

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة سعيدة الدكتور مولاي الطاهر

Université de Saida Dr MOULAY Tahar

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la nature et de la Vie

قسم البيولوجيا

N° d'Ordre

Département de Biologie

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

En Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie

Thème

**Caractérisation phytochimique et biologique d'une espèce de la
famille des Urticacées (*Urtica dioica*)**

Présenté par:

- *Herhira Taha Siredj Mounir*
- *Miloudi Djillali*

Soutenu le: 24/06/2024

Devant le juré composé de :

Président

Dr : Henni Mustapha

Examineur

Dr : Houmaria Moufida

Rapporteur

Dr : Saidi Abdelmoumene

Invité

Mme Ammour Fatima

Année universitaire 2023-2024

Dédicace

À la source de tendresse inépuisable, à celle qui m'a porté dans ma faiblesse, à celle qui veillait chaque nuit pour me garantir

un sommeil paisible, à celle qui a tout fait pour moi, à ma chère mère, que Dieu la protège et lui accorde une longue vie, je dédie le fruit de mes efforts.

À celui qui m'a éduqué et m'a donné une personnalité unique, qui ne m'a jamais refusé ses conseils et ses orientations, à mon père, que Dieu le protège et lui accorde une longue vie.

À mes frères et sœurs ; en particulier à mon frère cadet **(Soliman)** et à ma sœur aînée **(Oumaima)** qui ont eu un grand impact en m'aidant à surmonter de nombreux obstacles et difficultés.

À mes merveilleux amis, que Dieu vous bénisse.

À tous mes chers professeurs, qui n'ont jamais hésité à m'aider et à me donner des conseils précieux.

Merci à vous

Remerciements

Nous louons Allah Tout-Puissant qui nous a guidés pour mener à bien cette recherche scientifique, et qui nous a dotés de santé, de bien-être et de détermination. Louange à Allah en abondance après ce voyage de recherche, d'effort et de persévérance, couronné par l'accomplissement de cette étude.

Nous exprimons notre profonde gratitude et nos remerciements à notre superviseur, **Monsieur Saidi Abdelmoumene**, pour toutes les directives et les informations précieuses qu'il nous a fournies, enrichissant ainsi les différents aspects de notre étude.

Nous tenons également à remercier chaleureusement les membres respectés du comité de soutenance, notamment **Dr Henni Mustapha**, Président du jury, et **Dr Houmaria Moufida**, Examineur. Leur expertise et leurs conseils ont été d'une grande aide pour mener à bien cette recherche.

Nous adressons une mention spéciale à **Madame Fatima Amour** pour son effort, ses conseils et son savoir tout au long de l'accomplissement de cette recherche, ainsi qu'à **Monsieur Farouk Boudou**, à qui nous exprimons notre profonde reconnaissance.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette étude.

À vous tous, un grand merci.

Liste des abréviations

HCl : Acide chlorhydrique

NaOH : Hydroxyde de sodium

H₂O : Eau

H₂SO₄ : Acide sulfurique

NaCl : Chlorure de sodium

UFC: Unité formant colonie

ATCC : American Type Culture Collection (Collection Américaine de Cultures de Type)

U. dioica : *Urtica dioica* (nom scientifique pour l'ortie)

S.aureus : *Staphylococcus aureus*

E.coli : *Escherichia coli*

RPM: Révolutions par minute

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison du foin et de l'ortie.....	11
Tableau 2 : Les différentes teintures obtenues à partir de l'ortie.....	13
Tableau 3 : Composition nutritionnelle des feuilles fraîches de l'ortie dioïque.....	16
Tableau 4 : Teneur en éléments minéraux et oligo-éléments en mg/100 g matière Sèche.....	16
Tableau 5 : Matériels et Équipements de laboratoire utilisés.....	38
Tableau 6 : Réactifs et produits chimiques utilisés.....	39
Tableau 7 : Les différents tests phytochimique.....	41
Tableau 8 : Résultats de Screening phytochimique des feuilles.....	45
Tableau 9 : Résultats de Screening phytochimique des Tiges.....	46
Tableau 10 : Resultats de rendement.....	54
Tableau 11 : Résultats de Test antibactérien (<i>Staphylococcus aureus</i>).....	56
Tableau 12 : Résultats de Test antibactérien (<i>Escherichia coli</i>).....	57

Liste des figures

Figure 1 : <i>Urtica dioica</i> L.....	4
Figure 2 : Feuille <i>Urtica dioica</i> L.....	5
Figure 3 : Tige d' <i>Urtica dioica</i>	6
Figure 4 : Les poils urticants.....	7
Figure 5 : Les racines d' <i>Urtica dioica</i>	7
Figure 6 : Fleurs d' <i>Urtica dioica</i>	8
Figure 7 : Grains et fruits d' <i>Urtica dioica</i> L.....	9
Figure 8 : exemple de composé phytochimique (la famille des alcaloïdes).....	20
Figure 9 : Les huiles essentielles des quelques plantes.....	20
Figure 10 : Des substances inorganiques.....	21
Figure 11 : Les vitamines	21
Figure 12 : Médicaments obtenus à base de microorganismes (les antibiotiques).....	22
Figure 13 : Molécule de la chitine (les chitinases)	22
Figure 14 : Les algues (Acide alginique).....	23
Figure 15 : Exemple de produit animal (la cire d'abeille).....	23
Figure 16 : Enfleurage de pétales de fleurs.....	26
Figure 17 : Les différents types d'ampoule à décanter.....	29
Figure 18 : Extracteur de Soxhlet.....	30
Figure 19 : Extracteur de Kumagawa.....	31
Figure 20 : Schéma d'une hydro-distillation.....	32
Figure 21 : Les principales étapes suivies depuis la récolte jusqu'à l'obtention de l'extrait..	36
Figure 21 : Rotavapeur.....	44
Figure 22 : Résultats de Screening phytochimique de flavonoïdes.....	47
Figure 23 : Résultats de Screening phytochimique de Tanins.....	47
Figure 24 : Résultats de Screening phytochimique de Coumarines.....	47
Figure 25 : Résultats de Screening phytochimique de Saponosides.....	47
Figure 26 : Résultats de Screening phytochimique de Terpénoïdes.....	48
Figure 27 : Résultats de Screening phytochimique de Stéroïdes.....	48
Figure 28 : Résultats de Screening phytochimique d'Anthocyanosides.....	48
Figure 29 : une activité antibactérienne d'extrait de chloroforme des Feuilles (<i>S. aureus</i>).	59

Figure 30 : une activité antibactérienne d'extrait de chloroforme des tiges (<i>S. aureus</i>).....	59
Figure 31 : Aucune activité antibactérienne d'extrait d'acétate d'éther des Feuilles (<i>S.aureus</i>).....	59
Figure 32 : Aucune activité antibactérienne d'extrait d'acétate d'éther des tiges (<i>S.aureus</i>).....	59

Résumé

Ce travail a porté sur l'étude phytochimique de l'extrait de la plante *Urtica dioica* provenant des tiges et des feuilles, ainsi que sur le rendement et ses activités antibactériennes. Les tests phytochimiques ont été évalués par des méthodes basées sur la récolte de matériel végétal, suivi du séchage et de la macération utilisant différents solvants (méthanol, éther de pétrole, chloroforme et acétate d'éthyle). Ensuite, après filtration, les extraits ont été utilisés dans les tests. Le rendement a été déterminé en utilisant la même méthode, mais en évaporant l'extrait avec un rotavapeur rotatif, suivi du calcul du rendement. L'activité antibactérienne des extraits a été testée vis-à-vis de différentes souches bactériennes (*Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*) en utilisant la méthode de diffusion en puits pour déterminer la présence ou l'absence d'activité antibactérienne.

Les tiges d'*Urtica dioica* contiennent généralement des quantités plus élevées de flavonoïdes, de terpénoïdes et de stéroïdes, tandis que les feuilles sont plus riches en anthocyanosides. Les tanins sont présents en grande quantité dans les feuilles d'*Urtica dioica* mais absents dans les tiges, tandis que les coumarines ne se trouvent que dans les feuilles. Le rendement d'extraction des feuilles d'*Urtica dioica* par appareillage rotavapeur était de 10,2% pour le méthanol, 2,4% pour l'éther de pétrole, 4% pour le chloroforme, et 1,6% pour l'acétate d'éthyle. Pour les tiges, le rendement d'extraction était de 11,3% pour le méthanol, 0,8% pour l'éther de pétrole, 2,8% pour le chloroforme, et 1,4% pour l'acétate d'éthyle.

Les extraits de chloroforme et de méthanol des tiges et des feuilles ont montré une activité antibactérienne notable contre *Staphylococcus aureus* (ATCC33591), avec des concentrations de 5 mg/ml et 1.25 mg/ml, et des diamètres d'inhibition de 24 mm et 30 mm respectivement. L'éther de pétrole des feuilles et le chloroforme des tiges se sont révélés très efficaces pour extraire des composés antibactériens actifs contre la souche *Escherichia coli* (ATCC25922), même à des concentrations plus faibles.

Mots clés: *Urtica dioica*, tests phytochimiques, activité antibactérienne, extraits de plantes, rendement d'extraction.

Abstract

This work focused on the phytochemical study of *Urtica dioica* plant extract from stems and leaves, as well as its yield and antibacterial activities. Phytochemical tests were evaluated by methods based on harvesting plant material, followed by drying and maceration using various solvents (methanol, petroleum ether, chloroform and ethyl acetate). Then, after filtration, the extracts were used in the tests. The yield was determined using the same method, but by evaporating the extract with a rotary steamer, followed by calculation of the yield. The antibacterial activity of the extracts was tested against different bacterial strains (*Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*) using the well diffusion method to determine the presence or absence of antibacterial activity.

Urtica dioica stems generally contain higher quantities of flavonoids, terpenoids and steroids, while the leaves are richer in anthocyanosides. Tannins are present in large quantities in *Urtica dioica* leaves but absent in the stems, while coumarins are found only in the leaves. The extraction yield of *Urtica dioica* leaves using rotavapour equipment was 10.2% for methanol, 2.4% for petroleum ether, 4% for chloroform, and 1.6% for ethyl acetate. For stems, extraction yields were 11.3% for methanol, 0.8% for petroleum ether, 2.8% for chloroform, and 1.4% for ethyl acetate.

Chloroform and methanol extracts from stems and leaves showed notable antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* (ATCC33591), with concentrations of 5 mg/ml and 1.25 mg/ml, and inhibition diameters of 24 mm and 30 mm respectively. Petroleum ether from the leaves and chloroform from the stems proved highly effective in extracting antibacterial compounds active against the *Escherichia coli* strain (ATCC25922), even at lower concentrations.

Key words: *Urtica dioica*, phytochemical tests, antibacterial activity, plant extracts, extraction yield.

ملخص

ركز هذا العمل على دراسة الكيمياء النباتية لمستخلص نبات *Urtica dioica* من السيقان والأوراق، بالإضافة إلى محصوله وأنشطته المضادة للبكتيريا. تم تقييم الاختبارات الكيميائية النباتية باستخدام طرق تعتمد على حصاد المادة النباتية، يليها التجفيف والنقع باستخدام مذيبات مختلفة (الميثانول والأثير البترولي والكلوروفورم وخلات الإيثيل). بعد الترشيح، استخدمت المستخلصات في الاختبارات. تم تحديد المحصول باستخدام نفس الطريقة، ولكن عن طريق تبخير المستخلص باستخدام جهاز بخار دوار، ثم حساب المحصول. تم اختبار النشاط المضاد للبكتيريا في المستخلصات ضد سلالات بكتيرية مختلفة (*Staphylococcus aureus et Escherichia coli*) باستخدام طريقة الانتشار الجيد لتحديد وجود أو عدم وجود نشاط مضاد للبكتيريا.

تحتوي سيقان *Urtica dioica* بشكل عام على كميات أعلى من مركبات الفلافونويد والتربينويدات والستيرويدات، بينما الأوراق أغنى في الأنثوسيانوسيدات. تتواجد العفص بكميات كبيرة في أوراق نبات *Urtica dioica* ولكنها غائبة عن السيقان، بينما توجد الكومارين في الأوراق فقط. كان ناتج الاستخلاص لأوراق *Urtica dioica* باستخدام معدات البخار الدوار 10.2% للميثانول، و2.4% للأثير البترولي و4% للكلوروفورم و1.6% لخلات الإيثيل. وبالنسبة للسيقان، كان ناتج الاستخلاص 11.3% للميثانول و0.8% للأثير البترولي و2.8% للكلوروفورم و1.4% لخلات الإيثيل.

أظهرت مستخلصات الكلوروفورم والميثانول من السيقان والأوراق نشاطاً مضاداً للبكتيريا مهماً ضد (*Staphylococcus aureus* (ATCC33591) ، بتركيزات 5 ملغم/مل و1.25 ملغم/مل وأقطار تثبيط بلغت 24 مم و30 مم على التوالي. وأثبت الأثير البترولي من الأوراق والكلوروفورم من السيقان فعالية عالية في استخلاص مركبات مضادة للبكتيريا نشطة ضد سلالة (*Escherichia coli* ATCC25922)، حتى بتركيزات أقل.

الكلمات المفتاحية: *Urtica dioica*، الاختبارات الكيميائية النباتية، النشاط المضاد للبكتيريا، المستخلصات النباتية، محصول الاستخلاص.

Table des matières

Dédicaces

Remerciement

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Etude bibliographique sur l'ortie

1. Origine et aire de répartition 3

2. Classification et Caractères Botanique..... 4

3. Dénominations de l'ortie..... 5

4. Description générale de l'ortie..... 5

4.1 Appareil végétatif..... 5

4.1.1 Les feuilles 5

4.1.2 La tige..... 6

4.1.3 Les poils urticants 6

4.1.4 Les racines..... 7

4.2 Appareil reproducteur..... 8

4.2.1 Les fleurs..... 8

1.	Fleurs femelles.....	8
2.	Fleurs males.....	8
5.	Fruits et graines.....	8
6.	Composition chimique <i>d'Urtica dioica</i> L.....	9
6.1.	Les parties aériennes.....	9
6.2.	Racines.....	10
7.	Usages.....	10
7.1.	En alimentation.....	11
7.2.	En agriculture.....	11
7.3.	Usage fourrager.....	11
7.4.	En industrie.....	12
7.5.	Usage tinctorial.....	13
7.6.	En médecine.....	13
7.7.	En pharmacie.....	14
8.	Valeur nutritionnelle de l'ortie.....	15
9.	Activités biologiques <i>d'Urtica dioica</i> L.....	17
9.1.	Activité antioxydant.....	17
9.2.	Activité antimicrobienne.....	17
9.3.	Activité antifongique.....	17
9.4.	Activité antivirale.....	18
Chapitre II : Les substances naturelles et les différentes méthodes d'extraction		
1.	Définition des substances naturelles.....	19
2.	Les différentes substances naturelles.....	19
2.1	Quelques exemples courants de substances naturelles.....	19

2.1.1	Composés phytochimiques.....	19
2.1.2	Huiles essentielles.....	20
2.1.3	Minéraux.....	20
2.1.4	Vitamines et nutriments.....	21
2.1.5	Substances microbiennes.....	21
2.1.6	Enzymes.....	22
2.1.7	Produits marins.....	22
2.1.8	Produits animaux.....	23
3.	Techniques d'extraction substances naturelles.....	23
3.1	La filtration.....	23
3.1.1	Le pressage.....	23
3.1.2	L'enfleurage.....	24
3.1.3	La décoction.....	24
3.1.4	L'infusion.....	24
3.1.5	La macération.....	24
3.1.6	L'extraction par solvant.....	24
3.1.7	L'entraînement à la vapeur ou l'hydro distillation.....	24
3.2	Définition d'extraction.....	24
3.3	Intérêt de l'extraction.....	24
3.4	Types d'extraction.....	25
3.4.1	Enfleurage.....	25
3.4.1.1	Enfleurage à chaud (macération).....	25
3.4.1.2	Enfleurage à froid.....	25
3.4.2.	Extraction par solvant.....	26

3.4.2.1.	La mise en contact du solvant avec la substance.....	26
3.4.2.2.	La décantation.....	26
3.4.2.3.	La filtration et le séchage.....	26
3.4.2.4.	Le choix du solvant.....	26
1.	L'état physique du solvant.....	26
2.	La miscibilité du solvant.....	27
3.	La solubilité.....	27
4.	La densité du solvant.....	27
3.4.3.	Types d'extraction par solvant.....	27
3.4.3.1.	Extraction directe.....	27
3.4.3.2.	Extraction liquide-liquide.....	27
3.4.4.	Types d'extraction liquide-liquide.....	28
3.4.4.1.	Extraction liquide-liquide discontinue.....	28
3.4.4.2.	Extraction liquide-liquide continue.....	28
3.4.4.3.	Extraction solide-liquide.....	28
3.4.4.4.	Techniques de dissolution.....	29
3.4.4.5.	L'extracteur de Soxhlet.....	29
3.4.4.6.	Extracteur de Kumagawa.....	29
3.4.4.7.	Extraction par hydro-distillation.....	30
3.4.4.7.1.	L'entraînement à la vapeur.....	31
3.4.4.7.2.	Le relargage.....	31
3.4.4.7.3.	La décantation.....	31
3.4.4.7.4.	Le séchage et la filtration.....	31
3.4.4.7.5.	Extraction des protéines.....	31

