Megias, C., Cortes-Giraldo, I., Vioque, J., Figueiredo, A. C., & Miguel, M. G. (2014). Anti-oxidant, anti-inflammatory and anti-proliferative activities of Moroccan commercial essential oils. *Natural Product Communications*, 9(4), 1934578X1400900442.
- Abad, M. J., Guerra, J. A., Bermejo, P., Irurzun, A., & Carrasco, L. (2000). Search for antiviral activity in higher plant extracts. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 14(8), 604-607.
- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol*, 18(2), 265-267.
- Abdelaziz, A., El-Dessouki, S., & El-Sayed, M. (2012). Étude de la toxicité des extraits de plantes sur les larves de *Tuta absoluta*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(9), 2345-2350.
- Abdelli Asma, B. A. (2023). Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* (Doctoral dissertation, Université Echahid Chikh Larbi Tebessi-Tebessa).
- Abdeltawab, AA, Ullah, Z., Al-Othman, AM, Ullah, R., Hussain, I., Ahmad, S., & Talha, M. (2012). Évaluation de la composition chimique et analyse des éléments d'*Urticadioca*. *Revue africaine de pharmacie et de pharmacologie*, 6 (21), 1555-1558.
- Adel, M., Caipang, C. M. A., & Dawood, M. A. (2017). Immunological responses and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles following dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*). *Fish & shellfish immunology*, 71, 230-238.
- Adhikari, B. M., Bajracharya, A., & Shrestha, A. K. (2016). Comparison of nutritional properties of Stinging nettle (*Urtica dioica*) flour with wheat and barley flours. *Food Science & Nutrition*, 4(1), 119-124.

- Agus Suryawan I, Suardana N, Suprpta Winaya I, Budiarsa Suyasa I, Tirta Nindhia T. (2017). Study of stinging nettle (*urtica dioica*L.) *Fibers reinforced green composite materials: a review*;. IOP Publishing. p 012001.
- Ahangarpour, A., Mohammadian, M., & Dianat, M. (2012). Antidiabetic effect of hydroalcoholic *Urtica dioica* leaf extract in male rats with fructose-induced insulin resistance. *Iranian journal of medical sciences*, 37(3), 181.
- Ahmed Kk, M., Parsuraman, S. (2014). *Urtica dioica* L. (Urticaceae): A stinging nettle. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 5(1), 6-8.
- Ait Haj Said, A., Sbai El Otmani, I., Derfoufi, S., & Benmoussa, A. (2016). Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.). *Hegel*, 6(3), 280-292.
- Akbay, P., Basaran, A. A., Undeger, U., & Basaran, N. (2003). In vitro immunomodulatory activity of flavonoid glycosides from *Urtica dioica* L. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 17(1), 34-37.
- Alain (2006). Fiche technique : Les pucerons, 1ère partie. N° 141, Paris, 8 pages.
- Al-Barwary, TL (2013). L'effet anthelminthique d'*Urtica dioica* et de *Tanacetum vulgare* L. sur les protoscolex d'*Echinococcus granulosus*. *Int. J. Sci. Basic Appl. Res*, 11 , 84-89.
- Albayrak S, Aksoy A, Sagdic O, Albayrak S. (2012). Antioxidant and antimicrobial activities of different extracts of some medicinal herbs consumed as tea and spices in Turkey. *Journal of Food Biochemistry* 36(5):547-554.
- Al-Dissi, NM, Salhab, AS, & Al-Hajj, HA (2001). Effets des extraits de feuilles d'*Inula viscosa* sur l'avortement et l'implantation chez les rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 77 (1), 117-121.
- Alhmedi, A., Haubruge, E., Bodson, B., & Francis, F. (2007). Guildes d'aphidophages sur des bandes d'orties (*Urtica dioica*) à proximité de champs de pois verts, de colza et de blé. *Insect Science* , 14 (5), 419-424.

- Ansari, M. A., Raish, M., Ahmad, A., Ahmad, S. F., Mudassar, S., Mohsin, K., & Bakheet, S. A. (2016). Sinapic acid mitigates gentamicin-induced nephrotoxicity and associated oxidative/nitrosative stress, apoptosis, and inflammation in rats. *Life Sciences*, 165, 1-8.
- Araruna MK, Brito SA, Morais-Braga MF, Santos KK, Souza TM, Leite TR, Costa JG, Coutinho HD. (2012). Evaluation of antibiotic & antibiotic modifying activity of pilocarpine & rutin. *The Indian Journal of Medical Research* 135(2):252.
- Armbruster, CE, Mobley, HL et Pearson, MM (2018). Pathogénèse de l'infection à *Proteus mirabilis*. *EcoSal Plus* , 8 (1), 10-1128.
- Arulselvan, AJ, Manimuthu, MS, & Narayanaswamy, R. (2024). Analyse de l'arrimage moléculaire de certains constituants d'*Urtica dioica* en tant qu'agents inhibiteurs de l'anhydrase carbonique II humaine (hCA-II), de la 11 bêta-hydroxystéroïde déshydrogénase humaine de type 1 (h11beta-HSD1) et de la phosphatase à double spécificité humaine (hCDC25B). *Cureus* , 16 (2).
- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A. et Legret, PJJ (1994). Standardisation de l'extrait de propolis et identification des principaux constituants. *Journal de pharmacie de Belgique* , 49 (6), 462-468.
- Asgarpanah J, Mohajerani R. (2012). Phytochemistry and pharmacologic properties of *Urtica dioica* L. *Journal of medicinal plants research* 6(46):5714-5719.
- Assouma, FF, Sina, H., Dossou, AD, Socohou, A., Hounsou, MC, Avogbe, PH, ... & Baba-Moussa, L. (2023). Profil de résistance aux antibiotiques des espèces pathogènes de *Staphylococcus* chez les patients atteints d'infections urinaires au Bénin. *BioMed Research International* , 2023 (1), 6364128.
- Avcı, G., Kupeli, E., Eryavuz, A., Yesilada, E., & Kucukkurt, I. (2006). Antihypercholesterolaemic and antioxidant activity assessment of some plants used as remedy in Turkish folk medicine. *Journal of ethnopharmacology*, 107(3), 418-423.
- Awad, E., & Austin, B. (2010). Use of lupin, *Lupinus perennis*, mango, *Mangifera indica*, and stinging nettle, *Urtica dioica*, as feed additives to prevent *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of fish diseases*, 33(5), 413-420.

- Aziz, N. H., Farag, S. E., Mousa, L. A., & Abo-Zaid, M. A. (1998). Comparative antibacterial and antifungal effects of some phenolic compounds. *Microbios*, 93(374), 43-54.
- Baldisserotto, A., Buso, P., Radice, M., Dissette, V., Lampronti, I., Gambari, R., ... & Vertuani, S. (2018). *Moringa oleifera* leaf extracts as multifunctional ingredients for “natural and organic” sunscreens and photoprotective preparations. *Molecules*, 23(3), 664.
- Balzarini, J., Neyts, J., Schols, D., Hosoya, M., Van Damme, E., Peumans, W., & De Clercq, E. (1992). Les lectines végétales spécifiques du mannose provenant de *Cymbidium* hybride et d'*Epipactis helleborine* et la lectine végétale spécifique de la N-acétylglucosamine provenant d'*Urtica dioica* sont des inhibiteurs puissants et sélectifs de la réplication du virus de l'immunodéficience humaine et du cytomégalo virus in vitro. *Recherche antivirale*, 18 (2), 191-207.
- Baumgardner, D. J. (2016). Stinging nettle: the bad, the good, the unknown. *Journal of Patient-Centered Research and Reviews*, 3(1), 48-53.
- Bayrami, A., Haghgooeie, S., Pouran, SR, Arvanag, FM, & Habibi-Yangjeh, A. (2020). Activité antidiabétique synergique des nanoparticules de ZnO enrobées par l'extrait d'*Urtica dioica*. *Advanced Powder Technology*, 31 (5), 2110-2118.
- Behiry, SI, Philip, B., Salem, MZ, Amer, MA, El-Samra, IA, Abdelkhalek, A., & Heflish, A. (2022). Extraits de feuilles d'*Urtica dioica* et de *Dodonaea viscosa* comme bioagents écologiques contre l'isolat TAA-05 d'*Alternaria alternata* du plant de tomate. *Scientific Reports*, 12 (1), 16468.
- Belem-Kabré, W. L., Ouédraogo, N., Compaoré-Coulibaly, A., Nebié-Traoré, M., Traoré, T. K., Koala, M., ... & Kiendrebeogo, M. (2020). Phytochemical, antioxidant and anti-inflammatory effects of extracts from *Ampelocissus africana* (Lour) Merr (Vitaceae) rhizomes. *J Pharm Res Int*, 32(31), 8-18.
- Belmamoun AR, Ammam A, Chadli R, Madouni N, Ouali I. (2022). *Indian Journal of Novel Drug Delivery*. *Indian Journal of Novel Drug Delivery* 14(2):105-110.
- Belmamoun AR, Chafik M, Ammam A, Afaf B, Chadli R, Benmaissa H. (2023). Phytochemical screening of methanolic extract of *Urtica dioica* L.: antioxidant and