3.4.4.8.	Techniques mécaniques.....	32
3.4.4.8.1.	Le broyage mécanique.....	32
3.4.4.8.2.	La bombe à disruption.....	32
3.4.4.8.3.	La Presse de French.....	32
3.4.4.8.4.	La sonication (Ultrasons).....	32
3.4.4.8.5.	La congélation-décongélation.....	33
3.4.4.9.	Les Techniques chimiques et enzymatiques.....	33
3.4.4.9.1.	La lyse ou choc osmotique.....	33
3.4.4.9.2.	Modification de la force ionique ou du Ph.....	33
3.4.4.9.3.	Lyse enzymatique.....	33
3.4.4.9.4.	Extraction des acides nucléiques.....	33

Chapitre III : Matériels et méthodes

1.	Matériel et méthodes.....	35
1.1.	Matériel biologique.....	35
1.1.1.	La plante.....	35
1.1.1.1.	Récolte et pré-traitement.....	35
1.1.1.2.	Séchage.....	36
1.1.1.3.	Mesure des masses.....	36
1.1.1.4.	Broyage.....	36
1.1.1.5.	Mesure des masses de la poudre.....	36
1.1.1.6.	Conservation.....	36
1.1.2.	Matériel utilisé.....	36
1.2.	Méthodes.....	40
1.2.1.	Caractérisation phytochimique.....	40

1.2.1.1.	Préparation des extraits.....	40
1.	Préparation des échantillons.....	40
2.	Préparation des solutions de solvants.....	40
3.	Mélange et agitation.....	40
4.	Filtration.....	40
5.	Évaporation du filtrat	41
1.2.2.	Évaluation de l'activité antibactérienne.....	42
1.2.2.1.	Sélection des souches bactériennes.....	42
1.2.2.2.	Extraction des composés actifs des plantes.....	42
1.2.2.3.	Préparation des plaques de gélose Mueller-Hinton.....	42
1.2.2.4.	Technique de diffusion en milieu gélosé.....	42
1.2.2.5.	Dispensation des extraits et des témoins.....	43
1.2.2.6.	Incubation des plaques.....	43
1.2.2.7.	Expression des résultats.....	43
1.2.2.8.	Analyse des résultats.....	43
1.3.	Rendement.....	43
Chapitre IV : Résultats et discussion		
1.	Résultats et discussion.....	45
1.1.	Screening phytochimique.....	45
1.1.1.	Résultats.....	45
1.1.2.	Discussion.....	49
1.1.2.1.	Discussion des Résultats d'Ether de pétrole.....	49
1.1.2.2.	Discussion des Résultats de chloroforme.....	49
1.1.2.3.	Discussion des résultats d'acétate d'éthyle.....	51
1.1.2.4.	Discussion des résultats de Méthanol.....	51

1.2. Rendement.....	52
1.2.1. Calcule rendement.....	52
1.2.2. Résultats.....	53
1.2.3. Discussion.....	53
1.2.3.1. Méthanol.....	53
1.2.3.2. Ether de pétrole.....	53
1.2.3.3. Chloroforme.....	54
1.2.3.4. Acétate d'éthyle.....	54
1.3. Activité antibactérienne.....	54
1.3.1. Expression des Résultats.....	55
1.3.2. Résultats de test antibactérien.....	55
1.3.3. L'activité antibactérienne des extraits des feuilles et des tiges sur <i>Staphylococcus aureus</i>	55
1.3.3.1. Les feuilles.....	55
1.3.3.2. Les tiges.....	56
1.3.4. L'activité antibactérienne des extraits des feuilles et des tiges sur <i>Escherichia coli</i>	56
1.3.4.1. Les feuilles.....	56
1.3.4.2. Les tiges.....	56
Conclusion.....	59
Références bibliographiques.....	61
Annexes.....	67

Introduction générale

Introduction générale

De tout temps et à travers les diverses civilisations, l'homme utilise plusieurs ressources trouvées dans son environnement, non seulement pour se nourrir mais aussi pour traiter et soigner certaines pathologies.

En phytothérapie, les plantes médicinales sont les plus utilisées et la valeur médicinale de ces plantes est liée à leurs composés ou groupes phytochimiques. Pendant de nombreux siècles, les plantes médicinales constituent une source d'une grande variété de composés biologiquement actifs, mais sont encore largement inexplorées (**Rates, 2001**).

De nos jours, la médecine moderne dépend beaucoup des plantes et les laboratoires de biologie et de chimie investissent dans la recherche de nouveaux principes actifs et la compréhension de leurs modes d'action pour faire face aux diverses pathologies. Actuellement, environ un tiers des médicaments sur le marché contiennent au moins une substance à base des plantes (**Cragg et Newman, 2013**).

Une des singularités majeures du monde végétal est la capacité de produire des principes actifs très diversifiés. En effet, il existe des « métabolites primaires » (lipides, glucides, protides) et des « métabolites secondaires » qui ne sont pas essentiels à la vie des plantes. On estime que plus de 200 000 métabolites secondaires regroupés en trois grandes classes : les terpénoïdes, les alcaloïdes, et les molécules phénoliques. Ces derniers, et principalement les flavonoïdes, sont essentiellement connus pour leurs nombreuses activités biologiques, parmi lesquelles : des actions anti-inflammatoires, antioxydantes, et antimicrobiennes (**Cowan, 1999**).

L'*Urtica dioica* L., fait partie des plantes que nous apprenons très tôt à reconnaître, sa piqûre douloureuse laissant un souvenir désagréable. Mais il ne faut pas se fier à cette première impression, car derrière ce système de défense se cache une véritable panacée (**Upton, 2013**). Nos ancêtres l'avaient bien compris puisqu'ils l'utilisaient déjà pour se soigner ainsi que pour d'autres usages. Elle tomba cependant peu à peu dans l'oubli pour réapparaître au milieu du XXe siècle (**Upton, 2013**).

De nombreuses études ont été menées ces dernières années afin de mieux comprendre ses activités ainsi que ses mécanismes d'action. L'objectif de notre travail vise à la caractérisation phytochimique des extraits phénoliques d'*Urtica dioica* L. et à faire une comparaison entre les feuilles et les tiges ainsi qu'à la détermination de leurs propriétés biologiques.

Introduction générale

Cette étude englobe quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à l'étude bibliographique d'*Urtica dioica* L.
- Le deuxième chapitre est consacré aux substances naturelles et aux différentes méthodes d'extraction.
- Le troisième chapitre aborde le matériel utilisé et la méthodologie adoptée pour la réalisation de notre travail.
- Dans le quatrième chapitre, nous exposons les résultats obtenus et l'interprétation de ces résultats.

Enfin, une conclusion générale fera apparaître les principaux résultats obtenus et les perspectives proposées pour compléter voire améliorer cette étude.

***Chapitre I : Etude
bibliographique sur l'ortie***

L'ortie dioïque est une plante herbacée vivace, vigoureuse et à longue durée de vie, souvent dépassant un mètre de hauteur. Ses feuilles, d'un vert frais, sont dentelées et ovales, pouvant mesurer jusqu'à quinze centimètres de longueur. L'effet irritant de l'ortie provient des poils urticants présents sur ses feuilles et sa tige, qui renferment de l'acide formique. La floraison de l'ortie est estivale, s'étendant de la fin de juin à septembre, offrant de délicates grappes de fleurs vertes. Le système racinaire de l'ortie est composé de longs rhizomes qui s'étendent profondément dans le sol, permettant à la plante de se propager rapidement et de devenir parfois envahissante dans certaines régions. Le fruit de l'ortie est un akène rempli de minuscules graines brunâtres à noirâtres, favorisant sa dispersion par le vent et les animaux **(Dufresne et Ouellet, 2010)**.

Considérée comme une « mauvaise herbe », l'Ortie est en réalité une plante extrêmement polyvalente, riche en vitamines (notamment A et C) et minéraux tels que le fer et le calcium. En plus de ses propriétés nutritives, l'ortie est pourvue de nombreuses vertus médicinales, utilisée depuis des siècles dans diverses traditions médicales pour traiter des affections telles que les rhumatismes, les allergies et les troubles digestifs. En outre, elle est employée dans d'autres domaines tels que l'agriculture, où elle est utilisée comme engrais naturel ou comme moyen de lutte biologique contre les parasites. Dans l'art culinaire, ses feuilles peuvent être cuisinées comme des épinards ou utilisées pour préparer des tisanes et des soupes. Enfin, dans l'industrie textile, les fibres de ses tiges ont été traditionnellement utilisées pour fabriquer des tissus robustes et durables **(Daum & Larson, 2001)**.

Le terme *Urtica* tire son nom du latin *uro* ou *urere* qui signifie "celle qui brûle", allusion à ses poils urticants dont le contact est très irritant. Le terme *dioica* vient de dioïque, ce qui signifie que les fleurs mâles et les fleurs femelles se trouvent sur des pieds séparés **(Bertrand et al., 2002)**.

1. Origine et aire de répartition

D'originale Eurasiatique, l'Ortie très répandue dans toutes les régions tempérées du monde. On la rencontre plus en Europe du Nord qu'en Europe du Sud, en Afrique du nord, en Asie et largement distribuée en Amérique du Nord et du Sud, dans les régions tempérées et montagneuses et ce jusqu'à 2400 mètres d'altitude **(Bertrand et al., 2002)**.

Elle peut pousser sur tous les types de terrains, argileux ou sablonneux, calcaires ou siliceux. Ces terrains doivent toutefois être riches en azote (plante nitrophile), et humides

(plante hydrophile). Elle résiste toutefois bien à la sécheresse. L'ortie est une plante « rudérale » très envahissante, ce qui signifie qu'elle affectionne particulièrement les terrains « pollués » et le voisinage de l'homme qui lui fournit les éléments nécessaires à sa croissance. C'est pourquoi on la retrouve dans les jardins, les terrains abandonnés en friche, sur les chemins, dans les haies, les fossés, près des maisons, dans les ruines et les décombres (Schauenberg et Paris, 2005; Fleurentin, 2008).

2. Classification et Caractères Botanique

Elle a été décrite pour la première fois en 1753 par le naturaliste suédois Carl Von Linné, fondateur de la nomenclature binominale.

Selon (Quézel et Santa, 1963). *Urtica dioica* L appartient au :

Règne : plantae (plantes).

Sous-règne : Tracheobionta (plantes vasculaires).

Embranchement : Magnoliophyta (phanérogames).

Sous-embranchement : Magnoliophytina (angiospermes).

Classe : Rosidae.

Sous-classe : Rosidaealycarpellées.

Ordre : Rosales.

Famille : Urticaceae.

Genre : *Urtica* L.

Genre espèce : *Urtica dioica* L.



Figure 1: *Urtica dioica* L. (Supersmart, n.d.).

3. Dénominations de l'ortie

D'après Wichtl et Anton 1999, *Urtica dioica* L. est appelée :

- **En français** : Ortie commune, Grande ortie, Ortie vivace,
- **En anglais**: Nettle, Common Nettle, Stinging Nettle, Tall Nettle, Slender Nettle, California Nettle, Greater Nettle.
- **En arabe** : القراص, حرايق.

4. Description générale de l'ortie

L'ortie est une plante herbacée élancée à feuilles stipulées opposées par deux et à petites fleurs unisexuées. Les fleurs mâles possèdent quatre sépales et quatre étamines, les fleurs femelles sont formées de quatre sépales et d'un carpelle, et donnent naissance à un fruit sec : un akène. (Bertrand *et al.*, 2002)

4.1 Appareil végétatif

4.1.1. Les feuilles

L'ortie présente des feuilles simples charnues, opposées deux à deux, tombantes, dentelées, de couleur vert foncée, riche en chlorophylle (Moutsie, 2008). Elles mesurent environ 1,5-20 cm de long par 0,6-12 cm de largeur. Elles sont plus longues que larges. Pétiolées, stipulées, caractérisées par une faible odeur herbacée, velues sur les deux faces et munies de poils que sur le dessus. Prendre une ortie par le dessous est une technique évitant la sensation piquante (Collectif, 1981).



Figure 2 : Feuille *Urtica dioica* L (Herbier d'ici et d'ailleurs, n.d.).

4.1.2. La tige

Cette plante présente une tige velue, dressée, non ramifiée et quadrangulaire ayant des poils urticants et des poils courts, très fibreuse (Schaffner, 1992). Ces tiges sont fortes à section carrée, plus ou moins raides.



Figure 3 : Tige d'*Urtica dioica* (Phrygana, n.d.).

4.1.3. Les Poils urticants

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

- La base ressemblant à une ampoule qui renferme les substances urticantes (Acétylcholine, sérotonine, histamine, acide formique, formiate de sodium).
- Une pointe effilée à l'aspect d'aiguille, coiffée d'une petite boule qui se brise facilement lors d'un contact. Elle laisse ainsi s'échapper le contenu de l'ampoule qui pénètre dans la peau, ce qui provoque une irritation locale (Wichtl et Anton, 2003).



Figure 4 : Les poils urticants (Wikipedia, 2023).

4.1.4. Les racines

L'ortie est composée de longues racines de 1 à 5 mm d'épaisseur pourvues d'un chevelu de fines racines ; de rhizomes cylindriques de 3 à 10 mm d'épaisseur (wichtl et anton, 1991). Ce dernier considéré comme une racine spécialisée (tige souterraine) de couleur jaunâtre, abondamment ramifié. La fixation d'azote par les rhizomes se fait par une symbiose avec un microorganisme tellurique *Rhizobium frankia* (Langlade, 2010).



Figure 5 : Les racines d'*Urtica dioica* (Getty Images, n.d.)

4.2 Appareil reproducteur

4.2.1. Les fleurs

Les fleurs, apparaissent en juin à septembre, sont disposées en grappes ramifiées et dans toute la partie supérieure de la plante. Les fleurs sont unisexuées et très petites, les grappes femelles apparaissent tombantes tandis que les grappes mâles se présentent dressées (Cazin, 1997).

1. **Fleurs femelles** : Elles ont 4 sépales et 1 carpelle (4S+1C) et un ovaire velu, de couleur verdâtre (Moutsie, 2008).
2. **Fleurs mâles** : Elles ont 4 sépales et 4 étamines (4S+4E). Ce dernier libère environ 15000 grains de pollen jaunes, ces derniers ont un effet allergisante, elles sont portées par de longues grappes serrées très rameuses, développées par paires, à l'aisselle des feuilles (Moutsie, 2008).



Figure 6 : Fleurs d'*Urtica dioica* (AW Muscle & Fitness, n.d.).

4.2.2. Fruits et graines

Le fruit d'ortie est constitué d'un akène ovale de couleur jaune- brun. Il est entouré d'un calice persistant et reste enveloppé dans deux gros sépales accrescents, larges et ovales. Il est formé d'une graine, albuminée, à embryon droit (Wichtl et Anton, 2003 ; Ghedira et al., 2009).



Figure 7 : Grains et fruits d'*Urtica dioica* L (Dona Wen Équilibre, n.d.)

5. Composition chimique d'*Urtica dioica* L

L'étude phytochimique d'*Urtica dioica* L a révélé que cette plante contient des métabolites secondaires, essentiellement des flavonoïdes, des tanins et des composés volatiles, mais aussi des acides gras, des polysaccharides, des stérols, des terpènes des protéines, des vitamines et des minéraux.

5.1. Les parties aériennes

Les parties aériennes d'*Urtica dioica* L (les feuilles) contiennent de la chlorophylle, plusieurs vitamines, caroténoïdes, huiles essentielles et des minéraux parmi lesquels on cite : Fe, Cu, Mn et Ni.

Quant aux polyphénols présents dans cette plante, il s'agit principalement d'après la littérature de kaempférol, isorhamnetine, quercétine, isoquercitine et d'astragaline qui confère à la plante ses propriétés antioxydantes (Pradhan *et al.*, 2015).

- **Flavonoïdes:** Quercetin-3-O-rutinoside (rutin), kaempferol-3-O-rutinoside et isorhamnetin-3-O-glucoside. (Pradhan *et al.*, 2015).

- **Huiles essentielles :** Carvacol, carvone, naphthalene, (E)-anethol, hexahydrofarnesylacetone, (E)-geranylacetone, (E)- β -ionone and phytol.

- **Minéraux et les traces des éléments** : Calcium, Potassium, Magnesium, Phosphorus, Iron, Sulphur, Zinc, Manganese, Copper, Nickel et Selenium. **(Gül et al., 2012)**
- **Vitamines** :vitamin A (retinol), vitamin B2 (riboflavin), vitamin B5 (pantothenicacid), vitamin B9 (acide folique), vitamin C (acide ascorbique), vitamin K (phylloquinone). **(Pradhan et al., 2015).**
- **Autres constituants** : les Tannins, chlorophylles et carotenoides. **(Rutto et al., 2013)**

Les tiges dont les poils contiennent de l'acétylcholine, de l'histamine, 5-hydroxytryptamine (sérotonine), des leucotriènes et de l'acide formique qui sont responsables de l'effet urticant de la plante **(Fleurentin, 2008)**

5.2. Racines

Les racines contiennent :

- **Les polysaccharides** : glucans, arabinogalactans et rhamnogalacturonans.
- **Flavonoïdes** : myricetin, quercetin, kaempferol, quercetin-3-O-rutinoside (rutin), kaempferol-3-O-rutinoside et isorhamnetin.
- **Minéraux et traces d'éléments** : Calcium, Magnesium, Zinc, Manganese.
- **Phytosteroles** : β -sitosterol; β -sitosterol-3-O- β -glucoside, (6'-O-palmitoyl)-sitosterol-3-O- β D-glucoside; 7β -hydroxysitosterol; 7α -hydroxysitosterol; 7β -hydroxysitosterol- β -D-glucoside 7α - hydroxysitosterol - β - glucoside; 24 R- ethyl - 5α - cholestane-3 β , 6 α -diol ; stigmasterol, campesterol, stigmast-4-en-3-on, hecogenin.
- **Lignans** : neo-olivil, secoisolariciresinol, dehydrodiconiferylalcohol, isolariciresinol, pinoresinol, et 3,4-divanillyltetrahydrofuran.
- **Coumarines** :Scopoletin (**Seliya et al., 2014**)

6. Usages

L'ortie représente une source inépuisable de composés chimiques et grâce à ces derniers, son utilisation est multiples et ne se limite pas qu'au domaine médical mais aussi dans autres domaines, à savoir:

6.1. En alimentation

Depuis l'Antiquité, les romains et les grecs consommaient de l'ortie. Elle était généralement cuisinée comme les épinards ou sous forme de soupe, de thé (**Boyrie, 2016**).

Les jeunes feuilles d'orties peuvent être consommées crues hachées ou broyées, par exemple en salade, ou cuites comme les épinards. Il faut éviter la plante adulte, devenue filandreuse, qui prend alors un goût désagréable et dont la consommation excessive à ce stade peut provoquer des dysfonctionnements rénaux. L'ortie est aussi consommée comme légume dans différents plats (gratins, soupe, potée, quiche...). Le pouvoir urticant de la plante disparaît lorsque celle-ci est hachée, cuite ou séchée (**Bertrand, 2010; Tissier, 2011; Chevallier, 2013**).

6.2. En agriculture

Le dérivé agricole d'*Urtica dioica* est le purin qui est utilisé comme fertilisant ou bien en traitement préventif de certaines maladies ou invasions de parasites. Il sert de fongicide, d'insecticide (contre les acariens) (**Draghi, 2005**).

6.3. Usage fourrager

L'ortie est également utilisée comme aliment d'élevage pour le bétail et la volaille. Ce sont les Scandinaves (en particulier les Suédois) qui les premiers l'ont utilisé comme fourrage pour leur bétail. Donner de l'ortie aux animaux était un gage de bonne santé. Les maquignons (marchand de chevaux) le savaient. C'est pourquoi ils donnaient des graines d'orties à leurs chevaux afin de leur donner un poil brillant et de les rendre plus fringants quelques temps avant une vente (**Moutsie, 2002; Bertrand., 2010; Tissier, 2011; Delvaille, 2013**).

L'ortie a l'avantage d'être un fourrage précoce (arrive à maturité un mois avant la luzerne). L'ortie sèche a une teneur en protéines supérieure à celle du foin (12.8% contre 5.4%) (**Bertrand, 2010; Moro Buronzo, 2011; Tissier, 2011**).

Tableau 1 : Comparaison du foin et de l'ortie (Lhoste, 1918)

	Protéines	Matières grasses	Matières non azotées	Cellulose
Foin	5,4	1	25,7	15
L'ortie dioque	12,8	4,9	30	6

L'ortie est plus riche en éléments nutritifs, tout en étant plus pauvre en cellulose que le foin, ce qui en fait une plante à la valeur nutritionnelle supérieure à celle d'un bon fourrage (**Bertrand, 2010**). Les herbivores sont friands de l'ortie sèche. Certains même la consomment fraîche, comme les chèvres, les ânes, les poneys et même les dromadaires, alors que sa piqûre est redoutée par les chevaux, les vaches et les moutons (**Tissier, 2011**). L'ortie est plus riche en éléments nutritifs, tout en étant plus pauvre en cellulose que le foin, ce qui en fait une plante à la valeur nutritionnelle supérieure à celle d'un bon fourrage (**Bertrand, 2010**).

6.4. En industrie

Les tiges de l'ortie sont intégrées en industrie pour la fabrication du papier et de tissu, teinture, colorants grâce à leurs richesses en chlorophylles (**Draghi, 2005**).

Les fibres de l'ortie dioïque sont utilisées pour différents usages. Ainsi, à Lüchow en Allemagne, une usine qui est d'ailleurs la seule d'Europe, s'est spécialisée dans la fabrication de tissus d'ortie (linge de maison, chemises, pantalons...). Les tissus fabriqués ne sont pas constitués à 100 % de fibres d'ortie, mais d'un mélange où l'ortie n'est qu'en faible proportion. Cela suffit pourtant à renforcer la qualité de ces tissus (**Bertrand, 2010; Tissier, 2011**).

La fibre obtenue par les Anglais est une filasse très fine, souple et aérée, d'une blancheur parfaite, dont le procédé de fabrication a été breveté. Cette filasse, malgré sa qualité, présente un aspect visuel et un toucher moins agréable à la première impression (**Bertrand, 2010**).

Depuis 2006 en Italie, et plus précisément en Toscane, des chercheurs se sont penchés sur la culture de l'ortie, et sur les processus de filage de cette dernière. Leurs expériences portaient sur l'extraction de la fibre par des méthodes naturelles et chimiques. La fibre obtenue dans les deux cas était robuste, résistante et d'une grande élasticité (**Tissier, 2011**).

Ce regain d'intérêt pour l'usage textile de l'ortie pourrait s'expliquer par la volonté écologique croissante apparue dans les dernières décennies. Sa culture ne demande aucun produit polluant. L'extraction de cette fibre naturelle et biodégradable est beaucoup moins polluante que celle du coton ou du chanvre par exemple. De plus les résidus après extraction de la fibre sont une source de biomasse et peuvent être utilisés pour produire de l'alcool éthylique (**Tissier, 2011**).

On retrouve également son utilisation dans la filière fromagère, où elle est utilisée pour réaliser de fines toiles solides (étamines) qui servent à égoutter les fromages. Cela permet un égouttage plus homogène et un meilleur drainage du petit lait. L'aspect final de la croûte en ~ 38 ~ est amélioré et présente moins d'aspérités. Le risque de contamination bactérienne est plus faible et l'entretien des fromages en est facilité (**Moutsie, 2002; Bertrand, 2010; Tissier, 2011**).

6.5. Usage tinctorial

L'usage tinctorial de l'ortie est assez récent. Son origine remonte certainement au XVIIIème siècle, lorsque les Lorrains utilisaient la racine de la plante pour teindre en jaune les œufs de Pâques (**Moutsie, 2002; Bertrand, 2010; Tissier, 2011**). La teinture à partir de l'ortie utilise différentes parties de la plante, ainsi que différents agents mordants, permettant d'obtenir une gamme de couleurs variées.

Tableau 2: Les différentes teintures obtenues à partir de l'ortie (**Bertrand, 2010**)

Partie de la plante	Agent mordant	Couleurs obtenues
Racines	Alun	Jaune
Jeunes pousses	Alun	jaune soufre intense
Feuilles	Aucun	jaune verdâtre
	Alun	jaune saturé
	sel marin	jaune plus foncé
	fer	presque vert olive

6.6. En médecine

Les propriétés médicinales de l'ortie sont nombreuses. Elle a été utilisée pour traiter plusieurs pathologies telles que l'eczéma. Utilisée également pour ses propriétés antioxydante, antiinflammatoire et antimicrobienne (**Ramtin et al., 2014**).

Les feuilles d'*Urtica dioïca* L. sont inscrites à la Pharmacopée Européenne VIIIème édition et à l'Agence Européenne du Médicament (EMA) (**Pharmacopée européenne, 2014**). Elles sont également inscrites sur la liste A des plantes médicinales utilisées traditionnellement, de la Pharmacopée Française XIème édition et sur l'annexe I des plantes dont l'emploi est autorisé dans les compléments alimentaires depuis le 17 juillet 2014, du Journal Officiel (**Pharmacopée française, 2012 ; Journal Officiel, 2014**).

Depuis août 2013, la feuille d'ortie apparaît dans la liste des « Mélanges pour tisanes pour préparation officinales » de la Pharmacopée Française (**Pharmacopée Française, 2013**).

En France, selon le cahier n° 3 de l'Agence du médicament 1998 les utilisations traditionnelles retenues pour la feuille et les parties aériennes de l'ortie sont (**AFSSaPS, 1998**) : - Par voie orale :

- Traditionnellement utilisée dans les états séborrhéiques de la peau.
- Traditionnellement utilisée dans le traitement symptomatique des manifestations articulaires douloureuses mineures.
- Traditionnellement utilisée pour favoriser l'élimination rénale de l'eau.
- En usage externe : Antiséborrhéique, stimulant du cuir chevelu, désodorisant.

En Allemagne, la monographie établie par la Commission E du BfArM précise que la feuille d'ortie est utilisée :

- Comme thérapeutique complémentaire des états rhumatismaux par voie orale ou locale.
- Comme traitement des maladies inflammatoires des voies urinaires par voie orale
- Comme traitement et prévention des lithiases rénales par voie orale.

6.7. En pharmacie

De nos jours, l'Ortie rentre dans la composition d'une multitude de médicaments allopathiques ou homéopathiques, et les recherches se poursuivent pour explorer et confirmer certaines utilisations empiriques. En effet, cette plante aux multiples vertus a attiré l'attention des chercheurs en raison de sa riche composition chimique et de ses potentiels bienfaits pour la santé.

Les propriétés pharmacologiques de l'Ortie dioïque ont été rapportées dans de nombreuses études, faisant écho à son utilisation traditionnelle dans différentes cultures à travers le monde. Ces études ont mis en lumière divers aspects de ses effets bénéfiques, allant de ses propriétés anti-inflammatoires à ses effets positifs dans les cas d'hypertrophie bénigne de la prostate. Il convient de noter que ces recherches ont été menées à la fois chez l'animal et in vitro, permettant ainsi une compréhension approfondie des mécanismes d'action de cette plante.

L'intérêt pour l'Ortie ne se limite pas à ses propriétés anti-inflammatoires et à son efficacité dans les affections de la prostate. En effet, de nouvelles études ont également

exploré ses éventuels effets dans d'autres domaines de la santé, tels que son potentiel antioxydant, son action sur le système immunitaire, ou encore ses possibles applications dans le traitement de troubles dermatologiques. Ces recherches diverses témoignent de l'ampleur des possibilités offertes par cette plante, ouvrant la voie à de nouvelles utilisations médicinales et à une meilleure compréhension de ses mécanismes d'action.

Selon la partie utilisée de la plante (partie aérienne et racine), il existe plusieurs formes pharmaceutiques qui ont été fabriquées dans différents laboratoires (**Gélule, tisane, EPS**).

7. Valeur nutritionnelle de l'ortie

Les jeunes feuilles de l'ortie sont une source de nutriments essentiels, comprenant des protéines, des lipides, des glucides, des vitamines, des minéraux et des oligo-éléments. Les protéines constituent environ 30% de leur masse sèche et offrent une gamme complète d'acides aminés, incluant ceux essentiels à l'organisme humain. En ce qui concerne les minéraux, les feuilles d'ortie peuvent contenir jusqu'à 20% de leur masse sèche, présentant une richesse en fer, zinc, magnésium, calcium, phosphore et potassium. De plus, la teneur en cobalt, nickel, molybdène et sélénium des feuilles a été déterminée.

Les valeurs et les proportions des composés fournies par la littérature sont différentes. La variété, l'origine et la période de récolte des échantillons peuvent en être responsables (**Ait Haj- Saïd et al., 2016**).

Tableau 3 : Composition nutritionnelle des feuilles fraîches de l'ortie dioïque (**Ait Haj Saïd et al., 2016**).

Composition nutritionnelle en %	Min	Max
Eau	65	90
Protide	4.3	8.9
Cendre	3.4	18.9
Glucides	7.1	16.5
Lipides	0.7	2
Fibres	3.6	5.3
Calories (Kcal/100g)	57	99.7

Tableau 4 : Teneur en éléments minéraux et oligo-éléments en mg/100 g matière sèche (Ait Haj Saïd et al., 2016).

Teneur en minéraux en mg/100g		Min	Max
Macroéléments	Calcium	113,2	5090
	Magnésium	0.22	3560
	Phosphore	29	75
	Potassium	532	917.2
	Sodium	5.5	16
Oligo-éléments	Cobalt	0.0084	0,018
	Cuivre	0.52	1.747
	Fer	3.4	30.30
	Manganèse	0.768	5.784
	Molybdène	0.4265	-
	Nickel	0.0732	-
	Sélénium	0.0027	0.0074
	Zinc	0.9	3.033

La valeur nutritionnelle de l'ortie est remarquable, faisant de cette plante une ressource précieuse pour la santé et le bien-être. Les jeunes feuilles d'ortie sont particulièrement riches en divers nutriments essentiels. Elles contiennent une quantité significative de protéines, de lipides, de glucides, ainsi qu'une variété de vitamines, de minéraux et d'oligo-éléments.

Les protéines représentent environ 30% de la masse sèche des jeunes feuilles d'ortie. De manière importante, la composition protéique des feuilles d'ortie couvre largement les besoins en acides aminés, y compris les acides aminés essentiels pour l'Homme.

En ce qui concerne les minéraux, les feuilles d'ortie peuvent contenir jusqu'à 20% de leur masse sèche, ce qui en fait une source riche en fer, zinc, magnésium, calcium, phosphore et potassium. De plus, la présence de cobalt, nickel, molybdène et sélénium dans les feuilles d'ortie a également été déterminée.

En somme, la valeur nutritionnelle exceptionnelle de l'ortie en fait un ingrédient potentiellement précieux dans l'alimentation, en particulier dans les régimes où l'accent est mis sur la recherche de sources naturelles et riches en nutriments.

8. Activités biologiques d'*Urtica dioica* L.

8.1 Activité antioxydante

Les composés phénoliques existant dans les extraits d'ortie apparaissent comme responsables de l'activité antioxydante. Les divers mécanismes antioxydants de ces extraits peuvent être attribués à leur forte capacité à donner de l'hydrogène, à leur capacité à chélater les métaux lourds et à leur forte efficacité à piéger le peroxyde d'hydrogène et les radicaux libres (Gülçin et al., 2003 ; Toldy, 2005).

8.2 Activité antimicrobienne

Plusieurs études montrent que les constituants chimiques des feuilles d'*Urtica dioica* L. tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes et les terpènes sont actifs contre une large gamme de bactéries, levures et champignons (Dar et al., 2012). D'après Gülçin et al., (2003), l'extrait aqueux des feuilles d'*Urtica dioica* L. est actif contre *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* et *Escherichia coli*.

Urtica dioica L. présente une gamme d'activités biologiques bénéfiques pour la santé humaine, pour l'agriculture durable et pour les écosystèmes naturels. Son utilisation traditionnelle et contemporaine en tant que plante médicinale, source de nutriments et outil écologique en fait un élément important dans de nombreux domaines.

8.3. Activité antifongique

Il a été démontré que l'UDA (*Urtica dioica agglutinin*) possédait une activité antifongique et insecticide et qu'elle agissait en synergie avec la chitinase en inhibant la croissance fongique (Brockaert et al., 1989; Huesing et al., 1991). In vitro, l'UDA inhibe la croissance de plusieurs champignons pathogènes et saprophytes contenant de la chitine.

De plus, des études ont révélé que l'UDA présente également une activité insecticide, ce qui en fait un candidat prometteur pour le développement de méthodes de lutte antifongique et antiparasitaire.

8.4. Activité antivirale

Parmi les nombreuses plantes à agglutinines évaluées pour leur activité antivirale in vitro, l'UDA s'est révélée être un inhibiteur puissant et sélectif de la réplication du virus de l'immunodéficience humaine (VIH-1 et VIH-2), du cytomégalovirus (CMV) et du virus respiratoire syncytial (VRS) (**Balzarini et al., 1992**).

En outre, des recherches supplémentaires ont montré que l'UDA pourrait également avoir une activité antivirale contre d'autres types de virus, ce qui souligne son potentiel en tant qu'agent thérapeutique à large spectre contre les infections virales.

***Chapitre II : Les substances
naturelles et les différentes
méthodes d'extraction***

1. Définition des substances naturelles

Les substances naturelles sont des composés chimiques qui se trouvent dans la nature et qui ne sont pas fabriquées par l'homme. Elles peuvent être produites par des organismes vivants tels que les plantes, les animaux et les micro-organismes, ou elles peuvent être présentes sous forme de minéraux ou de matières organiques.

Les substances naturelles sont souvent utilisées dans divers domaines en raison de leurs propriétés uniques et de leurs avantages potentiels pour la santé, l'industrie et l'environnement. Elles peuvent être exploitées pour leurs qualités aromatiques, thérapeutiques, nutritives, colorantes, ou encore pour leurs propriétés physiques, chimiques ou biologiques.

Les substances naturelles sont souvent considérées comme des alternatives attrayantes aux produits synthétiques en raison de leur origine renouvelable, de leur biodégradabilité et de leur compatibilité avec l'environnement. Cependant, il est important de noter que toutes les substances naturelles ne sont pas nécessairement sans danger, et leur utilisation peut nécessiter des évaluations de sécurité et de réglementation appropriées (Lateur, 2002).

2. Les différentes substances naturelles

Ces substances sont très diverses et peuvent être utilisées dans une multitude de domaines, notamment en médecine, en alimentation, en cosmétique, en agriculture, en industrie pharmaceutique, en énergie et bien d'autres (Lateur, 2002).

2.1. Quelques exemples courants de substances naturelles

2.1.1. **Composés phytochimiques** : Ce sont des composés produits par les plantes, tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les terpènes, qui peuvent avoir diverses propriétés médicinales ou nutritionnelles (Lateur, 2002).

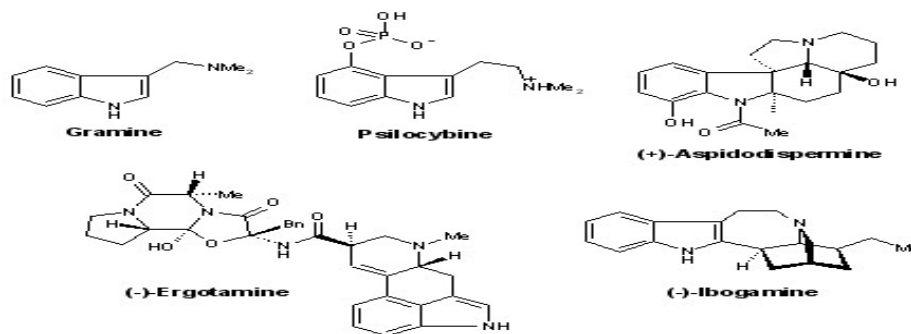


Figure 8 : exemple de composé phytochimique (la famille des alcaloïdes) (Science amusante, n.d.).