- antimicrobial power for food safety. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences C, Physiology and Molecular Biology* 15(1):27-34.
- Beloued, A. (2005). *Plantes médicinales d'Algérie*. N°: 4276 éd, Office des publications Universitaires, 296p.
- Benazzedine S. (2010). *Activité insecticide de 5 huiles essentielles vis-à-vis de S. oryzae (Coleoptera-Curculionidae) et Tribolium confusum (Coleoptera-Tenebrionidae): Thèse. Ing. Etat, Sci. Agrono. INA El-Harrach.*
- BenSaad, L. A., Kim, K. H., Quah, C. C., Kim, W. R., & Shahimi, M. (2017). Anti-inflammatory potential of ellagic acid, gallic acid and punicalagin A&B isolated from *Punica granatum*. *BMC complementary and alternative medicine*, 17, 1-10.
- Bentoumi Ilhem, B. S. (2019). *Dosage des composés phénoliques et détermination de l'activité antioxydante de Linum usitatissimum L (Doctoral dissertation).*
- Berkani, A., & Badaoui, M. I. (2008). La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae). *Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie*, 4, 1-16.
- Bertrand B. (2010). *Les secrets de l'ortie*. Collection Le Compagnon Végétal. Ed. Terran. 222p.
- Bhusal, KK, Magar, SK, Thapa, R., Lamsal, A., Bhandari, S., Maharjan, R., ... et Shrestha, J. (2022). Importance nutritionnelle et pharmacologique de l'ortie (*Urtica dioica* L.) : une revue. *Héliyon* , 8 (6).
- Biondo, C. (2023). Bacterial antibiotic resistance: the most critical pathogens. *Pathogens*, 12(1), 116.
- Biyiti, L. F., Meko'o, D. J. L., Tamzc, V., & Amvam Zollo, P. H. (2004). Recherche de l'activité antibactérienne de quatre plantes médicinales camerounaises. *Pharm. Med. Trad. Afr*, 13, 11-20.
- Borges A, Ferreira C, Saavedra MJ, Simões M. (2013). Antibacterial activity and mode of action of ferulic and gallic acids against pathogenic bacteria. *Microbial drug resistance* 19(4):256-265.

- Boualem M, Mokhtar M, Saiah F, Benourad F, Bouhadiba R, Berkani A. (2017). Identification of *Mentha piperita* L. and *Ricinus communis* L. polyphenols by HPLC-DAD-ESI-MS and evaluation of their insecticidal properties against *Aphis spiraecola* P. *South Asian Journal of Experimental Biology* 7(1):28-34.
- Boualem M, Osmane B, Saiah F. (2016) : Study of the larvicidal activity of hydro-alcoholic extracts of *Nerium oleander* L. and *Ricinus communis* L. on *Tuta absoluta* M., VII International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2016" www.agrosym.rs.ba.Jahorina, 06-09 October 2016, Bosnia and Herzegovina.
- Boualem, M., Allaoui, H., Hamadi, R., & Medjahed, M. (2012). Biologie et complexe des ennemis naturels de *Tuta absoluta* à Mostaganem (Algérie). *EPPO bulletin*, 42(2), 268-274.
- Bourjilat, F., Dersi, N., Bouchrif, B., Amarouch, H., & Timinouni, M. (2009). Profil de résistance aux antibiotiques des *Escherichia coli* uropathogènes communautaires au Maroc. *Eur J Sci Res*, 38(1), 57-62.
- Bouyahya, A., Guaouguaou, FE, El Omari, N., El Menyiy, N., Balahbib, A., El-Shazly, M., & Bakri, Y. (2022). Propriétés anti-inflammatoires et analgésiques des plantes médicinales marocaines : phytochimie, études *in vitro* et *in vivo*, aperçus des mécanismes, preuves cliniques et perspectives. *Journal of Pharmaceutical Analysis* , 12 (1), 35-57.
- Bouza, E., San Juan, R., Muñoz, P., Voss, A., & Kluytmans, J. (2001). Co-operative Group of the European Study Group on Nosocomial Infections. A European perspective on nosocomial urinary tract infections I. Report on the microbiology workload, etiology and antimicrobial susceptibility (ESGNI-003 study). European Study Group on Nosocomial Infections. *Clin Microbiol Infect*, 7(10), 523-531.
- Bozsik A. (1996). Studies on aphicidal efficiency of different stinging nettle extracts. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 69:21-22.
- Bozsik A. (2007). Impact of fermented stinging nettle extract on the aphids of stinging nettle, sweet cherry and elderberry. 12 Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, 17-18 October 2007, Debrecen, Hungary:199-204.

- Bozsik, A. (1992). Erjesztett csalánlé hatása a tarka diólevéltetűre. *Növényvédelem*, 28(2), 71-73.
- Bozsik, A. (1996). Studies on aphicidal efficiency of different stinging nettle extracts. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 69, 21-22.
- Brahmi-Chendouh N, Piccolella S, Nigro E, Hamri-Zeghichi S, Madani K, Daniele A, Pacifico S. (2021). *Urtica dioica* L. leaf chemical composition: A never-ending disclosure by means of HR-MS/MS techniques. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 195:113892.
- Bryant, S., Thomas, C. et Bale, J. (1997). Papillons nymphalides se nourrissant d'orties : température, développement et distribution. *Entomologie écologique* , 22 (4), 390-398.
- Caminiti R, Serra M, Nucera S, Ruga S, Oppedisano F, Scarano F, Macrì R, Muscoli C, Palma E, Musolino V. (2024). Antioxidant Activity and Seasonal Variations in the Composition of Insoluble Fiber from the Cladodes of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller: Development of New Extraction Procedures to Improve Fiber Yield. *Plants* 13(4):544.
- Cao, Y. J., Zhang, Y. M., Qi, J. P., Liu, R., Zhang, H., & He, L. C. (2015). Ferulic acid inhibits H₂O₂-induced oxidative stress and inflammation in rat vascular smooth muscle cells via inhibition of the NADPH oxidase and NF-κB pathway. *International immunopharmacology*, 28(2), 1018-1025.
- Capasso, F. (2003). *Phytotherapy: a quick reference to herbal medicine*. Springer Science & Business Media.
- Carvalho, A. R., Costa, G., Figueirinha, A., Liberal, J., Prior, J. A., Lopes, M. C., & Batista, M. T. (2017). *Urtica* spp.: Phenolic composition, safety, antioxidant and anti-inflammatory activities. *Food Research International*, 99, 485-494.
- Chahardehi, A.M., Ibrahim, D., Abolhassani, F., Sulaiman, S.F., (2012). Antidepressantlike effect of extracts from *Urtica dioica* in mice model of depression. In: Proceedings of the 2nd Annual International Conference Syiah Kuala University 2012 & the 8th IMT-GT Uninet Biosciences Conference Banda Aceh, 22-24 November 2012, vol. 2. Number 1, 2012.

- Chaiya, P., Senarat, S., Phaechamud, T., & Narakornwit, W. (2022). Activité anti-inflammatoire in vitro utilisant l'inhibition thermique de la dénaturation des protéines de l'albumine d'œuf et les activités antimicrobiennes de certains solvants organiques. *Matériaux aujourd'hui : Actes* , 65 , 2290-2295.
- Chaurasia, N., Wichtl, M., (1986). Phenylpropane und lignane aus der wurzel von *Urtica dioica* L. Dtsch. Apoth. Ztg. 126, 1559–1563.
- Chavoutier PL, Bouchet J, Richaud C. (2000). Reproductibilité et fiabilité des mesures périmétriques d'un membre inférieur sain;. p 3-7.
- Chhetri, LB (2018). La mineuse des feuilles de tomate (*Tuta absoluta*), un ravageur agricole émergent : stratégies de contrôle et de gestion : une revue. *World Scientific News* , 114 , 30-43.
- Chikh benchaib, B., & bettioui, H. I. (2020). Evaluation des composés chimiques par une étude phytochimique et activité antioxydante de l'huile essentielle d'*Urtica dioica* (Ortie dioïque).
- Chira, A., Rekik, I., Rahmouni, F., Ben Amor, I., Gargouri, B., Kallel, C., ... & Saoudi, M. (2022). Phytochemical composition of *Urtica dioica* essential oil with antioxidant and anti-inflammatory properties: *In vitro* and *in vivo* studies. *Curr Pharm Biotechnol*.
- Chrubasik, JE, Roufogalis, BD, Wagner, H., & Chrubasik, S. (2007). Une revue complète sur l'effet et les profils d'efficacité de l'ortie. Partie II : urticae radix. *Phytomedicine* , 14 (7-8), 568-579.
- CLSI (2008). Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard. Seventh Edition. CLSI document M7-A7 (ISBN 1-56238-587-9). 26 (2):31 pages.
- Collectif. (1981). *Secrets et vertus des plantes médicinales*. Selection du Reader's Digest éd. Paris, Montreal, Zurich
- Cueva C, Mingo S, Muñoz-González I, Bustos I, Requena T, Del Campo R, Martín-Álvarez P, Bartolomé B, Moreno-Arribas M. (2012). Antibacterial activity of wine phenolic

- compounds and oenological extracts against potential respiratory pathogens. *Letters in Applied Microbiology* 54(6):557-563.
- Cueva C, Moreno-Arribas MV, Martín-Álvarez PJ, Bills G, Vicente MF, Basilio A, Rivas CL, Requena T, Rodríguez JM, Bartolomé B. (2010). Antimicrobial activity of phenolic acids against commensal, probiotic and pathogenic bacteria. *Research in microbiology* 161(5):372-382.
- Da, L., Somé, D., Yehouenou, C., Somé, C., Zoungrana, J., Ouédraogo, A. S., ... & Poda, A. (2023). État des lieux de la résistance aux antibiotiques en Afrique subsaharienne. *Médecine et Maladies Infectieuses Formation*, 2(1), 3-12.
- Dąbrowski, ZT, & Seredyńska, U. (2007). Caractérisation de la réponse de l'acarien à deux points (*Tetranychus urticae* Koch, Acari : Tetranychidae) aux extraits aqueux d'espèces végétales sélectionnées. *Journal of Plant Protection Research*, 47 (2).
- Daher, CF, Baroody, KG, & Baroody, GM (2006). Effet de la consommation d'extrait d'*Urtica dioica* sur le profil lipidique sanguin chez les rats. *Fitoterapia* , 77 (3), 183-188.
- Dar, S. A., Ganai, F. A., Yousuf, A. R., Balkhi, M. U. H., Bhat, T. M., & Sharma, P. (2013). Pharmacological and toxicological evaluation of *Urtica dioica*. *Pharmaceutical Biology*, 51(2), 170-180.
- De Vico G, Guida V, Carella F. (2018). *Urtica dioica* (Stinging Nettle): A neglected plant with emerging growth promoter/immunostimulant properties for farmed fish. *Frontiers in physiology* 9:285.
- Delahaye J. (2015). Utilisations de l'ortie-*Urtica dioica* L.
- Deliorman, D., Erdemoglu, N., & Sezer, E. (2012). Phytochemical analysis and biological activities of *Urtica dioica* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 142(1), 203-209.
- Delville A., (2013). Toutes les vertus d'un produit miracle: l'ortie. Ed. *Artémis. Losanges*. 160p.
- Dhote R; Paugam A. (1999). Microbiologie et pathologie infectieuse 2ème édition. Département de Boeck Larcier. Paris .737pages.