2.1.2. **Huiles essentielles** : Ces extraits aromatiques volatils sont obtenus à partir de plantes et sont utilisés en aromathérapie, en parfumerie, en cosmétique et en médecine alternative (**Lateur, 2002**).



Figure 9 : Les huiles essentielles des quelques plantes (**PasseportSanté, n.d.**).

2.1.3. **Minéraux** : Des substances inorganiques telles que le sel, le quartz, le fer, le cuivre, qui sont essentiels à de nombreuses fonctions biologiques et industrielles (**Lateur, 2002**).



Figure 10 : Des substances inorganiques (**Parlons Sciences, n.d.**).

2.1.4. **Vitamines et nutriments** : Ces composés organiques essentiels à la santé sont présents dans les aliments naturels, tels que les vitamines A, B, C, D, E, les acides gras oméga-3, les minéraux comme le calcium et le magnésium (Lateur, 2002).

Vitamines HYDROSOLUBLES	
Vitamine C : Acide ascorbique	Foie cru, poissons gras crus (thon, saumon, anguille), fruits et légumes frais crus
Vitamine B1 : Thiamine	Foie, levure de bière, viandes grasses crues, produits laitiers, céréales, jaune d'oeuf
Vitamine B2 : Riboflavine	Levure de bière, germes de céréales, cervelle, foie, cœur, rein, jaune d'œuf, produits laitiers
Vitamine B3 ou PP : Niacine	Aliments riches en protéines (levure de bière, oeuf, produits laitiers, viande blanche, poisson)
Vitamine B5 : Acide pantothénique	Levure de bière, germes de céréales, cervelle, foie, jaune d'œuf, avocat
Vitamine B6 : Pyridoxine	Levure de bière, germes de céréales, tubercules, cervelle, foie, jaune d'œuf
Vitamine B8 ou H : Biotine	Foie, levure de bière, œufs
Vitamine B9 : Acide folique	Oeuf, foie, viande, céréales complètes, légumes verts, fruits, fromage
Vitamine B12 : Cobalamines	Foie, jaune d'œuf, poisson, et produits laitiers
Vitamines LIPOSOLUBLES	
Vitamine A : Rétinol et Béta-carotène (provitamine A)	Foie, viande crue, huile de foie de morue, produits laitiers, carotte (provitamine A)
Vitamine D : Calciférol	Jaune d'œuf, huile de foie de morue, poissons de mer gras, champignons, céréales
Vitamine E : Tocophérols	Viande crue ou cuite, foie, germes de céréales, huiles végétales, œufs
Vitamine K : Phylloquinones	Poisson, foie, œuf, légumes verts (K1), fromage (K2)

Figure 11 : Les vitamines (Lateur, 2002).

2.1.5. **Substances microbiennes** : Des composés produits par des micro-organismes tels que les bactéries et les champignons, comme les antibiotiques et les enzymes, qui sont utilisés dans la médecine et l'industrie (Lateur, 2002).



Figure 12 : médicaments obtenus à base de microorganismes (les antibiotiques) (Europe 1, 2023). Ces exemples montrent la diversité des substances naturelles et leur importance dans de nombreux aspects de notre vie quotidienne. De nombreuses recherches continuent

d'être menées pour explorer le potentiel de ces substances et découvrir de nouvelles utilisations bénéfiques (Lateur, 2002).

2.1.6. **Enzymes** : Des protéines catalytiques produites par les organismes vivants, qui jouent un rôle essentiel dans de nombreuses réactions chimiques du métabolisme.

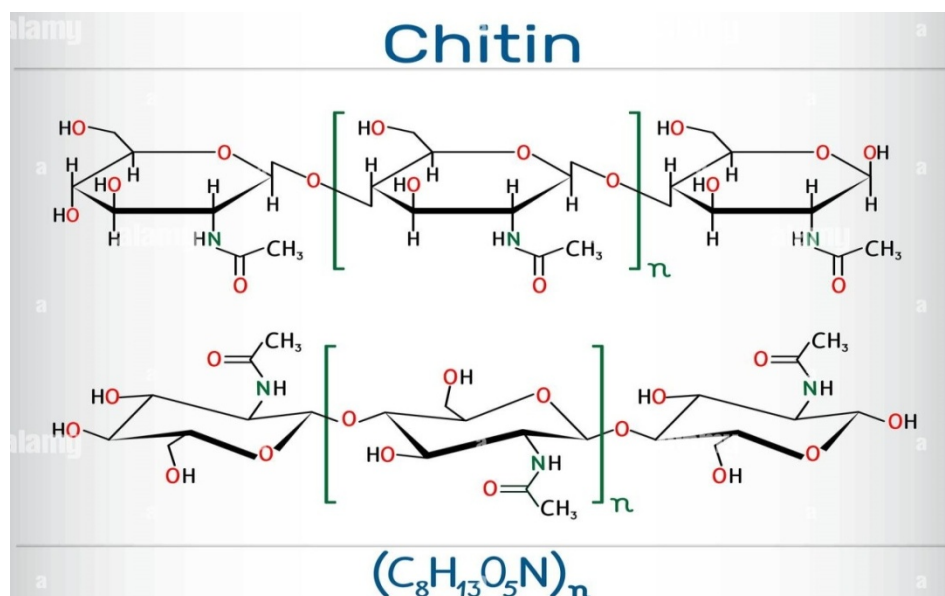


Figure 13 : Molécule de la chitine (les chitinases) (Alamy Banque d'images vectorielles, 7/10/2018).

2.1.7. **Produits marins** : Des substances provenant d'organismes marins, comme les algues, les poissons et les crustacés, qui sont utilisées dans l'alimentation, la cosmétique et la médecine (Lateur, 2002).

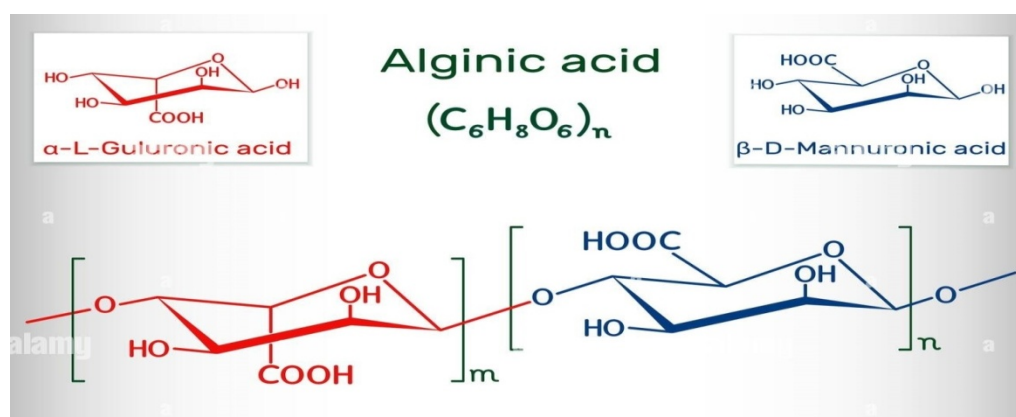


Figure 14 : Les algues (Acide alginique) (Alamy Banque d'images vectorielles, 27/03/ 2021).

2.1.8. **Produits animaux** : Des substances telles que la cire d'abeille, la lanoline (issu de la laine de mouton), le venin de serpent, qui ont diverses utilisations dans l'industrie et la médecine (Lateur, 2002).



Figure 15 : Exemple de produit animal (la cire d'abeille) (Hapiculture, n.d.).

3. **Techniques d'extraction substances naturelles :** L'Homme utilise des colorants, des parfums, des arômes, et des extraits de produits naturels depuis l'Antiquité, par différentes techniques :

3.1. **La filtration :** Depuis les temps préhistoriques, l'homme utilise diverses plantes pour purifier l'eau et la rendre limpide. Par exemple, les racines de certaines plantes comme le moringa sont utilisées pour leurs propriétés coagulantes, aidant à clarifier l'eau boueuse. De même, les graines de la plante *Moringa oleifera* sont connues pour leur capacité à flocculer les particules en suspension, rendant l'eau plus claire et potable. Ces méthodes naturelles de purification de l'eau démontrent l'ingéniosité des pratiques traditionnelles et l'efficacité des plantes dans le domaine de la filtration et de la clarification de l'eau (Jahn, S.A.A, 1988).

3.1.1. **Le pressage :** Consiste à exercer une pression sur une orange pour obtenir le jus, ou à écraser des fleurs pour extraire les arômes.

3.1.2. **L'enfleurage :** Est une forme d'extraction utilisée en parfumerie. Il repose sur le pouvoir d'absorption d'une huile essentielle par les corps gras. Par exemple, les fleurs fragiles sont posées sur des cadres enduits de graisse animale très pure et inodore qui absorbe le parfum des fleurs au contact ; en fin de séchage, les graisses sont imprégnées de substances odorantes.

3.1.3. **La décoction** : Cette méthode est très ancienne. Elle consiste à chauffer la racine ou l'écorce d'une plante avec de l'eau jusqu'à ce que cette dernière soit bouillante et les constituants se dissolvent.

3.1.4. **L'infusion** : Elle consiste à verser de l'eau bouillante sur des plantes (les feuilles ou les fleurs) finement broyées puis les laisser tremper pour dissoudre leurs principes actifs

3.1.5. **La macération** : Consiste à laisser séjourner à froid un solide dans un liquide pour en extraire les constituants solubles dans ce liquide.

3.1.6. **L'extraction par solvant** : C'est un procédé qui permet d'extraire des composés qui ne peuvent pas l'être avec de l'eau par un solvant.

3.1.7. **L'entraînement à la vapeur ou l'hydro distillation** : Cette technique date de l'Égypte ancienne. Elle consiste à extraire les parfums des plantes (huiles parfumées ou huiles essentielles) par de la vapeur d'eau. Nous ne pourrions appliquer que les méthodes d'extraction par hydro distillation ou bien par solvants, l'enfleurage étant trop long et coûteux en matière première (pour un litre d'absolu de jasmin, il faut compter un tonne de fleurs) (Cohr, 1985).

3.2. Définition d'extraction

L'extraction est utilisée pour extraire sélectivement un ou plusieurs composés d'un mélange initial, sur la base de propriétés chimiques ou physiques (Cohr, 1985).

L'extraction consiste à transférer un composé d'une phase à une autre :

- D'une phase liquide à une autre phase liquide.
- D'une phase solide à une phase liquide.

C'est une opération qui consiste à séparer certains composés d'un organisme (animal ou végétal) selon diverses techniques.

3.3. Intérêt de l'extraction

Le but de l'extraction est d'isoler une ou plusieurs molécules à partir d'un organisme. Ainsi, la découverte de nouveaux médicaments peut passer par l'étude de ces substances naturelles et si une molécule se trouve être performante dans un domaine précis, elle pourra faire l'objet d'une commercialisation sous forme de médicament (Cohr, 1985).

3.4. Types d'extraction

Il existe plusieurs méthodes d'extraction dont certaines ont été développées par les artisans parfumeurs bien avant l'essor de la chimie moderne (Delarras, 2007).

3.4.1. Enfleurage

Il consiste à extraire naturellement le parfum des fleurs grâce à l'absorption effectuée par les corps gras.

Il existe deux types d'enfleurage : à chaud et à froid selon la résistance de la plante à la chaleur. Cette méthode est particulièrement employée lorsque l'hydrodistillation dénature les molécules à extraire (Delarras, 2007).

3.4.1.1. Enfleurage à chaud (macération) :

Consiste à faire infuser les fleurs ou autres éléments odorants dans des matières grasses, huiles ou graisses, préalablement chauffées. Les mélanges obtenus sont ensuite filtrés à travers des tissus afin d'obtenir des onguents parfumés.

3.4.1.2. Enfleurage à froid :

Le principe est assez simple :

Les molécules odorantes étant des composés volatils, au lieu de les laisser s'échapper dans l'air, elles sont captées par la graisse qui a la propriété de les dissoudre. Lors de l'ajout de l'alcool les molécules organiques passent dans ce solvant.

Les fleurs les plus fragiles qui ne supportent pas la chaleur sont disposées sur des châssis de verre enduit de graisse et renouvelées tous les 3 à 7 jours selon les espèces. Lorsque le parfumeur considère que la graisse est saturée, elle est grattée et mélangée à un peu d'alcool pour obtenir des pommades ou bien épuisée par de l'alcool. On obtient alors un liquide nommé l'absolu.



Figure 16 : Enfleurage de pétales de fleurs (Seb Parfums, 2018).

3.4.2. Extraction par solvant

Elle consiste à faire passer, par solubilisation, la substance à extraire dans un solvant. Celui-ci peut être de l'eau, mais généralement il s'agira d'un solvant organique : éthanol, cyclohexane, éther de pétrole, toluène, etc.

Dans l'extraction par solvant, les plantes sont mélangées à un solvant. Les composés à extraire étant emprisonnés dans la cellule par la membrane cellulaire, il faudra donc des solvants capables de la traverser (**Delarras, 2007**).

En plus, il arrive que des traces de solvant soient présentes dans les molécules à extraire ou bien dans la matière végétale après traitement.

L'extraction par solvant fait intervenir trois étapes (**Garcia, M. A., & Rodriguez, P. L, 2010**) :

3.4.2.1. La mise en contact du solvant avec la substance contenant le composé à extraire :

Elle peut se faire directement par le solvant d'extraction ou en faisant intervenir d'abord l'eau. On fait alors agir le solvant sur une décoction, une infusion ou une macération.

3.4.2.2. La décantation:

Réalisée à l'aide de l'ampoule à décanter, cette étape est essentielle pour séparer les phases aqueuses et organiques. La position de la phase organique à récupérer dépend de la densité relative du solvant par rapport à celle de l'eau (1,00).

3.4.2.3. La filtration et le séchage: Afin d'éliminer le peu d'eau susceptible d'avoir été retenue dans la phase organique, on fait agir un déshydratant. On filtre ensuite pour ne recueillir que la phase organique exempte d'eau.

Généralement, on veut ensuite évaporer le solvant pour récupérer l'extrait seul, il faudra donc aussi que le solvant soit volatil (température d'ébullition faible).

3.4.2.4. Le choix du solvant : obéit à trois critères et nécessite la connaissance d'un paramètre physique caractéristique de ce solvant (**Sasidharan, Chen, Saravanan, Sundram, & Yoga Latha, 2011**) :

1. **L'état physique du solvant:** Le solvant doit être liquide à la température et à la pression où l'on réalise l'extraction.

2. **La miscibilité du solvant:** Le solvant doit être non miscible à la phase qui contient initialement le composé à extraire.
3. **La solubilité:** Le composé à extraire doit être très soluble dans le solvant. C'est-à-dire, beaucoup plus soluble dans le solvant que dans le milieu où il se trouve initialement (milieu aqueux en général).
4. **La densité du solvant:** Il est nécessaire de connaître ce paramètre car c'est lui qui détermine si la phase organique, contenant le composé à extraire, se trouve au-dessus ou en dessous de la phase aqueuse dans l'ampoule à décanter.

Les solvants d'extraction doivent être aussi :

- Facilement éliminés après extraction et donc avoir un point d'ébullition bas. Leur point d'ébullition doit être le plus éloigné possible de celui des produits à extraire.
- Inertes chimiquement vis-à-vis de la solution à extraire.
- Peu toxiques que possible.

3.4.3. Types d'extraction par solvant

Il existe plusieurs types d'extraction par solvant (**Delarras, 2007**) :

3.4.3.1. Extraction directe

L'espèce chimique est extraite d'un produit naturel par macération puis filtration (par exemple l'extraction des arômes des zestes d'orange) (**Delarras, 2007**).

3.4.3.2. Extraction liquide-liquide

L'extraction liquide-liquide est l'une des techniques de préparation d'échantillons les plus anciennes. C'est une opération fondamentale de transfert de matière entre deux phases liquides non miscibles, sans transfert de chaleur. Cette technique permet d'extraire une substance dissoute dans un solvant, à l'aide d'un autre solvant, appelé solvant d'extraction, dans lequel elle est plus soluble. Le solvant initial et le solvant d'extraction ne doivent pas être miscibles (**Schwartz et Cantor, 1985**).

L'extraction liquide-liquide est réalisée par le contact intime du solvant avec la solution dans des appareils destinés à mélanger les deux phases (ampoules, colonnes, mélangeurs). La séparation des phases s'obtient par décantation gravimétrique ou centrifuge.

L'extraction liquide-liquide est la succession de plusieurs étapes. La première étape est la mise en contact des deux phases. Pour augmenter la surface d'échange, la phase à extraire et la phase d'extraction sont mélangées. La seconde étape

consiste à obtenir l'équilibre du système (saturation de la phase d'extraction) qui est régi par les lois de la diffusion et de la solubilité (coefficient de partage). La dernière étape est la séparation des phases (décantation).

3.4.4. Types d'extraction liquide-liquide

Il existe deux types d'extraction liquide-liquide.

3.4.4.1. Extraction liquide-liquide discontinue

Elle est réalisée grâce à des ampoules à décanter. Il existe plusieurs modèles d'ampoules à décanter. Celles ayant la tubulure au-dessus du robinet sont les plus utilisées, car elles permettent de mieux visualiser l'interface et donc de mieux séparer les deux phases (Schwartz et Cantor, 1985).



Figure 17 : Les différents types d'ampoule à décanter

3.4.4.2. Extraction liquide-liquide continue

Lorsque le produit à isoler est relativement soluble dans la phase à extraire, l'extraction discontinue peut se révéler insuffisante. On peut alors utiliser une méthode d'extraction en continu. Le solvant est recyclé et passe continuellement à travers la solution à extraire.

3.4.4.3. Extraction solide-liquide

L'extraction solide-liquide est un phénomène lent qui permet d'extraire une substance présente dans un solide pour la faire passer dans un solvant liquide. On peut utiliser successivement des liquides dont le pouvoir solvant vis-à-vis des constituants de la phase solide est différent (dissolution fractionnée). La macération, l'infusion et la décoction sont des méthodes d'extraction solide-liquide. Pratiquement, il est impossible de dissoudre un seul composé, d'autres constituants de la phase solide ont été entraînés avec lui, quel que soit le solvant utilisé. En laboratoire de chimie organique, on utilise parfois

des appareils plus efficaces, les extracteurs de Soxhlet et de Kumagawa, qui fonctionnent en continu (Schwartz et Cantor, 1985).

3.4.4.4. Techniques de dissolution

Il faut avant tout réduire le prélèvement en fines particules ce qui favorise l'action du solvant en augmentant la surface de contact. Il est possible de procéder en continu ou effectuer des phases successives d'extractions suivies de filtration ou de centrifugation.

3.4.4.5. L'extracteur de Soxhlet

L'extracteur de Soxhlet est un appareil utilisé en chimie analytique qui permet de faire à chaud l'extraction par solvant d'un solide avec une grande efficacité. Cet appareil porte le nom de son inventeur: Franz Von Soxhlet

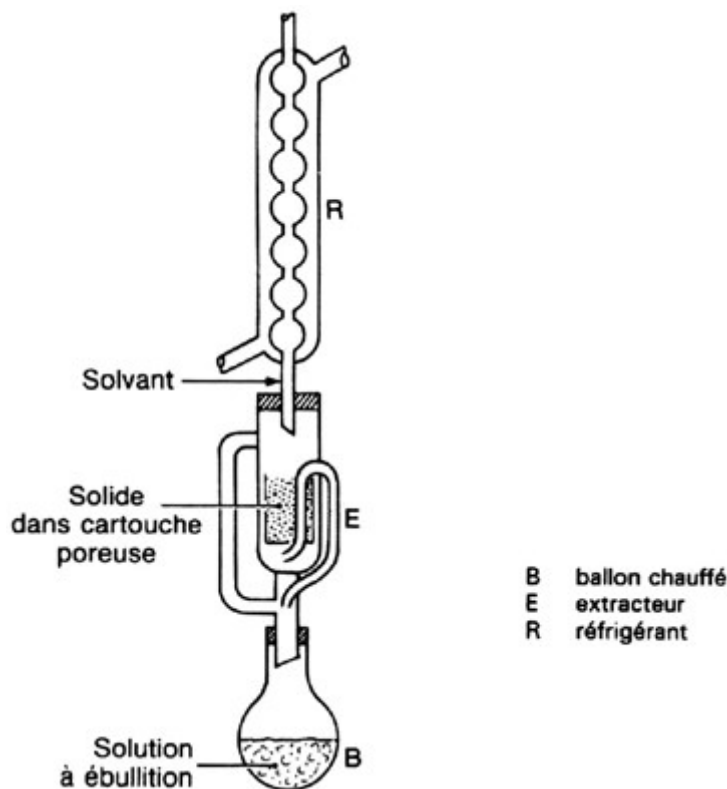


Figure 18 : Extracteur de Soxhlet

3.4.4.6. Extracteur de Kumagawa

Très proche de l'extracteur de Soxhlet, le Kumagawa a l'avantage de pouvoir être utilisé à des températures bien supérieures et d'être moins encombrant grâce à la cartouche incorporée dans le porte-ballon.



Figure 19 : Extracteur de Kumagawa

3.4.4.7. Extraction par hydro-distillation

L'Extraction par hydro-distillation ou par entraînement à la vapeur d'eau consiste à distiller un composé par entraînement à la vapeur d'eau. C'est une méthode très utilisée pour l'extraction des huiles essentielles. Elle montre ses limites lorsque les molécules à extraire sont fragiles et ne résisteront pas au chauffage. La vapeur d'eau produite va entraîner avec elle un composé donné selon un phénomène physique particulier : la création d'un azéotrope (mélange de deux liquides qui bout à température fixe et ne se distille pas en bouillant) (Schwartz et Cantor, 1985).

Il s'agit en fait d'un mélange de composés, non miscibles, (l'eau et une molécule odorante). La vapeur d'eau chargée en molécules organiques est condensée puis récupérée. Le liquide obtenu est appelé distillat. Il y a donc séparation de deux phases : l'une aqueuse et l'autre organique, cette dernière contenant le composé à extraire. Pour récupérer l'huile essentielle, il faut procéder à une extraction liquide-liquide.

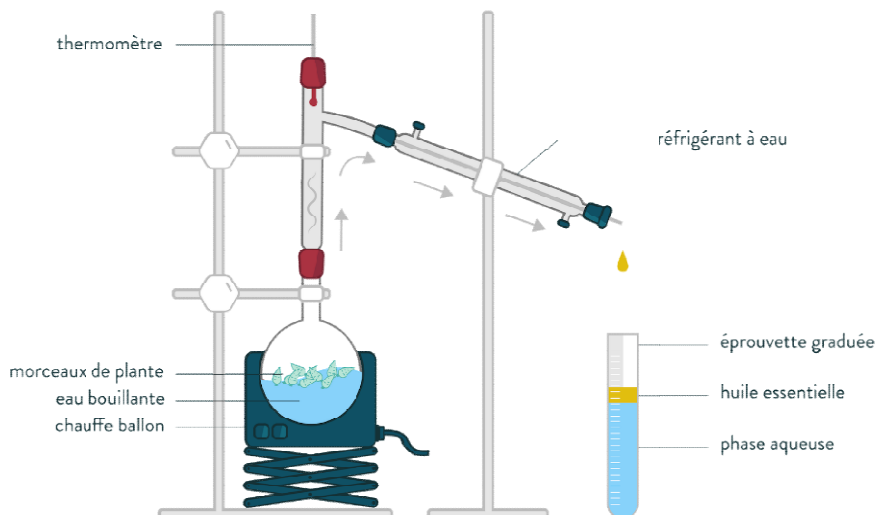


Figure 20 : Schéma d'une hydro-distillation.

L'hydro-distillation fait intervenir les étapes suivantes:

3.4.4.7.1. **L'entraînement à la vapeur:**

Consiste à bouillir un mélange d'eau et de substance naturelle contenant le composé à extraire (huile essentielle). La vapeur entraîne les huiles essentielles contenues dans le produit brut. Par la suite, ces vapeurs sont condensées à l'aide d'un réfrigérant.

3.4.4.7.2. **Le relargage:**

Consiste à rendre les huiles essentielles, qui sont des composés organiques en partie solubles dans l'eau, moins solubles par l'ajout du chlorure de sodium. De cette manière, il sera plus facile de récupérer ces huiles essentielles.

3.4.4.7.3. **La décantation:**

Est réalisée dans une ampoule à décanter, dans laquelle le mélange se sépare en deux phases non miscibles. Une phase aqueuse, plus dense, se situe dans la partie inférieure et une phase organique, de densité plus faible et contenant les huiles essentielles se situent au-dessus.

3.4.4.7.4. **Le séchage et la filtration :**

Afin d'éliminer le peu d'eau susceptible d'avoir été retenue dans la phase organique, il est important de faire agir un déshydratant (C'est le séchage). Pour ne recueillir que la phase organique exempte d'eau il faut réaliser une filtration.

3.4.4.7.5. **Extraction des protéines**

L'extraction d'une protéine à partir d'un tissu commence par la destruction de l'organisation cellulaire par des méthodes mécaniques, chimiques ou par l'action

d'enzymes qui désorganisent les tissus. Le mélange résultant du matériel biologique ainsi brisé et du solvant est appelé extrait brut ou homogénat. Les débris cellulaires sont séparés par centrifugation : le matériel soluble est recueilli et dialysé pour éliminer les petites molécules. Diverses méthodes sont ensuite utilisées pour purifier une protéine particulière à partir du mélange (**Schwartz et Cantor, 1985**).

3.4.4.8. Techniques mécaniques

3.4.4.8.1. Le broyage mécanique

Les broyeurs mécaniques sont utilisés pour réduire la taille des particules de différents types de matériaux. Ils sont utilisés dans le cas où le matériel est sous forme solide, sèche ou congelée (**Schwartz et Cantor, 1985**).

3.4.4.8.2. La bombe à disruption

Cette technique consiste à traiter l'échantillon avec de l'azote à haute pression. La pression force l'azote à se solubiliser dans les liquides. Par la suite, la pression est libérée tout d'un coup ; l'azote en solution reprend son état gazeux, forme des bulles à l'intérieur des cellules et les fait éclater (**Schwartz et Cantor, 1985**).

3.4.4.8.3. La Presse de French

C'est un cylindre creux en métal dans lequel s'enfonce un piston métallique doué de plusieurs o-rings d'un caoutchouc très solide. Il est utilisé en expérimentation biologique pour interrompre la membrane plasmique des cellules en les faisant passer à travers une valve étroite sous haute pression, ce qui déchire leur membrane. Plus que la pression est haute dans le cylindre, plus que la lyse est totale. Cette technique est fiable, efficace et respecte l'activité des enzymes présentes dans les cellules biologiques (**Schwartz et Cantor, 1985**).

3.4.4.8.4. La sonication (Ultrasons)

Elle consiste à détruire les cellules par les ultrasons qui sont des ondes de même nature que le son mais dont la gamme de fréquence se situe entre 20 kHz et plusieurs centaines de mégahertz. Cette gamme est trop élevée pour que l'oreille humaine puisse la percevoir. La sonication est réalisée grâce à un appareil appelé sonicateur qui permet de transformer l'énergie électrique en vibration mécanique longitudinale le long d'une sonde.

Cette dernière permet de casser les cellules biologiques en suspension. Il est indispensable de travailler à basse température et d'effectuer des pauses entre les cycles de sonication afin d'éviter la surchauffe de l'échantillon (Schwartz et Cantor, 1985).

3.4.4.8.5. La congélation-décongélation

Des cycles de congélation (-20°C) et de décongélation (37°C) permettent de détruire les membranes plasmiques des cellules surtout lorsqu'il s'agit d'une protéine ou d'une enzyme bactérienne. Durant la congélation des cristaux de glace se forment, ce qui provoque la désintégration de la membrane cellulaire (Schwartz et Cantor, 1985).

3.4.4.9. Les Techniques chimiques et enzymatiques

Ces techniques regroupent la lyse ou choc osmotique, la modification de la force ionique ou du pH et la lyse enzymatique (Delarras, 2007).

3.4.4.9.1. La lyse ou choc osmotique

Le choc osmotique consiste à incuber les cellules fragiles dans une solution hypoosmotique, ce qui permet à l'eau d'entrer dans la cellule la fait gonfler jusqu'à ce que les membranes lipidiques se rompent et laissent passer leur contenu dans le milieu. L'éclatement des organites est l'inconvénient de cette technique (Delarras, 2007).

3.4.4.9.2. Modification de la force ionique ou du pH

La modification de la force ionique du milieu par addition des ions ou la modification du pH entraînent la rupture des membranes plasmiques de certains types cellulaires. Ces traitements peuvent rendre les membranes plus perméables aux constituants du milieu (Delarras, 2007).

3.4.4.9.3. Lyse enzymatique

Pour lyser la paroi cellulaire qui protège la membrane plasmique de plusieurs types de cellules (les levures, les plantes et les bactéries), différentes enzymes comme le lysozyme du blanc d'œuf de poule ou la lyticase de *Streptococcus aureus* peuvent être utilisées (Delarras, 2007).

3.4.4.9.4. Extraction des acides nucléiques

L'extraction de l'ADN consiste à isoler l'ADN à partir d'une cellule en quantité et en qualité suffisante pour permettre son analyse (Delarras, 2007).

Les principales étapes de l'extraction de l'ADN sont (Delarras, 2007) :

1. La lyse cellulaire par des méthodes physiques ou chimiques permet d'accéder à l'ADN.
2. L'élimination ou la séparation des lipides membranaires et des débris cellulaires se fait généralement à l'aide de détergents comme le sodium dodecyl sulfate et par centrifugation.
3. L'élimination ou la dénaturation des protéines de l'extrait cellulaire est effectuée à l'aide d'une protéase.
4. L'élimination de l'ARN est effectuée par addition de RNase qui dégrade rapidement l'ARN en ribonucléotides.
5. La précipitation/agrégation/élution de l'ADN.

Chapitre III :
Matériels et méthodes

1. Matériel et méthodes

La présente étude vise à caractériser phytochimiquement les extraits des parties aériennes d'une plante médicinale, l'*Urtica dioica*, qui pousse de façon spontanée dans la wilaya de Saïda. L'expérimentation a été menée au laboratoire n°2 du département de Biologie de la Faculté des Sciences de l'Université Moulay Tahar de Saïda.

Les principales étapes adoptées depuis la récolte jusqu'à l'obtention de l'extrait sont représentées dans la figure ci-dessous:

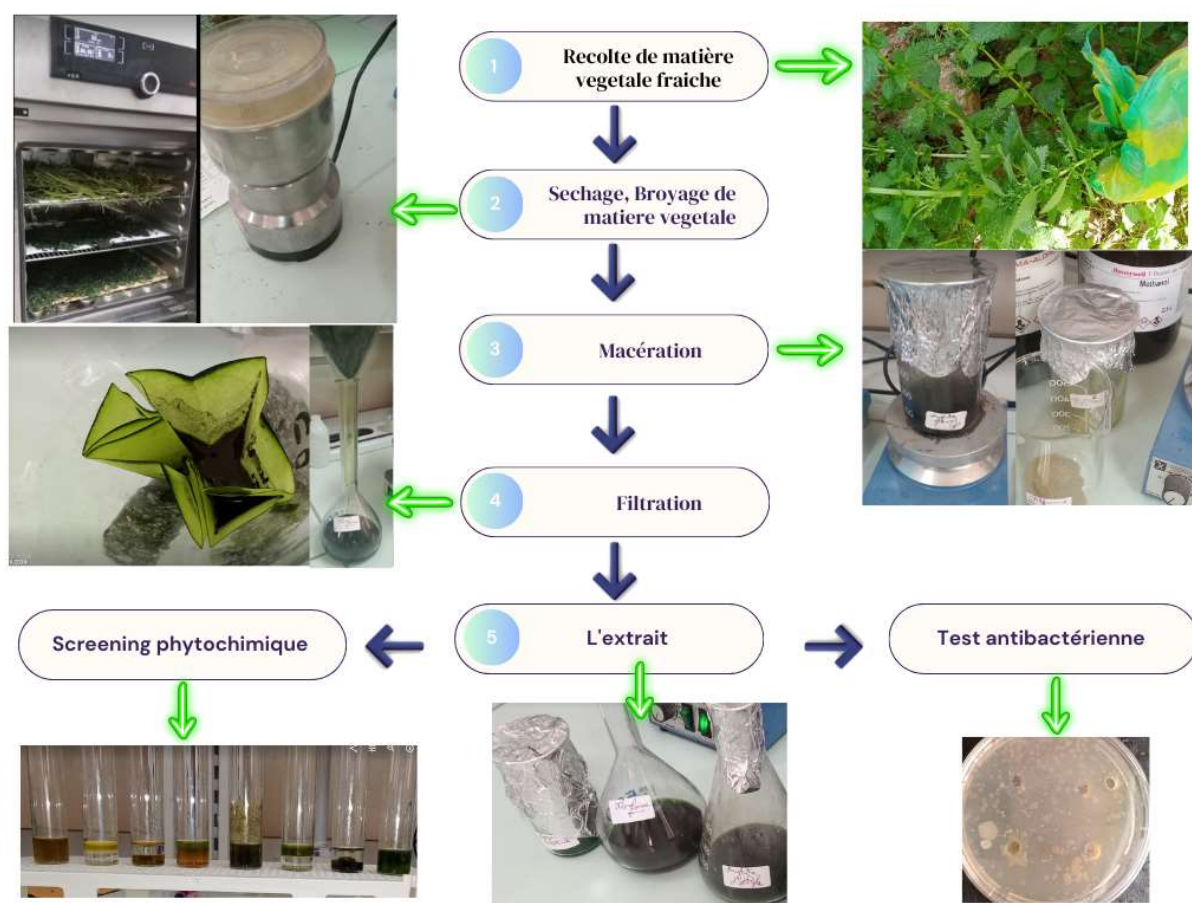


Figure 21: Les principales étapes suivies depuis la récolte jusqu'à l'obtention de l'extrait

1.1. Matériel biologique (Bruneton, 2009)

1.1.1. La plante

1.1.1.1. Récolte et pré-traitement :

Les parties aériennes de la plante, comprenant les feuilles et les tiges, ont été récoltées dans la commune de Hounet (Wilaya de Saïda), entre le 21 février 2024 et le 9 mars 2024.

- Une fois récoltées, les plantes ont été soumises à un processus de nettoyage approfondi par l'eau de robinet pour éliminer les impuretés et les contaminants externes (**Bruneton, 2009**).

1.1.1.2. Séchage :

Après le nettoyage, les feuilles et les tiges ont été séchées dans une étuve à une température de 80°C pendant 48 heures (**Harborne, J.B, 1998**). Ce processus de séchage permet de préserver les caractéristiques chimiques des échantillons végétaux tout en éliminant l'humidité.