- Dhouibi, R., Affes, H., Salem, M. B., Hammami, S., Sahnoun, Z., Zeghal, K. M., & Ksouda, K. (2020). Screening of pharmacological uses of *Urtica dioica* and others benefits. *Progress in biophysics and molecular biology*, 150, 67-77.
- Ding, S., Meinholz, K., Cleveland, K., Jordan, SA, & Gevens, AJ (2019). Diversité et virulence des espèces d'*Alternaria* responsables de la brûlure précoce et de la tache brune de la pomme de terre dans le Wisconsin. *Phytopathology* , 109 (3), 436-445.
- Djordjevic, Z., Folic, MM, Zivic, Z., Markovic, V., & Jankovic, SM (2013). Infections urinaires nosocomiales causées par les espèces *Pseudomonas aeruginosa* et *Acinetobacter* : sensibilité aux antibiotiques et facteurs de risque. *American journal of infection control* , 41 (12), 1182-1187.
- Djousse, B. M. K., Ngoune, N. F., Djoukeng, H. G., Nono, L. W., Sogang, H. S., & Tangka, J. K. (2022). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatiques cultivées à l'Ouest-Cameroun:*Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* et *Cymbopogon citratus*. *Cameroon J Biological and Biochemical Sciences*, 30(2), 121-133.
- Do QD, Angkawijaya AE, Tran-Nguyen PL, Huynh LH, Soetaredjo FE, Ismadji S, Ju Y-H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of food and drug analysis* 22(3):296-302.
- Draghi F. (2005). l'ortie dioique (*urtica dioica* l.) : etude bibliographique : universite henri poincare nancy 1 / faculté de pharmacie
- Du J, Fu J, Chen T. (2024). Investigation of the Antibacterial Properties and Mode of Action of Compounds From *Urtica dioica* L. *Cureus* 16(1).
- Ebrahimzadeh, M. A., Enayatifard, R., Khalili, M., Ghaffarloo, M., Saeedi, M., & Charati, J. Y. (2014). Correlation between sun protection factor and antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some medicinal plants. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 13(3), 1041.

- Ekoumou, C. (2003). Etude phytochimique et pharmacologique de 5 recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et de la cystite. *Bamako: Thèse de doctorat en pharmacie de l'Université de Bamako.*
- El Haouari, M., Bnouham, M., Bendahou, M., Aziz, M., Ziyat, A., Legssyer, A., & Mekhfi, H. (2006). Inhibition of rat platelet aggregation by *Urtica dioica* leaves extracts. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 20(7), 568-572.
- El Idrissi, M., & Amechrouq, A. (2014). Study of the insecticidal activity of the essential oil of *Dysphania ambrosioides* L.(Chenopodiaceae) on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (4)(2014) 989-994, ISSN: 2028-2508.
- Engelmann, U. (1996). Therapy for benign prostatic hyperplasia with nettle liquid. *Urology*, 36, 287-291.
- Esposito, S., Bianco, A.; Russo, R., Di Maro, A., Isernia, C., Pedone, P.V. (2019). Therapeutic Perspectives of Molecules from *Urtica dioica* Extracts for Cancer Treatment. *Molecules*, 24, 2753.
- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus. Biologies*, 331(5), 372-379.
- Farahpour, M. R., & Khoshgozaran, L. I. D. A. (2015). Antinociceptive and anti-inflammatory activities of hydroethanolic extract of *Urtica dioica*. *Int J Biol Pharm Allied Sci*, 1, 160-70.
- Fattahi, S., Zabihi, E., Abedian, Z., Pourbagher, R., Ardekani, AM, Mostafazadeh, A., & Akhavan-Niaki, H. (2014). Teneur totale en phénols et en flavonoïdes de l'extrait aqueux d'ortie et effet antiprolifératif *in vitro* sur les lignées cellulaires Hela et BT-474. *Revue internationale de médecine moléculaire et cellulaire* , 3 (2), 102.
- Fera, C., Pausé, A., Louacheni, C., Kwan, C., Scalbert, C., Chirpaz, E., & Bertolotti, A. (2023). Estimation de la part des cancers cutanés attribuables à l'exposition solaire professionnelle. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie-FMC*, 3(8), A158

- Fleurentin, J. 2008. Plantes médicinales: traditions et thérapeutique. Ouest France. Beau livre.
- Bertrand B., Jeanne A., (2008) : “Les secrets de l’Ortie”, 10^{ème} Ed. *DuTerran* : 45-95.
- Flórez M, Cazón P, Vázquez M. (2022). Antioxidant extracts of nettle (*Urtica dioica*) leaves: evaluation of extraction techniques and solvents. *Molecules* 27(18):6015.
- Frimodt-Møller, N., Simonsen, G. S., Larsen, A. R., & Kahlmeter, G. (2023). Pivmecillinam, the paradigm of an antibiotic with low resistance rates in *Escherichia coli* urine isolates despite high consumption. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 78(1), 289-295.
- García LM, Ceccanti C, Negro C, De Bellis L, Incrocci L, Pardossi A, Guidi L. (2021). Effect of drying methods on phenolic compounds and antioxidant activity of *Urtica dioica* L. leaves. *Horticulturae* 7(1):10.
- Garmendia, A., Raigón, MD, Marques, O., Ferriol, M., Royo, J. et Merle, H. (2018). Effets du purin d'ortie (*Urtica dioica* L.) utilisé comme engrais foliaire sur le rendement de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) et la croissance des plantes. *PeerJ*, 6, e4729.
- Gaspari M, Lykouressis D, Perdikis D, Polissiou M. (2007). Nettle extract effects on the aphid *Myzus persicae* and its natural enemy, the predator *Macrolophus pygmaeus* (Hem., Miridae). *Journal of Applied Entomology* 131(9-10):652-657.
- Gastmeier, P. (2001). Infections urinaires nosocomiales : de nombreuses questions non résolues. *Microbiologie clinique et infection*, 7 (10), 521-522.
- Gasu EN, Ahor HS, Borquaye LS. (2018). Peptide extract from *Olivancillaria hiatula* exhibits broad-spectrum antibacterial activity. *BioMed Research International* 2018.
- Gbolo, Z., Ciala, N., Ngbolua, K., Tshibangu, D., Tshilanda, D., Memvanga, B., & Mpiana, P. (2022). Profilage phytochimique par chromatographie sur couche mince haute performance d’extraits de flavonoïdes totaux du Drepanoalpha® et évaluation de leur activité antidrèpanocytaire *in vitro*. *Annales Africaines de Médecine*, 16(1), e4882-e4898.
- Ghaima, KK, Hashim, NM, & Ali, SA (2013). Activités antibactériennes et antioxydantes de l'extrait d'acétate d'éthyle d'ortie (*Urtica dioica*) et de pissenlit (*Taraxacum officinale*). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3 (5), 096-099.

- Ghasemi, M., & Poorjavad, N. (2022). Soil Fertilization With Medicinal Plant Processing Wastes Suppresses *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) Populations. *Environmental Entomology*, 51(6), 1172-1181.
- Ghedira.K. GP, Le Jeune.R. (2009). *Urtica dioica* L., *Urtica urens* et/ou hybrides (Urticaceae). *Phytothérapie* 7: 279–285.
- Gninkoun, J. C., Alassani, A. S. C., Sagna, Y., & Djrolo, J. (2018). Résistance bactérienne au cours des infections urinaires chez les patients diabétiques au CNHU-HKM de Cotonou, Bénin. *Journal de la Société de Biologie Clinique du Bénin*, 29, 99-103.
- Goly, C., Soro, Y., Kassi, B., Dadié, A., Soro, S., & Dje, M. (2015). Antifungal activities of the essential oil extracted from the tea of savanna (*Lippia multiflora*) in Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(1), 24-34.
- González-Macedo, M., Cabirol, N., & Rojas-Oropeza, M. (2021). Assessment of the ancestral use of garlic (*Allium sativum*) and nettle (*Urtica dioica*) as botanical insecticides in the protection of mesquite (*Prosopis laevigata*) seeds against bruchins. *Journal of Plant Protection Research*, 170-175.
- Grauso, L., de Falco, B., Lanzotti, V., & Motti, R. (2020). Ortie, *Urtica dioica* L. : aperçu botanique, phytochimique et pharmacologique. *Phytochemistry Reviews*, 19, 1341-1377.
- Grauso, L., Emrick, S., Bonanomi, G., & Lanzotti, V. (2019b). Metabolomics of the alimurgic plants *Taraxacum officinale*, *Papaver rhoeas* by combined NMR and GC–MS analysis. *Phytochemical Analysis*, 30(5), 535-546 *Urtica dioica*
- Grauso, L., Emrick, S., de Falco, B., Lanzotti, V., & Bonanomi, G. (2019a). Common dandelion: A review of its botanical, phytochemical and pharmacological profiles. *Phytochemistry Reviews*, 18, 1115-1132.
- Groupe APG III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161 (2), 105-121.