1.1.1.3. Mesure des masses :

Avant le séchage dans l'étuve, les masses initiales des feuilles et des tiges ont été enregistrées.

- Poids initial des feuilles : 284 g
- Poids initial des tiges : 401 g

1.1.1.4. Broyage :

- Une fois séchées, les parties végétales ont été broyées pour obtenir une poudre fine.
- Le broyage permet d'homogénéiser les échantillons et facilite les analyses ultérieures.

1.1.1.5. Mesure des masses de la poudre :

- Après le broyage, les masses de la poudre obtenue ont été mesurées.
- Poids de la poudre fine des feuilles obtenue : 143 g
- Poids de la poudre des tiges obtenue : 66 g

1.1.1.6. Conservation :

- La poudre obtenue a été soigneusement conservée dans des flacons à l'abri de la lumière et de l'humidité.
- Cette conservation vise à maintenir l'intégrité des échantillons végétaux en vue des expérimentations ultérieures (**Bruneton, 2009**).

1.1.2. Matériel utilisé :

Afin de mener cette étude, on utilise un ensemble de réactifs, de produits chimiques, de verreries et d'appareils tels que :

Tableau 5: Matériels et Équipements de laboratoire utilisés

Matériels	Équipements
<p>1) Matériel pour les tests phytochimiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Papier aluminium • Flacons en verre • Éprouvettes graduées • Bêchers • Tamis (1 mm) • Tubes à essai • Pipettes graduées • Pipettes Pasteur • Micropipettes • Fioles jaugées • Entonnoirs • Verres de montre • Spatules • Ballons à fond rond • Ballons à fond plat • Papier filtre • Mortier et pilon <p>2) Matériel pour l'évaluation de l'activité antibactérienne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Boîtes de Pétri • Porte-tubes • Ans • Lames • Pincés 	<p>1) Appareils utilisés pour les tests phytochimiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Étuve • Balance analytique • Broyeur • Agitateur magnétique avec barreaux aimantés • Rotavapeur • Spectrophotomètre • Autoclave • Bain-marie <p>2) Appareils utilisés pour l'évaluation de l'activité antibactérienne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incubateur • Réfrigérateur (pour conservation des échantillons) • Règle pour mesurer les zones d'inhibition

<ul style="list-style-type: none">• Pipettes• Erlenmeyers• Flacons de conservation• Cuves de spectrophotométrie• Les embouts de micropipettes• Incubateur• Réfrigérateur (pour conservation des échantillons)• Règle pour mesurer les zones d'inhibition• Spectrophotomètre• Balance analytique• Broyeur• Étuve• Rotavapor	
--	--

Tableau 6 : Réactifs et produits chimiques utilisés

Produits utilisés	
<p>Produits utilisés dans les tests phytochimiques :</p> <p>A. Solvants pour l'extraction des composés actifs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Éther de pétrole (C₅H₁₂) • Chloroforme (CHCl₃) • Acétate d'éthyle (C₄H₈O₂) • Méthanol (CH₃OH) <p>B. Réactifs pour les tests phytochimiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acide sulfurique (H₂SO₄) • Chlorure ferrique (FeCl₃) • Hydroxyde de potassium en éthanol (KOH) • Chloroforme (CHCl₃) • Anhydride acétique (C₄H₆O₃) • Hydroxyde de sodium (NaOH) • Éthanol (C₂H₅OH) 	<p>Produits utilisés dans l'évaluation de l'activité antibactérienne :</p> <p>A. Souches bactériennes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Escherichia coli</i> • <i>Staphylococcus aureus</i> <p>B. Milieux de culture :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gélose nutritive • Gélose Mueller-Hinton <p>C. Solutions et réactifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solution McFarland (pour ajustement de la densité bactérienne) • Éthanol C₂H₅OH (utilisé comme témoin) • L'eau physiologique <p>D. Les extraits :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Éther de pétrole (C₅H₁₂) • Chloroforme (CHCl₃) • Acétate d'éthyle (C₄H₈O₂) • Méthanol (CH₃OH)

1.2. Méthodes

1.2.1. Caractérisation phytochimique

Dans le cadre de notre étude sur *l'Urtica dioica*, nous avons:

- Entrepris une série d'analyses qualitatives sur les échantillons de poudre végétale ainsi que sur les infusions préparées à partir des tiges et des feuilles de la plante, Ces analyses reposent sur des réactions de coloration et/ou de précipitation, ainsi que sur des tests antibactériens. Réalisé l'extraction des principes actifs par macération, une méthode efficace pour extraire divers composés bioactifs :

- Flavonoïdes,
 - Tanins,
 - Terpènes,
 - Coumarines,
 - Saponines,
 - Stéroïdes,
 - Anthocyanosides.
- Utilisé la macération en laissant la poudre du matériel végétal en contact prolongé avec un solvant, à température ambiante et sous agitation magnétique, afin de maximiser l'extraction des principes actifs de la plante (**Bruneton, 2009**).

1.2.1.1. Préparation des extraits

1. Préparation des échantillons

- Pour chaque partie de la plante (feuilles et tiges), 10 g de matériel végétal ont été pesés.

2. Préparation des solutions de solvants

- Pour chaque échantillon de 10 g de matériel végétal, 100 ml de chaque solvant de polarité croissante ont été utilisés. Les solvants utilisés sont : Ether de pétrole, Chloroforme, Acétate d'éthyle et Méthanol. Dans le cas de l'Ether de pétrole, 20 g de matériel végétal ont été utilisés avec 200 ml de solvant (**Bruneton, 2009**).

3. Mélange et agitation

- Les mélanges obtenus ont été soumis à une agitation à une vitesse de 720 fois/min, à l'aide d'un agitateur magnétique. Cette agitation a été maintenue pendant 24 heures.
- Le processus s'est déroulé à température ambiante et à l'abri de la lumière pour préserver la stabilité des composés.

4. Filtration

- Après la période de macération et d'agitation, les mélanges ont été filtrés à l'aide d'un papier filtre pour séparer les extraits des résidus végétaux.

- Le filtrat, contenant les extraits bruts, a été récupéré.

5. Évaporation du filtrat

- Les extraits bruts obtenus sont utilisés dans deux parties distinctes de l'étude : le test phytochimique et l'évaluation de l'activité antibactérienne, pour obtenir ces extraits bruts, les échantillons végétaux sont soumis à une évaporation à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif.

- Cette étape permet de concentrer les extraits et d'éliminer les solvants résiduels.

En suivant rigoureusement ces étapes, nous avons pu obtenir des extraits des parties aériennes de *l'Urtica dioica* dans différents solvants, prêts à être analysés pour leur composition en métabolites secondaires (Bruneton, 2009). Les différents tests analytiques réalisés sont notés dans le tableau 07

Tableau 7 : Les différents tests phytochimique

	Métabolites	Protocole	Résultats attendus
01	Flavonoïdes	10 ml d'extrait + Traitement d'extrait par H ₂ SO ₄ concentré	Observation de la couleur orange
02	Tanins	10 ml d'extrait + quelques gouttes du réactif FeCl ₃	Observation de la formation d'un précipité bleu noir
03	Coumarines	1 ml d'extrait + 1 ml de la solution KOH en éthanol	Observation du précipité
04	Saponosides	: 9 ml d'eau distillée + 1 ml d'extrait, secoué vigoureusement	Apparence d'une mousse stable
05	Terpénoïdes	2 ml d'extrait + 1 ml du chloroforme + quelques gouttes de l'anhydride acétique + quelques gouttes de H ₂ SO ₄ concentré additionné sur les parois	Observation de la couleur rouge – marron
06	Stéroïdes	Traitement de 1 ml d'extrait par 1 ml d'éthanol et quelques gouttes de H ₂ SO ₄	Observation de la couleur bleu violet ou une couleur verte
07	Anthocyanosides	1 ml d'extrait est traité par 1 ml NaOH	Observation d'une couleur bleu vert

1.2.2. Évaluation de l'activité antibactérienne

1.2.2.1. Sélection des souches bactériennes

Les bactéries *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* ont été choisies pour leur implication fréquente dans les infections humaines. *E. coli*, un représentant typique des bactéries Gram négatif, et *S. aureus*, une bactérie Gram positif, sont particulièrement pertinents pour cette étude. Les souches utilisées proviennent de l'ATCC (American Type Culture Collection) : *Escherichia coli* ATCC25922 (Gram négatif) et *Staphylococcus aureus* ATCC33591 (Gram positif). Ces souches ont été conservées à 5°C dans des boîtes de Pétri contenant des milieux de culture GN.

1.2.2.2. Préparation des souches bactériennes

Pour garantir la viabilité et la standardisation des tests, les souches bactériennes ont été réactivées en les inoculant sur des boîtes de pétri contenant de la gélose nutritive. L'incubation à 37°C pendant 18 à 24 heures a favorisé le développement de colonies bien définies, la densité de la suspension a été ajustée à l'équivalent de 0,5 McFarland, soit une densité optique égale à 0,08 à 0,10, lue à une longueur d'onde de 625 nm correspondant à 108 UFC/ml. Établissant ainsi un point de départ homogène pour les tests ultérieurs.

1.2.2.3. Extraction des composés actifs des plantes

Une fois les extraits obtenus, ils ont été dissous dans de l'éthanol pour former des solutions mères à une concentration de 50 µg/ml. Par la suite, des dilutions successives ont été réalisées pour obtenir des concentrations variables, permettant ainsi une évaluation graduelle de leur efficacité antibactérienne.

1.2.2.4. Préparation des plaques de gélose Mueller-Hinton

La gélose Mueller-Hinton, reconnue pour sa capacité à maintenir une diffusion uniforme des agents antimicrobiens, a été préparée selon les protocoles standardisés. Les boîtes de Pétri ont été remplies avec cette gélose et des puits ont été formés pour accueillir les extraits de plantes et les témoins. Cette méthode a assuré une répartition uniforme des substances testées dans le milieu de culture (Murray *et al.*, 2007).

1.2.2.5. Technique de diffusion en milieu gélosé

La technique de diffusion en milieu gélosé, également connue sous le nom de méthode des puits, a été employée pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits de plantes. Des suspensions bactériennes préparées à une concentration de 10^8 UFC/ml ont étéensemencées sur les boîtes de gélose. Par la suite, des puits ont été imprégnés avec les

différentes concentrations d'extraits de plantes et placés sur la surface de la gélose. L'incubation ultérieure a permis la diffusion des composés extraits dans le milieu, interférant ainsi avec la croissance bactérienne (Murray et al., 2007).

1.2.2.6. Dispensation des extraits et des témoins

Les extraits de plantes, à différentes concentrations, ont été soigneusement déposés dans les puits préparés, tandis que des témoins ont été inclus pour permettre une comparaison appropriée. Ces témoins, composés uniquement de milieu nutritif ou d'antibiotiques de référence, ont servi de point de référence pour interpréter l'efficacité des extraits testés (Murray et al., 2007).

1.2.2.7. Incubation des plaques

Les plaques ont été incubées à une température de 37°C pendant une période allant de 18 à 24 heures. Cette incubation a permis la diffusion des extraits dans le milieu de culture, créant ainsi des zones d'inhibition autour des puits où la croissance bactérienne était inhibée (Murray et al., 2007).

1.2.2.8. Expression des résultats

Les diamètres des zones d'inhibition ont été interprétés selon les critères suivants : (-) pour résistant ($\emptyset < 8$ mm), (+) pour sensible ($9 \text{ mm} \leq \emptyset < 14$ mm), (++) pour très sensible ($15 \text{ mm} \leq \emptyset < 19$ mm) et (+++) pour extrêmement sensible ($\emptyset \geq 20$ mm). Ces résultats ont été comparés à ceux des essais témoins réalisés avec le DMSO sur chacune des souches bactériennes pour contrôler tout effet potentiel du solvant sur la croissance bactérienne. Les résultats ont été utilisés pour déterminer le degré de sensibilité des souches aux extraits de plantes testés (Murray et al., 2007).

1.2.2.9. Analyse des résultats

Les diamètres des zones d'inhibition ont été analysés pour identifier les extraits présentant une activité antibactérienne significative. Ces extraits ont été soumis à une analyse plus approfondie pour évaluer leur potentiel en tant qu'agents antimicrobiens.

1.3. Rendement

Le rendement en pourcentage (%) est un indicateur clé dans les processus d'extraction, déterminant l'efficacité avec laquelle les composés actifs sont récupérés à partir de la plante sèche. Il est crucial pour évaluer la viabilité économique et pratique de la méthode d'extraction utilisée (Bouchouka et al., 2016), le mélange solvant- matériel végétale va traite par des étapes :

- Nous versons l'extrait obtenu après filtration dans un ballon et pesons cette dernière avant l'utilisation du rotavapeur.
- L'extrait est ensuite évaporé à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif à 40°C et 90 tr/min.
- Après évaporation totale de l'extrait, nous pesons de nouveau ballon contenant l'extrait.
- Enfin, nous calculons le poids sec de l'extrait selon la formule suivante :
Poids sec de l'extrait = Poids total après rotavapeur - Poids total avant rotavapeur
Poids total après rotavapeur : Poids de ballon avec l'extrait après rotavapeur
Poids total avant rotavapeur : Poids de ballon avec l'extrait avant rotavapeur



Figure 21: Rotavapeur

Chapitre IV :
Résultats et discussion

1. Résultats et discussion

1.1. Screening phytochimique

Le screening phytochimique a été effectué en comparant les composés bioactifs des différentes parties (feuilles et tiges) de l'*Urtica dioica*, collectée dans la région de Saida. Les tests phytochimiques ont mis en évidence la présence de plusieurs familles de composés, dont les résultats sont résumés dans le **Tableau 8** ci-dessous, Les réactions observées sont classées selon leur intensité comme suit (**Kokate, C. K, 1994**):

- Absence de la substance recherchée (-)
- Faible teneur (1+)
- Moyenne teneur (2+)
- Forte teneur de la substance recherchée (3+)
- Plus forte teneur de la substance recherchée (4+)

1.1.1. Résultats

Tableau 8 :Résultats de Screening phytochimique des feuilles

	Métabolites	Résultats attendus	Résultats obtenus (Feuilles)			
			Ether de pétrole	Chloroforme	Acétate d'éthyle	Méthanol
01	Flavonoïdes	Observation de la couleur orange	(1+)	(-)	(-)	(-)
02	Tanins	Observation de la formation d'un précipité bleu noir	(3+)	(-)	(-)	(-)
03	Coumarines	Observation du précipité	(2+)	(4+)	(-)	(-)
04	Saponosides	Apparence d'une mousse stable	(1+)	(1+)	(4+)	(-)
05	Terpénoïdes	Observation de la couleur rouge – marron	(2+)	(1+)	(1+)	(4+)
06	Stéroïdes	Observation de la couleur bleu violet ou une couleur verte	(2+)	(2+)	(1+)	(2+)
07	Anthocyanosides	Observation d'une couleur bleu vert	(4+)	(-)	(1+)	(3+)

Tableau 9 : Résultats de Screening phytochimique des Tiges

	Métabolites	Résultats attendus	Résultats obtenus (Tiges)			
			Ether de pétrole	Chloroforme	Acétate d'éthyle	Méthanol
01	Flavonoïdes	Observation de la couleur orange	(2+)	(1+)	(4+)	(2+)
02	Tanins	Observation de la formation d'un précipité bleu noir	(-)	(3+)	(1+)	(-)
03	Coumarines	Observation du précipité	(-)	(4+)	(-)	(2+)
04	Saponosides	Apparence d'une mousse stable	(1+)	(1+)	(4+)	(-)
05	Terpénoïdes	Observation de la couleur rouge – marron	(4+)	(3+)	(4+)	(4+)
06	Stéroïdes	Observation de la couleur bleu violet ou une couleur verte	(3+)	(3+)	(-)	(2+)
07	Anthocyanosides	Observation d'une couleur bleu vert	(3+)	(1+)	(-)	(3+)

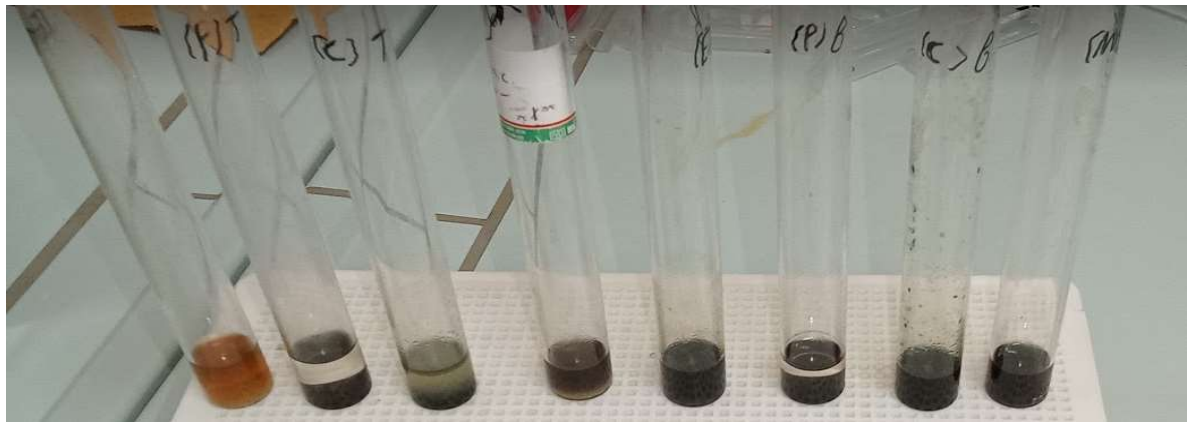


Figure 22 : Résultats de Screening phytochimique de flavonoïdes

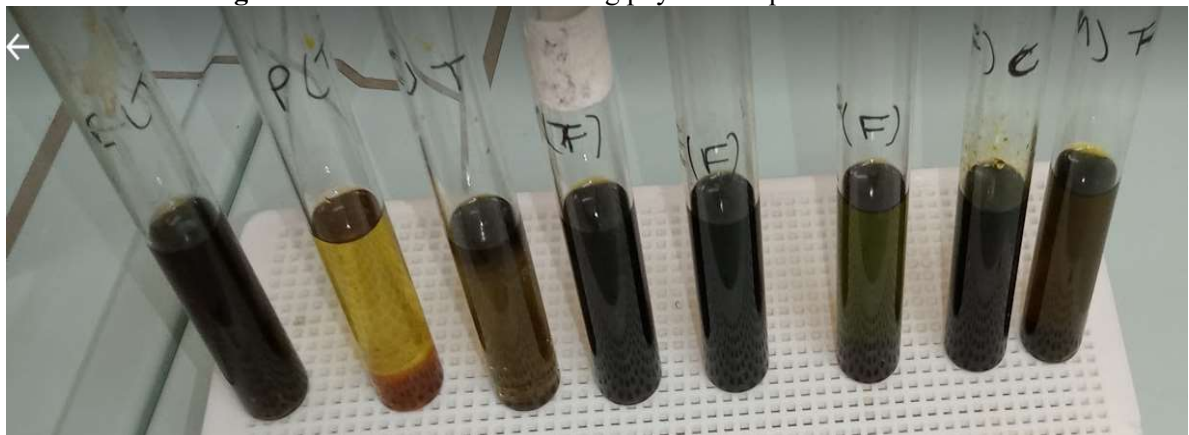


Figure 23 : Résultats de Screening phytochimique de Tanins

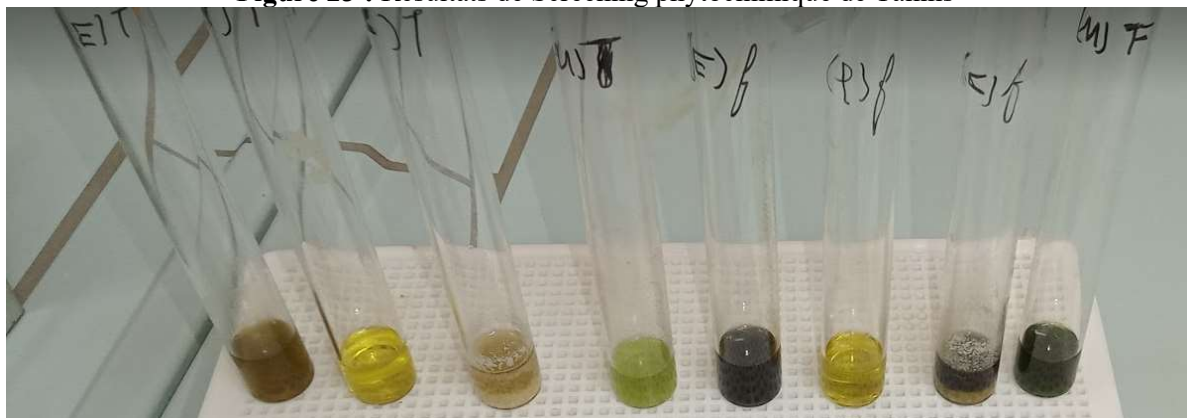


Figure 24 : Résultats de Screening phytochimique de Coumarines

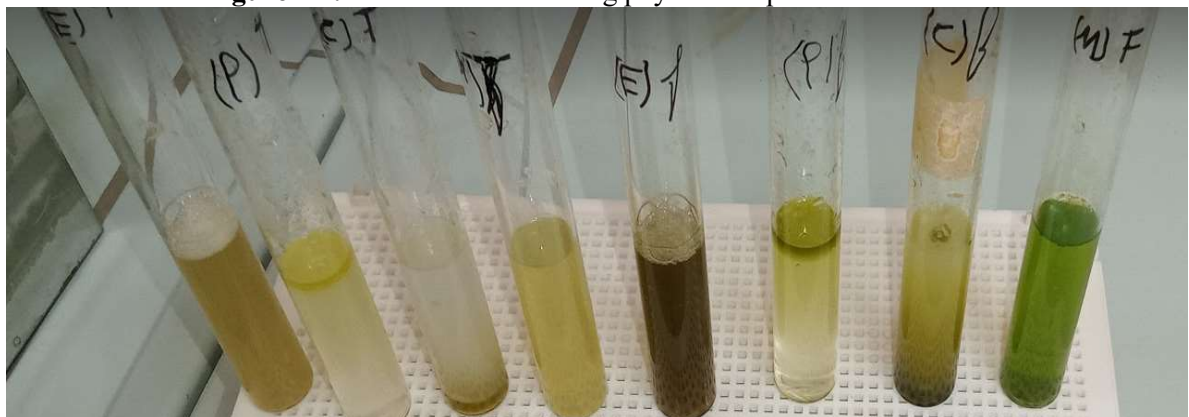


Figure 25 : Résultats de Screening phytochimique de Saponosides

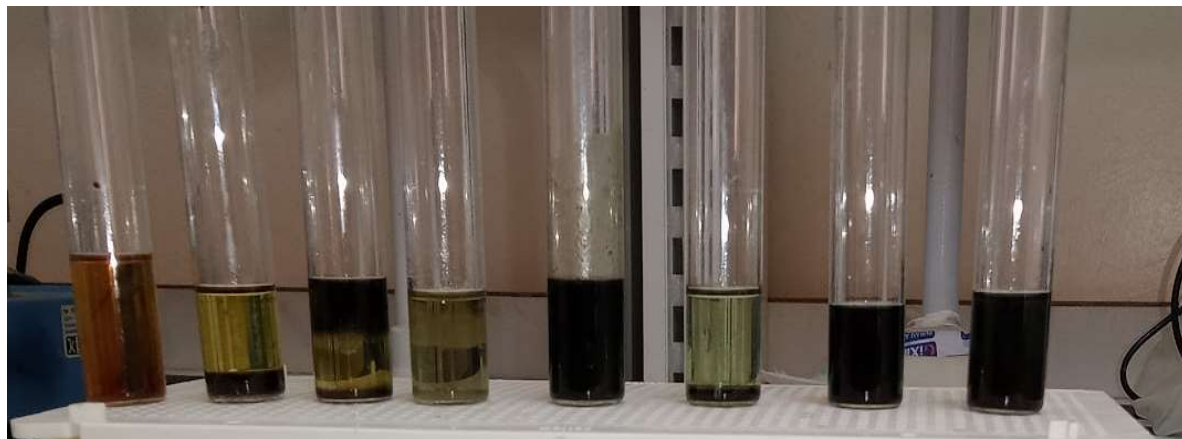


Figure 26 : Résultats de Screening phytochimique de Terpénoïdes

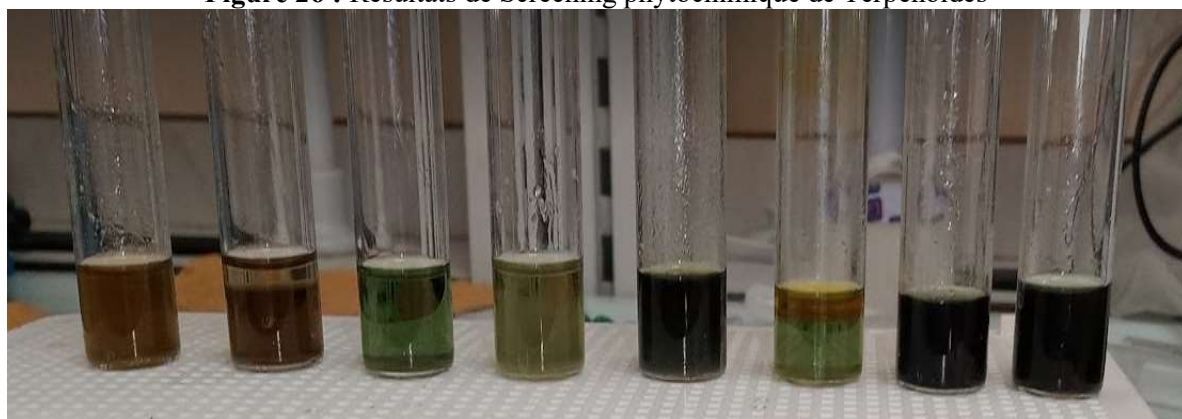


Figure 27 : Résultats de Screening phytochimique de Stéroïdes

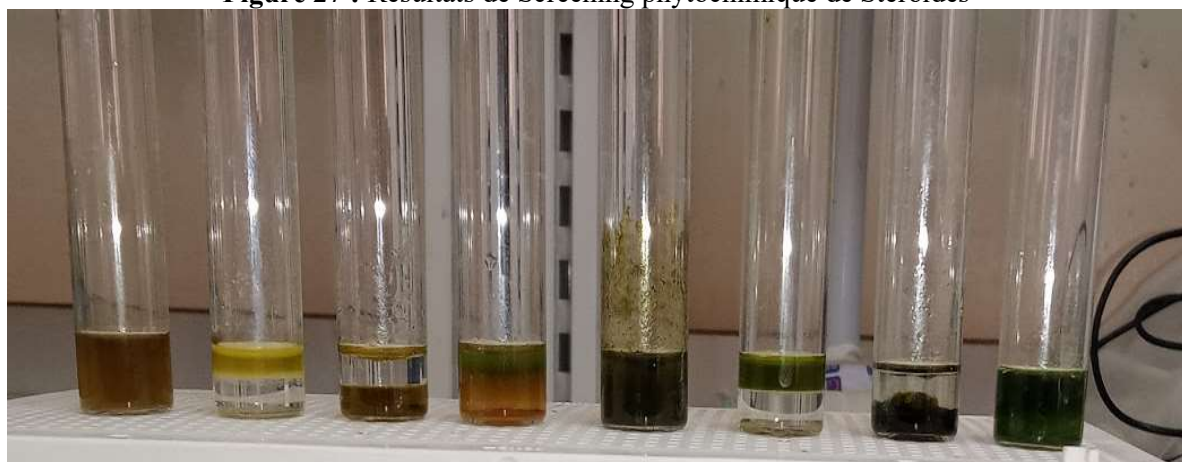


Figure 28 : Résultats de Screening phytochimique d'Anthocyanosides

1.1.2. Discussion

1.1.2.1. Ether de pétrole

1. Flavonoïdes

Les tiges semblent contenir une quantité légèrement plus élevée de flavonoïdes que les feuilles. Les flavonoïdes sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

2. Tanins

Les tanins sont présents en grande quantité dans les feuilles mais absents dans les tiges. Les tanins possèdent des propriétés astringentes et antimicrobiennes.

3. Coumarines

Les coumarines sont présentes uniquement dans les feuilles. Elles ont des propriétés anticoagulantes et anti-inflammatoires.

4. Saponosides

Les saponosides sont présents en quantités égales dans les feuilles et les tiges. Ils sont connus pour leurs effets expectorants et immunomodulateurs.

5. Terpénoïdes

Les tiges contiennent une plus grande quantité de terpénoïdes comparées aux feuilles. Les terpénoïdes ont des propriétés antiseptiques et anti-inflammatoires.

6. Stéroïdes

Les stéroïdes sont légèrement plus abondants dans les tiges. Ils jouent un rôle crucial dans la régulation de nombreux processus physiologiques.

7. Anthocyanosides

Les feuilles ont une concentration légèrement plus élevée d'anthocyanosides. Ces composés sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et leur rôle dans la réduction du risque de maladies chroniques.

1.1.2.2. chloroforme

1. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont absents dans les feuilles mais présents en faible quantité dans les tiges. Cela pourrait indiquer que les flavonoïdes sont synthétisés ou accumulés plus dans les tiges que dans les feuilles. Les flavonoïdes ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, et leur présence dans les tiges pourrait jouer un rôle protecteur contre les stress environnementaux ou les herbivores.

2. Tanins

Les tanins ne sont pas détectés dans les feuilles mais sont présents en quantités significatives dans les tiges. Les tanins ont des propriétés astringentes et peuvent aider à protéger les plantes contre les parasites et les prédateurs. Leur accumulation dans les tiges pourrait être une stratégie de défense contre les dommages mécaniques et biologiques.

3. Coumarines

Les coumarines sont présentes en quantités égales dans les feuilles et les tiges. Les coumarines possèdent diverses propriétés biologiques, y compris des effets anticoagulants et anti-inflammatoires. Leur présence uniforme suggère qu'elles pourraient jouer un rôle systémique dans la plante, contribuant potentiellement à la protection contre les infections microbiennes ou les dommages oxydatifs dans les deux types de tissus.

4. Saponosides

Les saponosides sont présents en quantités égales et faibles dans les feuilles et les tiges. Les saponosides ont des propriétés tensioactives et peuvent être impliqués dans la défense contre les pathogènes. Leur faible mais égale distribution peut indiquer une fonction de protection généralisée dans toute la plante.

5. Terpénoïdes

Les terpènes sont présents en faible quantité dans les feuilles et en plus grande quantité dans les tiges. Les terpènes jouent divers rôles, y compris la défense contre les herbivores et les agents pathogènes, ainsi que des fonctions de communication entre les plantes et leur environnement. Leur accumulation dans les tiges peut suggérer un rôle de protection plus important dans ces parties de la plante.

6. Stéroïdes

Les stéroïdes sont présents à des concentrations modérées dans les feuilles et légèrement plus élevées dans les tiges. Les stéroïdes peuvent être impliqués dans la régulation de la croissance et de la défense des plantes. Leur présence dans les deux types de tissus indique leur importance dans les fonctions physiologiques générales de la plante.

7. Anthocyanosides

Les anthocyanosides sont absents dans les feuilles mais présents en faible quantité dans les tiges. Ces composés sont des pigments qui peuvent aider à protéger contre les dommages causés par les UV et les herbivores. Leur présence dans les tiges peut être liée à des besoins de protection spécifiques à cette partie de la plante.

1.1.2.3. Acétate d'éthyle**1. Flavonoïdes :**

Les flavonoïdes sont absents dans les extraits de feuilles mais présents en quantité notable dans les tiges. Cela suggère que les tiges contiennent des composés flavonoïdes qui ne sont pas présents dans les feuilles, ou du moins pas extraits dans les mêmes conditions.

2. Tanins :

Les tanins sont absents dans les feuilles et présents en très faible quantité dans les tiges. Cela indique une faible présence de tanins dans la plante en général, avec une légère prédominance dans les tiges.

3. Coumarines :

Les coumarines sont absentes dans les deux types d'extraits. Cela suggère que cette classe de composés n'est pas présente ou n'est pas extractible dans les conditions utilisées.

4. Saponosides :

Les saponosides sont présents en quantités égales et significatives dans les deux parties de la plante. Cela indique que ces composés sont abondants et uniformément distribués dans la plante.

5. Terpénoïdes :

Les terpènes sont présents en faible quantité dans les feuilles et en quantité plus élevée dans les tiges. Cela montre une distribution inégale, avec une concentration plus élevée dans les tiges.

6. Stéroïdes :

Les stéroïdes sont présents en faible quantité dans les feuilles et absents dans les tiges, suggérant que ces composés sont spécifiques aux feuilles ou que les tiges ne les contiennent pas du tout.

7. Anthocyanosides :

Les anthocyanosides sont présents en faible quantité dans les feuilles et absents dans les tiges, indiquant une spécificité de ces composés pour les feuilles.

1.1.2.4. Méthanol**1. Flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont absents dans les extraits méthanoliques de feuilles mais présents dans les extraits de tiges. Cela indique que les tiges contiennent des flavonoïdes extractibles par le méthanol, contrairement aux feuilles.

2. Tanins

Les tanins ne sont présents ni dans les extraits de feuilles ni dans les extraits de tiges. Cela pourrait signifier une absence ou une très faible concentration de tanins dans les parties de la plante étudiée.

3. Coumarines

Les coumarines sont absentes dans les extraits de feuilles mais présentes dans les extraits de tiges, similaire aux flavonoïdes. Cela montre une localisation préférentielle des coumarines dans les tiges.

4. Saponosides

Les saponosides sont absents dans les extraits des deux parties de la plante, suggérant une absence ou une très faible concentration dans les feuilles et les tiges.

5. Terpénoïdes

Les terpénoïdes sont présents en quantités égales dans les extraits des feuilles et des tiges. Cela indique une distribution homogène des terpénoïdes dans ces deux parties de la plante.

6. Stéroïdes

Les stéroïdes sont également présents en quantités égales dans les feuilles et les tiges. Cela montre que les stéroïdes sont également répartis dans les deux parties de la plante.

7. Anthocyanosides

Les anthocyanosides sont présents en quantités égales dans les feuilles et les tiges, indiquant une distribution homogène similaire à celle des terpénoïdes et des stéroïdes.

1.2. Rendement

1.2.1. Calcule rendement

Le rendement en pourcentage (%), est déterminé par le rapport entre la masse d'extrait et celle de la plante sèche en poudre (**Bouchouka, 2016**). Il est calculé par la formule suivante :

$$Rdt = \left(\frac{MB}{MA} \right) \times 100$$

MB : masse d'extrait brut.

MA : masse de la plante sèche en poudre.