- Güder A, Korkmaz H. (2012). Evaluation of *in-vitro* antioxidant properties of hydroalcoholic solution extracts *Urtica dioica* L., *Malva neglecta* Wallr. and their mixture. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR* 11(3):913.
- Guenaoui, Y., & Ghelamallah, A. (2008, October). *Tuta absoluta* (MEYRICK)(Lepidoptera: Gelichiidae), nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Premières données sur sa biologie en fonction de la température. In *Proceedings de l'AFPP-8ème conférence internationale sur les ravageurs en agriculture* (pp. 22-23).
- Guil-Guerrero, J. L., Reboloso-Fuentes, M. M., & Isasa, M. T. (2003). Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(2), 111-119.
- Gulcin, İ., & Alwasel, S. H. (2023). DPPH radical scavenging assay. *Processes*, 11(8), 2248.
- Gülçin, I., Küfrevioğlu, Ö. İ., Oktay, M., & Büyükokuroğlu, M. E. (2004). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of ethnopharmacology*, 90(2-3), 205-215.
- Hadizadeh, I., Peivastegan, B., & Kolahi, M. (2009). Antifungal activity of nettle (*Urticadioica* L.), colocynth (*Citrullus colocynthis* L. Schrad), oleander (*Nerium oleander* L.) and konar (*Ziziphus spina-christi* L.) extracts on plants pathogenic fungi. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 12(1), 58-63.
- Hagar M, Zuel-Hemma A, Saad D, Abd-Allah GE. (2023). Application of Unused Plant Parts as Plant Extracts Against Eggs of Cotton Leafworm, *Spodoptera littoralis* and GC-Mass Analysis of Tested Extracts. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, F Toxicology & Pest Control* 15(1):25-33.
- Hajlaoui, H., Snoussi, M., Ben Jannet, H., Mighri, Z., & Bakhrouf, A. (2008). Comparaison de la composition chimique et des activités antimicrobiennes de l'huile essentielle de *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia* de deux localités tunisiennes (Gabès et Sidi Bouzid). *Annales de microbiologie* , 58 , 513-520.
- Hami, M., Zidi, S., Hamdiken, M., Grara, N., Atoki, A. V., & Messaoudi, M. (2023). Bioinsecticidal effect of *Lantana camara* and *Urtica dioica* grown in northeast Algeria against *plodia interpunctella* (lepidopterae; pyralidae).

- Han, N. R., Moon, P. D., Ryu, K. J., Jang, J. B., Kim, H. M., & Jeong, H. J. (2017). β -eudesmol suppresses allergic reactions via inhibiting mast cell degranulation. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 44(2), 257-265.
- Hansen, J. M., Hallas, J., Lauritsen, J. M., & Bytzer, P. (1996). Non-steroidal anti-inflammatory drugs and ulcer complications: a risk factor analysis for clinical decision-making. *Scandinavian journal of gastroenterology*, 31(2), 126-130.
- Harrison F, Furner-Pardoe J, Connelly E. (2022). An assessment of the evidence for antibacterial activity of stinging nettle (*Urtica dioica*) extracts. *Access Microbiology* 4(3).
- Hashemi, S. M., Soleimanifar, A., Sharifi, S. D., & Vakili, N. (2018). Growth promoting effects of dried nettle extracts and its impact on hematology and antibody titer in broiler chickens. *Int. J. Anim. Sci*, 2(1), 1016-1021.
- Hernández, A., Ruiz-Moyano, S., Galván, A. I., Merchán, A. V., Nevado, F. P., Aranda, E., ... & Martín, A. (2021). Anti-fungal activity of phenolic sweet orange peel extract for controlling fungi responsible for post-harvest fruit decay. *Fungal Biology*, 125(2), 143-152.
- Heydari, M., Colagar, A. H., & Sabour, D. (2023). Optimization of Affinity Chromatography Based on Sepharose 4B-chitin for Rapid Purification of *Urtica dioica* Agglutinin. *Iranian Journal of Biotechnology*, 21(3), e3364.
- Himesh Soni, H. S., Jitender Malik, J. M., Singhai, A., & Sarvesh Sharma, S. S. (2013). Antimicrobial and antiinflammatory activity of the hydrogels containing rutin delivery. 8371- 8373
- Homayonpour, P., Jalali, H., Shariatifar, N., & Amanlou, M. (2021). Effects of nano-chitosan coatings incorporating with free/nano-encapsulated cumin (*Cuminum cyminum* L.) essential oil on quality characteristics of sardine fillet. *International journal of food microbiology*, 341, 109047.

- Horino, T., Chiba, A., Kawano, S., Kato, T., Sato, F., Maruyama, Y., ...& Hori, S. (2012). Clinical characteristics and risk factors for mortality in patients with bacteremia caused by *Pseudomonas aeruginosa*. *Internal medicine*, 51(1), 59-64.
- Hseini, S., Kahouadji, A., Lahssissene, H., & Tijane, M. (2007). Analyses floristique et ethnobotanique des plantes vasculaires médicinales utilisées dans la région de Rabat (Maroc occidental). *Mediterranean Botany*, 28, 93.
- Islam, MT, Quispe, C., El-Kersh, DM, Shill, MC, Bhardwaj, K., Bhardwaj, P., ...&Cho, WC (2021). Une mise à jour basée sur la littérature sur *Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn. : utilisations traditionnelles, profils nutraceutiques et phytopharmacologiques. *Médecine oxydative et longévité cellulaire* , 2021 (1), 6349041.
- Jairoce, C. F., Teixeira, C. M., Nunes, C. F., Nunes, A. M., Pereira, C. M., & Garcia, F. R. (2016). Insecticide activity of clove essential oil on bean weevil and maize weevil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(1), 72-77.
- Jan, K. N., Zarafshan, K., & Singh, S. (2017). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.): a reservoir of nutrition and bioactive components with great functional potential. *Journal of food measurement and Characterization*, 11, 423-433.
- Jeong, H. J., Nam, S. Y., Kim, H. Y., Jin, M. H., Kim, M. H., Roh, S. S., & Kim, H. M. (2018). Anti-allergic inflammatory effect of vanillic acid through regulating thymic stromal lymphopoietin secretion from activated mast cells. *Natural product research*, 32(24), 2945-2949.
- Jeszka-Skowron M, Zgoła-Grześkowiak A, Frankowski R, Grześkowiak T, Jeszka AM. (2022). Variation in the content of bioactive compounds in infusions prepared from different parts of wild polish stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Molecules* 27(13):4242.
- Joshi, BC, Mukhija, M., & Kalia, AN (2014). Revue pharmacognostique d'*Urtica dioica* L. *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)* , 8 (4).
- Kaddour, S. M., Arrar, L., & Baghiani, A. (2020). Anti-Inflammatory Potential Evaluation (In-Vitro and In-Vivo) of *Arthrophytum scoparium* Aerial Part. *Journal of DrugDelivery and Therapeutics*, 10(5), 213-218.

- Kamal, A. M., Mitrut, P., Docea, A. O., Sosoi, S. S., Kamal, C. K., Mitrut, R., ... & Alexandru, D. O. (2017). Double therapy with pegylated interferon and ribavirin for chronic hepatitis CA pharmacogenetic guide for predicting adverse events. *Farmacia*, 65(6), 877-84.
- Kapsoot, E., Mwangi, M., & Kamau, A. (2013). Repellence and toxicity effect of crude plant extracts on the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on Roses. In *I International Symposium on Ornamentals in Africa 1077* (pp. 155-164).
- Karima MD, Radia D, Nawal Z, Nesrine H. (2022). Phytochemical study and evaluation of the antioxidant and antimicrobial activity of the methanolic extract of *Urtica dioica*. *Plant Archives* (09725210) 22(2).
- Kavalali, G. (2003). An introduction to *Urtica* (botanical aspects). In *Urtica* (pp. 17-27). CRC Press.
- Khanal, D. R., Tiwari, I., Bastola, R., & Upreti, C. R. (2017). Beneficial effects of stinging nettle supplementation on milk production. *Nepalese Veterinary Journal*, 34, 60-68.
- Khare, V., Kushwaha, P., Verma, S., Gupta, A., Srivastava, S., & Rawat, A. K. S. (2012). Pharmacognostic evaluation and antioxidant activity of *Urtica dioica* L.
- Kiaei E, Mazandarani M, Ghaemi E. (2010). Antibacterial activity of 7 species of medicinal plants on bacteria isolated from UTI patients in Golestan province. *Journal of Medicinal plants* 9(34)
- Kinsky, S. C., Loader, J. E., & Benedict, S. H. (1989). Phorbol ester activation of phospholipase D in human monocytes but not peripheral blood lymphocytes. *Biochemical and biophysical research communications*, 162(2), 788-793.
- Konrad, A., Mähler, M., Arni, S., Flogerzi, B., Klingelhöfer, S., & Seibold, F. (2005). Ameliorative effect of IDS 30, a stinging nettle leaf extract, on chronic colitis. *International journal of colorectal disease*, 20, 9-17.
- Koraqi H, Petkoska AT, Khalid W, Sehrish A, Ambreen S, Lorenzo JM. (2023). Optimization of the extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from strawberry fruits

- (*Fragaria x ananassa* Duch.) using response surface methodology. *Food Analytical Methods* 16(6):1030-1042.
- Korkmaz, S., Aydın, H. B., & Korkmaz, B. I. O. (2023). *In Vitro* Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity, Cytotoxicity and Anti-Cancer Activity of Methanolic *Urtica dioica* L. Leaf Extract as a Food Supplement. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 37(3), 497-504.
- Krache, F., Boualem, M., Benourad, F. (2022) Optimisation des stratégies de lutte à l'égard de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae). Thèse de Doctorat p, 187.
- Krawczyk, B., Wysocka, M., Michalik, M., & Gołębiewska, J. (2022). Urinary tract infections caused by *K. pneumoniae* in kidney transplant recipients—epidemiology, virulence and antibiotic resistance. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 861374.
- Kudritsata, S. E., Filman, G. M., Zagorodskaya, L. M., & Chikovanii, D. M. (1986). Carotenoids of *Urtica dioica*. *Chemistry of Natural Compounds*, 22(5), 604-605.
- Külcü, DB, Gökışık, CD, & Aydın, S. (2019). Une étude de l'activité antibactérienne et antioxydante des plantes d'ortie (*Urtica dioica* L.), de menthe (*Mentha piperita*), de thym (*Thyme serpyllum*) et de *Chenopodium album* L. du plateau de Yaylacık, Giresun, Turquie. *Revue turque des sciences et technologies agricoles et alimentaires* , 7 (1), 73-80.
- Kumaki, Y., Wandersee, M. K., Smith, A. J., Zhou, Y., Simmons, G., Nelson, N. M., ... & Barnard, D. L. (2011). Inhibition of severe acute respiratory syndrome coronavirus replication in a lethal SARS-CoV BALB/c mouse model by stinging nettle lectin, *Urticadioica* agglutinin. *Antiviral research*, 90(1), 22-32.
- Lamnaouer, D. (2002). Détermination des propriétés biologiques (activités pharmacologiques et toxicologiques) des plantes médicinales et aromatiques du PNT. *Programme de l'UICN en Afrique du Nord: Phase III. Etat d'avancement.* p, 3-7.
- Langlade, V. (2010). L'Ortie dioïque, *Urtica Dioica* L., Etude bibliographique (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat en Pharmacie, Université de Nante-France, 3 mai).

- Lecheva, I., P. Petrov, M. Nakova, M. Borovinova, N. Velcheva, S. Simova, E. Staneva, L. Ivanova, V. Taseva, sht. Kalinova, P. Nikolov, M. Tsenova, (2006). Dobra Rastitelnozashitna praktika pri kostilkovite ovoshtni vidove. NSRZ pri MZG, Sofia.
- Lee, JY (2018). Effets anti-inflammatoires de l'acide sinapique sur la colite induite par l'acide 2, 4, 6-trinitrobenzènesulfonique chez la souris. *Archives de la recherche pharmaceutique* , 41 , 243-250.
- Li, Y., Fabiano-Tixier, A. S., Chemat, F., Li, Y., Fabiano-Tixier, A. S., & Chemat, F. (2014). Essential oils: from conventional to green extraction. *Essential oils as reagents in Green Chemistry*, 9-20.
- Li, Z. J., Njateng, G. S., He, W. J., Zhang, H. X., Gu, J. L., Chen, S. N., & Du, Z. Z. (2013). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from the edible aromatic plant *Aristolochia delavayi*. *Chemistry & biodiversity*, 10(11), 2032-2041.
- Lichius, JJ et Muth, C. (1997). Effets inhibiteurs des extraits de racine d'*Urtica dioica* sur l'hyperplasie prostatique induite expérimentalement chez la souris. *Planta medica* , 63 (04), 307-310.
- Lim, K. S., Park, J. K., Jeong, M. H., Bae, I. H., Park, D. S., Shim, J. W., ... & Ahn, Y. (2018). Anti-inflammatory effect of gallic acid-eluting stent in a porcine coronary restenosis model. *Acta Cardiologica Sinica*, 34(3), 224.
- Liu RH. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American journal of clinical nutrition* 78(3):517S-520S.
- Liu, Y. M., Shen, J. D., Xu, L. P., Li, H. B., Li, Y. C., & Yi, L. T. (2017). Ferulic acid inhibits neuro-inflammation in mice exposed to chronic unpredictable mild stress. *International Immunopharmacology*, 45, 128-134.
- Lopez Del Egado L, Navarro-Miró D, Martinez-Heredia V, Toorop PE, Iannetta PP. (2017). A spectrophotometric assay for robust viability testing of seed batches using 2, 3, 5-triphenyl tetrazolium chloride: using *Hordeum vulgare* L. as a model. *Frontiers in plant science* 8:747.

- Lowy FD. (2003). Antimicrobial resistance: the example of *Staphylococcus aureus*. *The Journal of clinical investigation* 111(9):1265-1273.
- Maietti, A., Tedeschi, P., Catani, M., Stevanin, C., Pasti, L., Cavazzini, A., & Marchetti, N. (2021). Composition nutritionnelle et performances antioxydantes des produits de panification enrichis en feuilles d'ortie (*Urtica dioica*). *Aliments* , 10 (5), 938.
- Malheiro JF, Maillard J-Y, Borges F, Simões M. (2019). Evaluation of cinnamaldehyde and cinnamic acid derivatives in microbial growth control. *International Biodeterioration & Biodegradation* 141:71-78.
- Man, S. M., Păucean, A., Chiș, M., Muste, S., Pop, A., Mureșan, A., & Martis, G. (2019). Effect of nettle leaves powder (*Urtica dioica* L.) addition on the quality of bread. *Hop Med. Plants*, 27, 104-112.
- Manandhar, N. P. (2002). *Plants and people of Nepal* (pp. 599-pp).
- Manganelli, RU, Zaccaro, L. et Tomei, PE (2005). Activité antivirale in vitro d'*Urtica dioica* L., *Parietaria diffusa* M. et K. et *Sambucus nigra* L. *Journal of ethnopharmacology* , 98 (3), 323-327.
- Mannila, E., Marti-Quijal, F. J., Selma-Royo, M., Calatayud, M., Falcó, I., de la Fuente, B., ...&Linderborg, K. M. (2023). *In vitro* bioactivities of food grade extracts from yarrow (*Achillea millefolium* L.) and stinging nettle (*Urtica dioica* L.) leaves. *Plant Foods for Human Nutrition*, 78(1), 132-138
- Mansur, J. D. S., Breder, M. N. R., Mansur, M. C. D. A., & Azulay, R. D. (1986). Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An. Bras. Dermatol*, 121-4.
- Mapcarta (c). (2026). Sidi Ali map and geographic information. Retrieved February 6, 2026, from <https://mapcarta.com/fr/17493730>
- Mapcarta. (a)(2025). *Hassi Mameche map and geographic information*. Mapcarta. Retrieved February 6, 2026, from <https://mapcarta.com/17333752>
- Mapcarta. (b) 2025. "Achaacha Map and Geographic Information." Accessed February 6, 2026. <https://mapcarta.com/17363708>.

- Marchetti, N., Bonetti, G., Brandolini, V., Cavazzini, A., Maietti, A., Meca, G., & Mañes, J. (2018). L'ortie (*Urtica dioica* L.) comme additif alimentaire fonctionnel dans les pâtes aux œufs : enrichissement et bioaccessibilité de la lutéine et du β -carotène. *Journal of Functional Foods*, 47, 547-553.
- Martins, KB, Ferreira, AM, Pereira, VC, Pinheiro, L., & Oliveira, AD & Cunha MD (2019). Effets in vitro des agents antimicrobiens sur les formes planctoniques et biofilmées de *Staphylococcus saprophyticus* isolées chez des patients atteints d'infections des voies urinaires. *Front Microbiol*, 10, 40.
- Mboug, N., & Goletti, M. (2012). Formulation d'insecticides en poudre par adsorption des huiles essentielles de *Xylopiya aethiopica* et de *Ocimum gratissimum* sur des argiles camerounaises modifiées (Doctoral dissertation, Montpellier, Ecole nationale supérieure de chimie).
- Melesse, A., Beyan, M., & Berihun, K. (2015). The effect of feeding stinging nettle (*Urtica simensis*) leaf meal on the feed intake, growth performance and carcass characteristics of hubbard broiler chickens. *Glob. J. Sci. Front. Res.(GJSFR):(D) Agriculture and Veterinary*, 15(3), 1-20.
- Meryem, B., Meriem, M., Sarah, B., & Ali, R. (2020). Antioxidant and antimicrobial activities, and HPLC-PDA-ESI-MS profile of phenolic extract of *Urtica dioica* L. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 10(6).
- Mihaljev, Z., Zivkov-Balos, M., Cupić, Z., & Jaksić, S. (2014). Levels of some microelements and essential heavy metals in herbal teas in Serbia. *Acta poloniae pharmaceutica*, 71(3), 385-391.
- Mikaeili, A., Karimi, I., Modaresi, M., & Bagherinasab, Z. (2013). In vitro antifungal activity of *Urtica dioica* L. extract against *Microsporum canis* determined by diameter of inhibition zone. *Tropical Journal of Pharmaceutics*, 12(6), 997-1002.
- Milano, A., Sulejmani, A., Intra, J., Sala, MR, Leoni, V., & Carcione, D. (2022). Tendances de la résistance aux antimicrobiens des isolats d'*Escherichia coli* provenant d'infections urinaires ambulatoires et hospitalières sur une période de 20 ans. *Résistance microbienne aux médicaments*, 28 (1), 63-72.

- Mitrović, J., Nikolić, N., Karabegović, I., Lazić, M., & Nikolić, L. (2021). Nettle (*Urticadioica* L.) seed oil: extraction, chemical characterisation and antioxidant activity.119-123.
- Mittman, P. (1990). Randomized, double-blind study of freeze-dried *Urtica dioica* in the treatment of allergic rhinitis. *Planta medica*, 56(01), 44-47.
- Modarresi-Chahardehi A, Ibrahim D, Fariza-Sulaiman S, Mousavi L. (2012). Screening antimicrobial activity of various extracts of *Urtica dioica*. *Revista de biologia tropical* 60(4):1567-1576.
- Mohammadi, A., Mansoori, B., Baradaran, PC, Khaze, V., Aghapour, M., Farhadi, M., & Baradaran, B. (2017). L'extrait d'*Urtica dioica* inhibe la prolifération et induit l'apoptose et l'expression génétique associée des cellules cancéreuses du sein *in vitro* et *invivo*. *Cancer du sein clinique* , 17 (6), 463-470.
- Mohammedi, Z. (2006). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. *Mémoire de Magister. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen*. 105p.
- mondiale de la Santé, O. (2013). Stratégie de l’OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023. *Organisation mondiale de la Santé*.
- Moro Buronzo A. (2011). Les incroyables vertus de l’ortie. Jouvence Alimentation santé. France.156p.
- Moutsie L.(2003). L’ortie, une amie qui vous veut du bien. Encyclopédie d’Urovie; 56p.
- Moutsie. (2002). L’ortie: une amie qui vous veut du bien. Utovie éd.
- Mueed A, Shibli S, Al-Quwaie DA, Ashkan MF, Alharbi M, Alanazi H, Binothman N, Aljadani M, Majrashi KA, Huwaikem M. (2023). Extraction, characterization of polyphenols from certain medicinal plants and evaluation of their antioxidant, antitumor, antidiabetic, antimicrobial properties, and potential use in human nutrition. *Frontiers in Nutrition* 10:1125106.

- Murray, C. J., Ikuta, K. S., Sharara, F., Swetschinski, L., Aguilar, G. R., Gray, A., ...& Tasak, N. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The lancet*, 399(10325), 629-655.
- Nassiri-Asl, M., Zamansoltani, F., Abbasi, E., Daneshi, M. M., & Zangivand, A. A. (2009). Effects of *Urtica dioica* extract on lipid profile in hypercholesterolemic rats. *EEC*, 7(5), 428-33.
- Naz S, Ahmad S, Rasool SA, Sayeed SA, Siddiqi R. (2006). Antibacterial activity directed isolation of compounds from *Onosma hispidum*. *Microbiological research* 161(1):43-48.
- Nencu, I. O. A. N. A., Vlase, L. A. U. R. I. A. N., Istudor, V. I. O. R. I. C. A., Duțu, L. E., & Gird, C. E. (2012). Preliminary research regarding the therapeutic uses of *Urtica dioica* L. Note I. The polyphenols evaluation. *Farmacia*, 60(4), 493-500.
- Nencu, I., Vlase, L., Istudor, V., & Mircea, T. Ă. M. A. Ș. (2015). Preliminary research regarding *Urtica urens* L. and *Urtica dioica* L. *amino acids*, 63, 710-715.
- Ngbolua, K. N., Rafatro, H., Rakotoarimanana, H., Ratsimamanga, U. S., Mudogo, V., Mpiana, P. T., & Tshibangu, D. S. T. (2011). Pharmacological screening of some traditionally-used antimalarial plants from the Democratic Republic of Congo compared to their ecological taxonomic equivalence in Madagascar. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(5), 1797-1804.
- Ngwanguong TE, Teke GN, Tamekou SL, Njuabe MT, Kuate J-R. (2023). *In-vitro* anti-salmonella activity of methanol and aqueous extracts and their associations of *Psidium guajava* and *Carica papaya* leaves. *Investigational Medicinal Chemistry and Pharmacology* 6(1).
- Noori, S., Zeynali, F., & Almasi, H. (2018). Antimicrobial and antioxidant efficiency of nanoemulsion-based edible coating containing ginger (*Zingiber officinale*) essential oil and its effect on safety and quality attributes of chicken breast fillets. *Food control*, 84, 312-320.
- Norata, GD, Marchesi, P., Passamonti, S., Pirillo, A., Violi, F., & Catapano, AL (2007). Effets anti-inflammatoires et anti-athérogènes de la cathéchine, de l'acide caféique et

du trans-resvératrol chez les souris déficientes en apolipoprotéine E. *Atherosclerosis*, 191 (2), 265-271.

Nutrient Optimiser, (2022). Stinging nettles nutritional value and analysis. <https://nutrientoptimiser.com/nutritional-value-stinging-nettles-blanché-northern-plains-indians/>

NutritionValue.org, (2022). Stinging nettles, blanched (northern plains Indians) https://www.nutritionvalue.org/Stinging_Nettles%2C_blanched_%28Northern_Plains_Indians%29_nutritional_value.html#google_vignette.

Obertreis, B., Ruttkowski, T., Teucher, T., Behnke, B., & Schmitz, H. (1996). *Ex-vivo* inhibition of lipopolysaccharide stimulated tumor necrosis factor- α and interleukin-1 β secretion in human whole blood by extractum urticae dioicae foliorum. *Arzneimittel-forschung*, 46(4), 389-394.

Oliveira, M. B., Valentim, I. B., Rocha, T. S., Santos, J. C., Pires, K. S., Tanabe, E. L., ... & Goulart, M. O. (2020). Schinus terebenthifolius Raddi extracts: From sunscreen activity toward protection of the placenta to Zika virus infection, new uses for a well-known medicinal plant. *Industrial crops and products*, 152, 112503.

Orčić D, Francišković M, Bekvalac K, Svirčev E, Beara I, Lesjak M, Mimica-Dukić N. (2014). Quantitative determination of plant phenolics in *Urtica dioica* extracts by high-performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometric detection. *Food chemistry* 143:48-53.

Otles, S., & Yalcin, B. (2012). Analyse des composés phénoliques des racines, des tiges et des feuilles d'ortie. *The Scientific World Journal*, 2012 (1), 564367.

Özen, T., & Korkmaz, H. (2003). Modulatory effect of *Urtica dioica* L.(Urticaceae) leaf extract on biotransformation enzyme systems, antioxidant enzymes, lactate dehydrogenase and lipid peroxidation in mice. *Phytomedicine*, 10(5), 405-415.

Pabast, M., Shariatifar, N., Beikzadeh, S., & Jahed, G. (2018). Effects of chitosan coatings incorporating with free or nano-encapsulated Satureja plant essential oil on quality characteristics of lamb meat. *Food Control*, 91, 185-192.

- Parcheta M, Świsłocka R, Orzechowska S, Akimowicz M, Choińska R, Lewandowski W. (2021). Recent developments in effective antioxidants: The structure and antioxidant properties. *Materials* 14(8):1984.
- Parizadian Kavan, B., Khosravinia, H., Karimirad, R., & Tavakolinasab, F. (2023). Effets de la supplémentation alimentaire en huiles essentielles de chardon-Marie et d'ortie sur les performances, la qualité des œufs et les paramètres hématologiques chez les poules pondeuses. *Poultry Science Journal* , 11 (1), 125-131.
- Patel, SS, Mahindroo, N., & Udayabanu, M. (2016). Les feuilles d'*Urtica dioica* modulent la voie de l'oncogène-1 associé au gliome lissé de l'hippocampe et le dysfonctionnement cognitif chez les souris chroniquement stressées. *Biomédecine & Pharmacothérapie* , 83 , 676-686.
- Pavela, R. (2016). History, presence and perspective of plant insecticides and farm products for protection against insects: a review. *Plant Prot Sci*, 52, 229-241.
- Perez, J., (2022). Food as medicine stinging nettle (*Urtica dioica* L., Urticaceae). <https://www.herbalgram.org/resources/herbalegram/volumes/volume-15/number-7-july/food-as-medicine-stinging-nettle-urtica-dioica-urticaceae/food-as-medicine/>.
- Pompeu, DR, Silva, EM, & Rogez, HJBT (2009). Optimisation de l'extraction par solvant d'antioxydants phénoliques à partir de fruits d'Euterpe oleracea en utilisant la méthodologie de surface de réponse. *Bioresource technology* , 100 (23), 6076-6082.
- Poudel, A., & Kafle, K. (2021). *Tuta absoluta*; A devastating pest of tomato: A Review. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 8(5), 193-197.
- Pradhan, S., Manivannan, S., & Tamang, J. P. (2015). Proximate, mineral composition and antioxidant properties of some wild leafy vegetables.
- Prakash D, Upadhyay G, Singh BN, Singh H. 2007. Antioxidant and free radical-scavenging activities of seeds and agri-wastes of some varieties of soybean (*Glycine max*). *Food chemistry* 104(2):783-790.

- Radak, Z., (2005). The effect of exercise and nettle supplementation on oxidative stress markers in the rat brain. *Brain Res. Bull.* 65 (6), 487e493
- Rafajlovska, V., Kavrakovski, Z., Simonovska, J., & Srbinoska, M. (2013). Determination of protein and mineral contents in stinging nettle. *Quality of Life (Banja Luka)-APEIRON*, 7(1-2).
- Rahmati, M., Keshvari, M., Mirnasouri, R., & Chehelcheraghi, F. (2021). L'exercice et l'extrait d'*Urtica dioica* améliorent la signalisation de l'insuline hippocampique, le stress oxydatif, la neuroinflammation et la fonction cognitive chez les rats diabétiques induits par STZ. *Biomédecine & Pharmacothérapie* , 139 , 111577.
- Rajput P, Choudhary M, Sharma R. (2019). Comparing antibacterial potential and phytochemical constituency of two species of genus *Urtica*. *Int J Pharma Bio Sci* 9:90-102.
- Raman, R., (2018). 6 Evidence-based benefits of stinging nettle <https://www.healthline.com/nutrition/stinging-nettle> . Visité le 24/08/2024
- Ramkumar, G., Asokan, R., Ramya, S., & Gayathri, G. (2021). Characterization of *Trigonella foenum-graecum* derived iron nanoparticles and its potential pesticidal activity against *Tuta absoluta* (Lepidoptera). *Journal of Cluster Science*, 32, 1185-1190.
- Randall, C., Meethan, K., Randall, H., & Dobbs, F. (1999). Piqûre d'ortie d'*Urtica dioica* pour les douleurs articulaires : une étude exploratoire de cette thérapie complémentaire. *Thérapies complémentaires en médecine* , 7 (3), 126-131.
- Randall, C., Randall, H., Dobbs, F., Hutton, C., & Sanders, H. (2000). Essai contrôlé randomisé sur la piqûre d'ortie pour le traitement de la douleur à la base du pouce. *Journal of the Royal Society of Medicine* , 93 (6), 305-309.
- Reginald, H., Garret, T., & Charles, M. Grisham (2000). *Biochimie.-1 e éd.-Paris: De Boeck Université.-1253p.*
- Repajić M, Cegledi E, Zorić Z, Pedisić S, Elez Garofulić I, Radman S, Palčić I, Dragović-Uzelac V. 2021. Bioactive compounds in wild nettle (*Urtica dioica* L.) leaves and

- stalks: Polyphenols and pigments upon seasonal and habitat variations. *Foods* 10(1):190.
- Rolta R, Kumar V, Sourirajan A, Upadhyay NK, Dev K. (2020). Phytochemicals of three medicinal plants (*Juniperus communis*, *Urtica dioica* and *Coleus forskohlii*) of North West Himalayas increases the potency of antibacterial and antifungal antibiotics. *Plant Arch* 20(2):481-489.
- Romanazzi, G., Orçonneau, Y., Moumni, M., Davillerd, Y., & Marchand, PA (2022). Les substances de base, un outil durable pour compléter et éventuellement remplacer les pesticides de synthèse dans la gestion des maladies pré et post-récolte : mode d'emploi révisé pour les utilisateurs. *Molécules* , 27 (11), 3484.
- Roschek Jr, B., Fink, R. C., McMichael, M., & Alberte, R. S. (2009). Nettle extract (*Urtica dioica*) affects key receptors and enzymes associated with allergic rhinitis. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 23(7), 920-926.
- Rutto, L. K., Xu, Y., Ramirez, E., & Brandt, M. (2013). Mineral properties and dietary value of raw and processed stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *International journal of food science*, 2013(1), 857120.
- Ryckewaert, P., & Rhino, B. (2017). Insectes et acariens des cultures maraîchères en milieu tropical humide: Reconnaissance, bioécologie et gestion agro-écologique.
- Saavedra MJ, Borges A, Dias C, Aires A, Bennett RN, Rosa ES, Simões M. (2010). Antimicrobial activity of phenolics and glucosinolate hydrolysis products and their synergy with streptomycin against pathogenic bacteria. *Medicinal Chemistry* 6(3):174-183.
- Saeki, E. K., Yamada, A. Y., De Araujo, L. A., Anversa, L., Garcia, D. D. O., De Souza, R. L. B., ...& Nakazato, G. (2021). Subinhibitory concentrations of biogenic silver nanoparticles affect motility and biofilm formation in *Pseudomonas aeruginosa*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11, 656984.

- Said, A. A. H., Otmani, I. S. E., Derfoufi, S., & Benmoussa, A. (2015). Highlights on nutritional and therapeutic value of stinging nettle (*Urtica dioica*). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(10), 8-14.
- Saiti, s., & Zergoun, w. (2023). Evaluation de la résistance des souches d'*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* aux antibiotiques dans les infections urinaires (wilaya de Ghardaïa–région Metlili) these de doctorat.
- Salihović, E., Salkić, B., Imširović, E., Hodžić, S., Noćajević, S., & Salkić, A. (2022). Influence des biopesticides et des préparations naturelles sur la régulation des maladies et des ravageurs dans la protection écologique des tomates (*Lycopersicon esculentum* L.) et des concombres (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Applied Life Sciences International* , 25 (1), 9-18.
- Sanches, MS, Silva, LC, Silva, CRD, Montini, VH, Oliva, BHDD, Guidone, GHM, ... & Rocha, SPD (2023). Prévalence de la résistance aux antimicrobiens et relation clonale chez les *Proteus mirabilis* producteurs de BLSE/AmpC isolés à partir de produits à base de viande et d'infections urinaires acquises dans la communauté (UTI-CA) dans le sud du Brésil. *Antibiotiques* , 12 (2), 370.
- Sánchez-Moreno, C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food science and technology international*, 8(3), 121-137.
- Sanogo, Y. O., & Bell, A. M. (2016). Molecular mechanisms and the conflict between courtship and aggression in three-spined sticklebacks. *Molecular ecology*, 25(17), 4368-4376.
- Sarma Katak, M., Murugamani, V., Rajkumari, A., Singh Mehra, P., Awasthi, D., & Shankar Yadav, R. (2012). Antioxidant, hepatoprotective, and anthelmintic activities of methanol extract of *Urtica dioica* L. leaves. *Pharmaceutical Crops*, 3(1).
- Saygin, M., Asci, H., Ozmen, O., Cankara, FN, Dincoglu, D., & Ilhan, I. (2016). Impact du rayonnement micro-ondes de 2,45 GHz sur les biomarqueurs de la voie inflammatoire testiculaire chez les jeunes rats : le rôle de l'acide gallique. *Environmental Toxicology* , 31 (12), 1771-1784.

- Schalka, S., & Reis, V. M. S. D. (2011). Sun protection factor: meaning and controversies. *Anais brasileiros de dermatologia*, 86, 507-515.
- Schauenberg, P, Paris, F. (2005). Guide des plantes médicinales: analyse, description et utilisation de 400 plantes. Delachaux et Niestlé.
- Scheottner, M., Ganßer, D., Spitteller, G., (1997). Lignans from the roots of *Urtica dioica* and their metabolites bind to human sex hormone binding globulin (SHBG). *Planta Med.* 63 (6), 529–532.
- Sehari, M., Kouadria, M., Amirat, M., Sehari, N., & Hassani, A. (2020). Phytochimie et activité antifongique d'extraits végétaux d'ortie (*Urtica dioica* L.). *Ukrainian Journal of Ecology* , 10 (1), 1-6.
- Şekeroğlu, N., Özkutlu, F., Deveci, M., Dede, Ö., & Yılmaz, N. (2006). Evaluation of some wild plants aspect of their nutritional values used as vegetable in Eastern Black Sea Region of Türkiye.
- Selka, S., Mkedder, I., Ilias, F., & Gaouar, S. B. S. (2024, November). Morpho-Pomological Study of Plum Trees (*Prunus domestica* L.) in Western Algeria. In *Biology and Life Sciences Forum* (Vol. 36, No. 1, p. 12). MDPI.
- Shabani, M., Ghorbani-HasanSaraei, A., Shariatifar, N., Savadkoohi, F., & Shahidi, S. A. (2023). Effect of *Urtica dioica* L. Essential oil (forms of free and nanoliposome) on some inoculated pathogens (*Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*) in minced camel meat. *Food Chemistry: X*, 20, 101050.
- Shahbazi, Y. (2017). Chemical composition and *in vitro* antibacterial activity of *Menthaspicata* essential oil against common food-borne pathogenic bacteria. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), e13224.
- Shao, B., Wang, M., Chen, A., Zhang, C., Lin, L., Zhang, Z., & Chen, A. (2020). Effet protecteur de l'ester phénéthylque de l'acide caféique contre l'hépatotoxicité induite par l'imidaclopride en atténuant le stress oxydatif, le stress du réticulum endoplasmique, l'inflammation et l'apoptose. *Biochimie et physiologie des pesticides* , 164 , 122-129.

- Sharp, R., (2021). Basic Substances; what are they and how can they used for pest and disease control on farms. <https://www.eutrema.co.uk/post/basic-substances-what-are-they-and-how-can-they-used-for-pest-and-disease-control-on-farms>.
- Shin, K. M., Kim, I. T., Park, Y. M., Ha, J., Choi, J. W., Park, H. J., ...& Lee, K. T. (2004). Anti-inflammatory effect of caffeic acid methyl ester and its mode of action through the inhibition of prostaglandin E₂, nitric oxide and tumor necrosis factor- α production. *Biochemical pharmacology*, 68(12), 2327-2336.
- Shonte, TT et De Kock, HL (2017). Évaluation sensorielle descriptive des feuilles d'ortie cuites (*Urtica dioica* L.) et des infusions de feuilles : effet de l'utilisation de feuilles fraîches ou séchées au four. *South African Journal of Botany* , 110 , 167-176.
- Silva, E. M., Rogez, H., & Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction of phenolics from *Inga edulis* leaves using response surface methodology. *Separation and purification technology*, 55(3), 381-387.
- Singh H. (1989). Ethnobotanical studies on *Urtica dioica* among the Bhotias of Chamoli Garhwal, Uttar Pradesh. *Journal of Economic and Taxonomic Botany* 13(8):719-724.
- Singh, M., Sengar, B. (2021). *Urtica dioica* L. (Ortie piquante) : Morphologiques, phytochimiques, pratiques de culture et potentiel biologique : *une revue*. Volume 13, Numéro 2.
- Singh, M., & Kali, G. (2019). Study on morpho-anatomical and histo-chemical characterisation of stinging nettle, *Urtica dioica* L in Uttarakhand, India *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 4325-4331.
- Singh, M., & Sengar, B. (2019). Study on Phytochemical and Antioxidative potential of Leaf Extract of Stinging Nettle *Urtica dioica* L in Uttarakhand, India. *J Emerg Technol Innov Res*, 6(1), 291-297.
- Singh, R., Hussain, S., Verma, R., & Sharma, P. (2013). Criblage antimycobactérien de cinq plantes médicinales indiennes et purification partielle d'extraits actifs de *Cassia sophera* et d'*Urtica dioica*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* , 6 (5), 366-371.

- Singleton V.L. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Song, C. H., Kim, Y. H., Naskar, M., Hayes, B. W., Abraham, M. A., Noh, J. H., ...& Choi, H. W. (2022). *Lactobacillus crispatus* limits bladder uropathogenic *E. coli* infection by triggering a host type I interferon response. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(33), e2117904119.
- Soni A, Sosa S. (2013). Phytochemical analysis and free radical scavenging potential of herbal and medicinal plant extracts. *Journal of Pharmacognosy and phytochemistry* 2(4):22-29.
- Stefanescu, C. (2001). The nature of migration in the red admiral butterfly *Vanessa atalanta*: evidence from the population ecology in its southern range. *Ecological Entomology*, 26(5), 525-536.
- Sterniša M, Bucar F, Kunert O, Možina SS. (2020). Targeting fish spoilers *Pseudomonas* and *Shewanella* with oregano and nettle extracts. *International journal of food microbiology* 328:108664.
- Sujith K, Suba V, Darwin CR. (2011). Neuropharmacological profile of ethanolic extract of *anacyclus Pyrethrum* in Albino wistar rats. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2(8):2109.
- Tabardel, J. (2003). Utilisation de l'ortie (*Urtica dioica* L) en alimentation animale: étude bibliographique (Doctoral dissertation).
- Taheri, Y., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Sharifi-Rad, J., Ezzat, S. M., Merghany, R. M., ...& Cho, W. C. (2022). *Urtica dioica*-derived phytochemicals for pharmacological and therapeutic applications. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2022(1), 4024331.
- Tarasevičienė, Ž., Vitkauskaitė, M., Paulauskienė, A. et Černiauskienė, J. (2023). Composition chimique des feuilles et des racines de l'ortie sauvage (*Urtica dioica* L.) et extraction des phénols. *Plantes*, 12 (2), 309.

- Tarusikirwa, VL, Machekano, H., Mutamiswa, R., Chidawanyika, F. et Nyamukondiwa, C. (2020). *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) à l'offensive en Afrique : perspectives d'initiatives de gestion intégrée. *Insectes* , 11 (11), 764.
- Testai L, Chericoni S, Calderone V, Nencioni G, Nieri P, Morelli I, Martinotti E. (2002). Cardiovascular effects of *Urtica dioica* L.(Urticaceae) roots extracts: *in vitro* and *in vivo* pharmacological studies. *Journal of Ethnopharmacology* 81(1):105-109.
- Tissier, Y. (2011). Les vertus de l'ortie. édition, le courrier du livre, Tredaniel, France, 160p.
- Tita, B., Faccendini, P., Bello, U., Martinoli, L., & Bolle, P. (1993). *Urtica dioica* L: pharmacological of ethanol extract. *Pharmacological research*, 27, 21-22.
- Toffolatti, S. L., Davillerd, Y., D'Isita, I., Facchinelli, C., Germinara, G. S., Ippolito, A., ... & Romanazzi, G. (2023). Are basic substances a key to sustainable pest and disease management in agriculture? An open field perspective. *Plants*, 12(17), 3152.
- Toldy, A., Atalay, M., Stadler, K., Sasvári, M., Jakus, J., Jung, K. J., ...& Radák, Z. (2009). The beneficial effects of nettle supplementation and exercise on brain lesion and memory in rat. *The Journal of nutritional biochemistry*, 20(12), 974-981.
- Tometri, SS, Ahmady, M., Ariaii, P., & Soltani, MS (2020). Extraction et encapsulation d'extrait de feuille de *Laurus nobilis* avec un nano-liposome et son effet sur les propriétés oxydatives, microbiennes, bactériennes et sensorielles du bœuf haché. *Journal of Food Measurement and Characterization* , 14 , 3333-3344.
- 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, Département Biologie).
- Tura, D., & Robards, K. (2002). Sample handling strategies for the determination of biophenols in food and plants. *Journal of chromatography A*, 975(1), 71-93.
- Turel, I., Oto, G., Ayaz, E., Yılmaz, O., & Mercan, U. (2008). Anthelmintic activity of *Urtica dioica* L. in mice naturally infected with *Aspiculuris tetraptera*.

- Uğur Y, Güzel A. (2023). Determination of phytochemical content by LC-MS/MS, investigation of antioxidant capacity, and enzyme inhibition effects of nettle (*Urtica dioica*). *European Review for Medical & Pharmacological Sciences* 27(5).
- Ustundag AO. (2023). Using stinging nettle (*urtica dioica*) in poultry nutrition. *scientific papers series d animal science* 66(1).
- Uyar, A., Yener, Z., & Dogan, A. (2016). Effets protecteurs de l'extrait de graines d'*Urtica dioica* dans l'aflatoxicose : résultats histopathologiques et biochimiques. *British chicken science* , 57 (2), 235-245.
- Vajić, U. J., Grujić-Milanović, J., Živković, J., Šavikin, K., Godevac, D., Miloradović, Z., ...&Mihailović-Stanojević, N. (2015). Optimization of extraction of stinging nettle leaf phenolic compounds using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*, 74, 912-917.
- Vasilev, P., Andreev, R., Palagacheva, N., Kutinkova, H. et Stefanova, D. (2019). Efficacité des insecticides non chimiques contre *Hyalopterus pruni* (Hemiptera : Aphididae) sur prunier. *J. Biopest* , 12 , 15-16.
- Wagner, H., Willer, F., & Kreher, B. (1989). Biologically active compounds from the aqueous extract of *Urtica dioica*. *Planta medica*, 55(5), 452-454.
- Wagner, H., Willer, F., Samtleben, R., & Boos, G. (1994). Recherche du principe antiprostatique des racines d'ortie (*Urtica dioica*). *Phytomedicine* , 1 (3), 213-224.
- Wallace Hayes, A., (2008).Principle and methods of toxicology, fifth edition, ed Tayler end Francis, New York. ISBN: 084933778X, 9780849337789. 2296p
- Wang, J., & Pantopoulos, K. (2011). Regulation of cellular iron metabolism. *Biochemical Journal*, 434(3), 365-381.
- Wang, M., Jiang, N., Wang, Y., Jiang, D., & Feng, X. (2017). Characterization of phenolic compounds from early and late ripening sweet cherries and their antioxidant and antifungal activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(26), 5413-5420.
- Wei, G., Wu, Y., Gao, Q., Shen, C., Chen, Z., Wang, K., ...& Sun, X. (2018). Gallic acid attenuates postoperative intra-abdominal adhesion by inhibiting inflammatory

reaction in a rat model. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 24, 827.

Wetherilt, H. (1992). Evaluation of *Urtica* species as potential sources of important nutrients. In *Developments in food science* (Vol. 29, pp. 15-25). Elsevier.

Wichtl M, Anton R. (2003). Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, *science et thérapeutique*. Éditions Tec. & Doc. EM Inter, 2e édition, 788

Wilkinson, JM (2006). Méthodes de test de l'activité antimicrobienne des extraits. *Phytomédecine moderne : transformer les plantes médicinales en médicaments*, 157-171.

Wolf, F. (1998). Gonarthrose: Brennesselblätter-Extrakt IDS 23 in der Langzeitanwendung. *Kassenarzt*, 44, 52-54.

Yang, J., Guo, J., & Yuan, J. (2008). *In vitro* antioxidant properties of rutin. *LWT-Food Science and Technology*, 41(6), 1060-1066.

Yener, Z., Celik, I., Ilhan, F., & Bal, R. (2009). Effets des graines d'*Urtica dioica* L. sur la peroxydation lipidique, les antioxydants et la pathologie hépatique dans les lésions tissulaires induites par l'aflatoxine chez le rat. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (2), 418-424.

Yıldız, L., Başkan, K. S., Tütem, E., & Apak, R. (2008). Combined HPLC-CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay of parsley, celery leaves, and nettle. *Talanta*, 77(1), 304-313.

Zafar, H. (2018). Études sur la lutte biologique contre *Alternaria Solani* (thèse de doctorat, Université fédérale des arts, des sciences et de la technologie d'Urdu. Islamabad).

Zago, DI, Ben Bari, S., Tirard, A., Miksa, S., Renoux, P., & Questel, E. (2024). Aperçu des résultats des tests d'aptitude pour la détermination *in vivo* du facteur de protection solaire. *Revue internationale des sciences cosmétiques*.

Zeghib, A., Kabouche, Z., & Calliste, C.-A. (2013). Etude phytochimique et activités antioxydante, antiproliférative, antibactérienne et antivirale d'extraits et d'huiles essentielles de quatre espèces endémiques du genre *Thymus*.

- Zeković, Z., Cvetanović, A., Švarc-Gajić, J., Gorjanović, S., Sužnjević, D., Mašković, P., ... & Đurović, S. (2017). Chemical and biological screening of stinging nettle leaves extracts obtained by modern extraction techniques. *Industrial Crops and Products*, 108, 423-430.
- Zhang, W., Wang, Y., Wang, K., Li, J., Liu, J., Li, S., ...&Liu, X. (2024). Analyse génomique basée sur le séquençage hybride de *Klebsiella pneumoniae* provenant d'infections des voies urinaires chez des patients hospitalisés dans un hôpital tertiaire de Pékin. *Infection et résistance aux médicaments* , 1447-1457.
- Zhao, X., Yang, J., Ju, Z., Chang, W., & Sun, S. (2018). Molecular characterization of antimicrobial resistance in *Escherichia coli* from rabbit farms in Tai'an, China. *BioMed Research International*, 2018(1), 8607647.
- Zhao, Y., Liu, J., Liu, C., Zeng, X., Li, X., & Zhao, J. (2016). Anti-inflammatory effects of p-coumaric acid in LPS-stimulated RAW264. 7 cells: Involvement of NF- κ B and MAPKs pathways. *Med. Chem*, 6, 327-330.