Exemple : Calcul du rendement pour l'extrait des tiges avec le solvant méthanol

$$Rdt = \left(\frac{1.13 \text{ g}}{10 \text{ g}} \right) \times 100 = 11.3\%$$

1.2.2. Résultats

Tableau 10 : Resultats de rendement

L'Extraits	Méthanol		Ether de pétrole		Chloroforme		Acétate d'éther	
	Tiges	Feuilles	Tiges	Feuilles	Tiges	Feuilles	Tiges	Feuilles
Poids de ballon	97.46	97.46	97.46	66.24	97.46	66.24	97.46	97.46
Poids total avant rotavapeur (g)	149.18	173.01	136.92	90.50	175.3	180.55	166.52	165.23
Poids d'extrait seul (g)	51.72	75.55	39.46	24.26	77.84	114.31	69.06	67.77
Poids total après rotavapeur (g)	98.59	98.48	97.54	66.48	97.74	66.64	97.60	97.62
Poids sec de l'extrait (g)	1.13	1.02	0.08	0.24	0.28	0.4	0.14	0.16
Rendement (%)	11.3	10.2	0.8	2.4	2.8	04	1.4	1.6

Poids total avant rotavapeur : Poids de ballon avec l'extrait avant rotavapeur

Poids total après rotavapeur : Poids de ballon avec l'extrait après rotavapeur

1.2.3. Discussion

1.2.3.1. Méthanol

Les tiges et les feuilles présentent des rendements élevés avec le méthanol, 11.3% et 10.2% respectivement, indiquant que ce solvant est efficace pour extraire les composés solubles en méthanol. Cela est cohérent avec la présence de métabolites polaires tels que les flavonoïdes et les terpénoïdes. La quantité importante d'extrait sec montre une bonne extraction des composés.

1.2.3.2. Ether de pétrole

Les rendements faibles (0.8% pour les tiges et 2.4% pour les feuilles) suggèrent que les composés solubles dans l'éther de pétrole, généralement des composés non polaires comme les lipides et certains terpénoïdes, sont moins abondants. La différence de rendement entre les feuilles et les tiges peut être liée à la variation de la composition lipidique des deux parties.

1.2.3.3. Chloroforme

Les rendements de 2.8% pour les tiges et 4% pour les feuilles indiquent une extraction modérée de composés de polarité intermédiaire, tels que certains alkaloïdes et terpénoïdes. Les feuilles montrent un rendement plus élevé, ce qui peut indiquer une plus grande variété de métabolites intermédiaires ou une meilleure solubilité de ces composés dans le chloroforme.

1.2.3.4. Acétate d'éthyle

Les faibles rendements (1.4% pour les tiges et 1.6% pour les feuilles) montrent que l'acétate d'éthyle est moins efficace pour extraire les composés de ces parties de la plante, bien qu'il soit souvent utilisé pour les composés de polarité intermédiaire à faible. Les résultats suggèrent que les composés solubles dans l'acétate d'éthyle sont présents en faibles concentrations ou que l'acétate d'éthyle n'est pas le solvant idéal pour ces extraits.

1.3. Activité antibactérienne

1.3.1. Expression des Résultats

Les diamètres des zones d'inhibition sont interprétés selon les critères suivants :

- **$\emptyset < 8 \text{ mm}$: Résistant (-)**

La souche bactérienne est résistante à l'extrait de plante. L'extrait n'a pas suffisamment inhibé la croissance bactérienne.

- **$9 \text{ mm} \leq \emptyset < 14 \text{ mm}$: Sensible (+)**

La souche bactérienne est sensible à l'extrait de plante. L'extrait a inhibé la croissance bactérienne dans une certaine mesure.

- **$15 \text{ mm} \leq \emptyset < 19 \text{ mm}$: Très sensible (++)**

La souche bactérienne est très sensible à l'extrait de plante. L'extrait a significativement inhibé la croissance bactérienne.

- **$\emptyset \geq 20 \text{ mm}$: Extrêmement sensible (+++)**

La souche bactérienne est extrêmement sensible à l'extrait de plante. L'extrait a fortement inhibé la croissance bactérienne.

- Les résultats ont été utilisés pour déterminer le degré de sensibilité des souches aux extraits de plantes testés (Murray et al., 2007), Les résultats indiqués dans le **Tableau 10 et 11**

1.3.2. Résultats de test antibactérien

Tableau 11 : Résultats de Test antibactérien (*Staphylococcus aureus*)

Les dilutions d'Extraits	<i>Staphylococcus aureus</i>							
	Feuilles				Tiges			
	Ether de pétrole	Chloroforme	Acétate d'éthyle	Méthanol	Ether de pétrole	Chloroforme	Acétate d'éthyle	Méthanol
Témoins	D 00 S -	00 -	00 -	00 -	00 -	00 -	00 -	00 -
EXT	D 00 S -	24 +++	8 -	5 -	00 -	14 +	6 -	18 ++
EXT /2	D 00 S -	14 +	00 -	8 -	00 -	30 +++	4 -	6 -
EXT /4	D 24 S +++	10 +	00 -	6 -	00 -	00 -	2 -	26 +++

Tableau 12 : Résultats de Test antibactérien (*Escherichia coli*)

Les dilutions d'Extraits	<i>Escherichia coli</i>							
	Feuilles				Tiges			
	Ether de pétrole	Chloroforme	Acétate d'éthyle	Méthanol	Ether de pétrole	Chloroforme	Acétate d'éthyle	Méthanol
Témoins	D 00 S -	00 -	00 -	00 -	00 -	00 -	00 -	00 -
EXT	D 54 S +++	34 +++	18 ++	7 -	00 -	34 +++	14 +	14 +
EXT /2	D 34 S +++	24 +++	12 +	00 -	00 -	14 +	8 -	8 -
EXT /4	D 19 S ++	00 -	6 -	3 -	00 -	24 +++	6 -	6 -

1.3.3. L'activité antibactérienne des extraits des feuilles et des tiges sur

Staphylococcus aureus

1.3.3.1. Les feuilles

L'extrait de chloroforme à 5 mg/ml a montré une forte activité antibactérienne avec un diamètre d'inhibition de 24 mm. Cependant, cette activité diminue à des concentrations plus faibles (2.5 mg/ml et 1.25 mg/ml), bien qu'elle reste positive. L'éther de pétrole a montré une activité antibactérienne notable à la plus faible concentration (1.25 mg/ml), suggérant une efficacité des composés actifs extraits par ce solvant. Les extraits d'acétate d'éthyle et de méthanol n'ont montré que des activités antibactériennes limitées ou nulles à toutes les concentrations testées.

1.3.3.2. Les tiges

Les extraits de chloroforme et de méthanol des tiges ont montré une activité antibactérienne notable contre *Staphylococcus aureus*. À 5 mg/ml, l'extrait de chloroforme a montré une sensibilité positive, et à 2.5 mg/ml, il a montré une activité antibactérienne extrêmement sensible avec un diamètre d'inhibition de 30 mm. L'extrait de méthanol à 5 mg/ml a montré une très forte sensibilité et à 1.25 mg/ml, une activité antibactérienne extrêmement sensible avec un diamètre d'inhibition de 26 mm. Les extraits d'éther de pétrole et d'acétate d'éthyle n'ont pas montré d'activité antibactérienne significative à aucune des concentrations testées.

1.3.4. L'activité antibactérienne des extraits des feuilles et des tiges sur***Escherichia coli*****1.3.4.1. Les feuilles**

- L'éther de pétrole est un solvant très efficace pour extraire des composés antibactériens actifs contre E. coli des feuilles, avec une efficacité notable même à des concentrations plus faibles.
- Le chloroforme est efficace à des concentrations élevées mais perd son efficacité à des concentrations plus faibles.
- L'acétate d'éthyle montre une activité antibactérienne modérée, diminuant avec la concentration.
- Le méthanol n'est pas un solvant efficace pour extraire des composés antibactériens actifs contre E. coli des feuilles.

1.3.4.2. Les tiges

- L'éther de pétrole n'extrait pas de composés antibactériens actifs contre E. coli des tiges.
- Le chloroforme est très efficace pour extraire des composés antibactériens actifs contre E. coli des tiges, même à des concentrations plus faibles.
- L'acétate d'éthyle montre une activité antibactérienne modérée, diminuant avec la concentration.
- Le méthanol montre une activité antibactérienne modérée, diminuant avec la concentration.

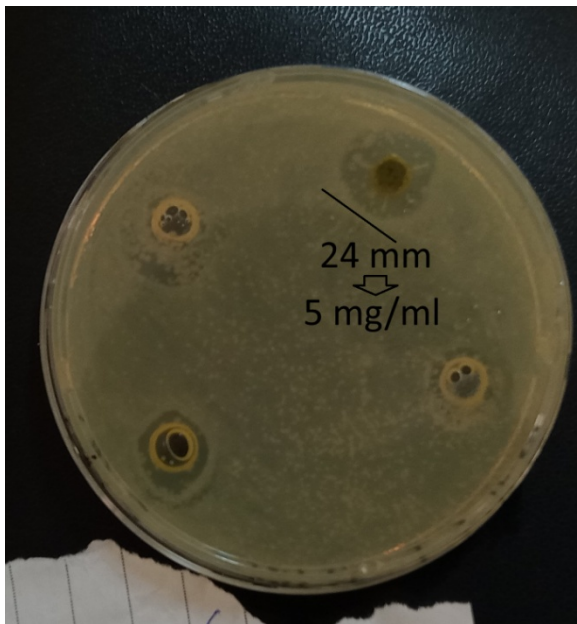


Figure 29 : une activité antibactérienne d'extrait de chloroforme des Feuilles (*Staphylococcus aureus*)

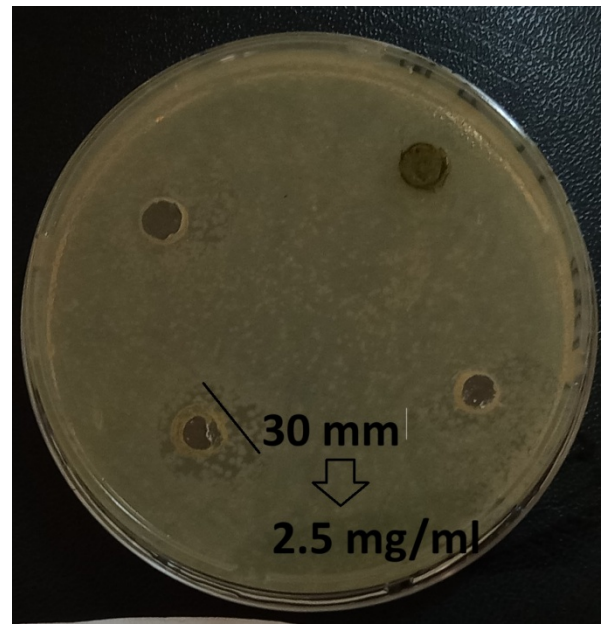


Figure 30 : une activité antibactérienne d'extrait de chloroforme des tiges (*Staphylococcus aureus*)

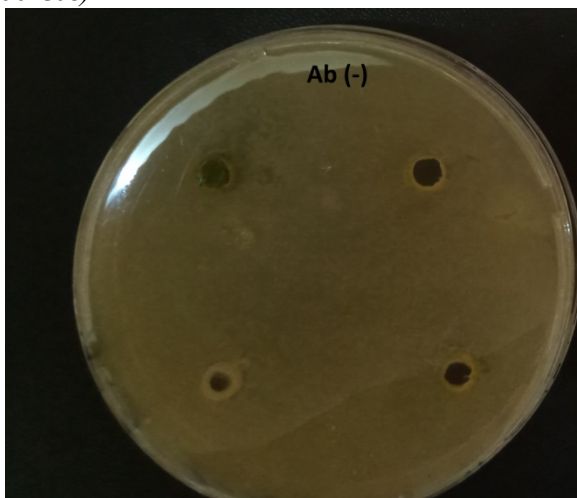


Figure 31 : Aucune activité antibactérienne d'extrait d'acétate d'éther des Feuilles (*Staphylococcus aureus*)

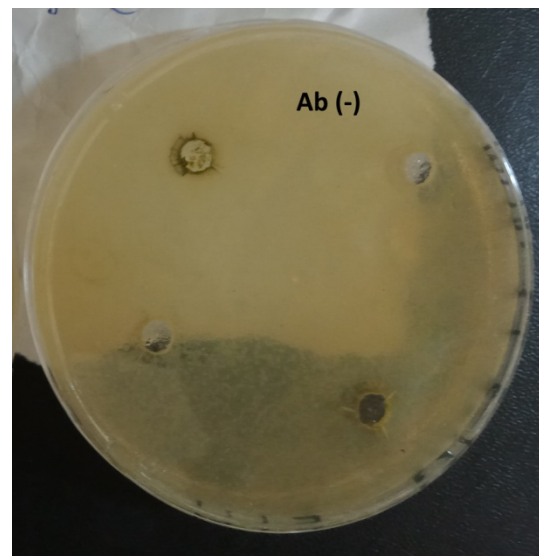


Figure 32 : Aucune activité antibactérienne d'extrait d'acétate d'éther des tiges (*Staphylococcus aureus*)

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des millénaires en médecine et en pharmacie pour traiter diverses maladies grâce à leurs compositions chimiques riches en métabolites secondaires. La plante choisie dans cette étude « *Urtica dioica* » possède de nombreuses propriétés thérapeutiques, telles que son efficacité contre l'inflammation, les infections et d'autres troubles de santé. Cette étude porte sur l'analyse phytochimique des extraits d'*Urtica dioica* et sur leurs activités biologiques pour mieux comprendre l'efficacité de cette plante. Les résultats obtenus ont permis de dégager les points suivants :

- **Composition phytochimique :** Les tiges d'*Urtica dioica* sont riches en flavonoïdes, terpénoïdes et stéroïdes, tandis que les feuilles contiennent une plus grande quantité d'anthocyanosides et de tanins. Les saponosides sont présents de manière égale dans les feuilles et les tiges. La répartition des métabolites varie donc significativement entre les feuilles et les tiges.
- **Efficacité des solvants :** Le méthanol a démontré une bonne capacité d'extraction des composés polaires tels que les flavonoïdes et les terpénoïdes. L'éther de pétrole a été moins efficace pour les composés non polaires, bien qu'il ait montré une certaine activité antibactérienne dans les feuilles. Le chloroforme a extrait efficacement des composés de polarité intermédiaire avec une activité antibactérienne notable. L'acétate d'éthyle, malgré son utilisation courante, a montré des rendements d'extraction faibles.
- **Activité antibactérienne :** L'activité antibactérienne a été évaluée par la technique de diffusion en milieu gélosé (méthode des puits). Les souches *Staphylococcus aureus* (ATCC33591) et *Escherichia coli* (ATCC25922) ont montré des degrés variables de sensibilité vis-à-vis des extraits. Le chloroforme s'est révélé être un solvant efficace pour extraire des composés antibactériens actifs contre *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, particulièrement dans les tiges. L'éther de pétrole a montré une efficacité notable pour les extraits des feuilles contre *Staphylococcus aureus*. L'acétate d'éthyle et le méthanol ont montré une activité antibactérienne modérée, avec une diminution de l'efficacité à des concentrations plus faibles.

Ce travail peut inciter à des études plus approfondies dans la recherche scientifique. Il serait envisageable de mettre en œuvre un ensemble de protocoles expérimentaux plus détaillés portant sur différents aspects, notamment :

- Comparer les résultats avec ceux d'autres espèces végétales ayant des propriétés similaires pour une meilleure compréhension des avantages comparatifs.
- Investiguer plus en profondeur les mécanismes d'action des composés bioactifs extraits.

Références bibliographiques

Ait Haj Said, A., Hilali, S., Aarab, L., Zaid, A., Lyoussi, B., Lamsaouri, J., and Cherrah, Y, (2016). Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.). Vol 6, N°3, Ed, Université Hassan II Casablanca Maroc, p4-5.

AW Muscle & Fitness. (n.d). ORTIE: Santé, forme, bien-être [Article]. <https://www.awmuscleandfitness.com/feature/?q=ORTIE-sant-forme-bien-etre-naturopathe-paris-98943.html>

Balzarini J., Van Laethem K., Hatse S., Froeyen M., Peumans W., Van Damme E., Schols D., Neyts J., and Brockaert W.F, (1992). The mannose-specific plant lectins from *Cymbidium hybrid* and *Epipactis helleborine* and the (N-acetylglucosamine)n-specific plant lectin from *Urtica dioica* are potent and selective inhibitors of human immunodeficiency virus and cytomegalovirus replication in vitro. *Antiviral Research*, 191-207.

Bertrand, B, (2002). Les secrets de l'Ortie. 7ème édition Editions de Terran (Collection Le Compagnon Végétal) ; 01, 128.

Bouchouka, S, (2016). Étude phytochimique et évaluation de l'activité anti-radicalaire de *Dioscorea alata* L. et *D. rotundata* Poir. (Dioscoreaceae).

Boyrie, J, (2016). *Urtica dioica*: une plante aux usages multiples. n°109. Thèse du diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de bordeaux.

Brockaert, W.F., Eggermont, E., Raikel, N.V., and Peumans, W.J, 1989. A chitin-binding lectin from stinging nettle rhizomes with antifungal properties. *Science*, 245, 1100-1102.

Bruneton, J, (2009). Pharmacognosie: Phytochimie, plantes médicinales. Tec & Doc Lavoisier.

Bruneton, J, (2009). Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes Médicinales (4ème éd.). Lavoisier.

Cazin, H, (1997). Traité pratique et raisonné des plantes médicinales indigènes.- 3ème édition Paris: éd. de l'Envol, 1997- 1251.

Clinical and Laboratory Standards Institute, (2018). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility testing. 28th ed. CLSI supplement M100. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.

Cohr K.H. Definition and practical limitation of the concept of organic solvents. In: Chronic effects of organic solvents on the central nervous system and diagnostic criteria, world health organization. Regional office for Europe, Copenhagen, 1985: 43-55

Collectif, (1981). Secrets et vertus des plantes médicinales. Sélection du Reader's Digest éd. Paris, Montreal, Zurich.

Congo Objectif 2050. (2017). Morceau choisi: des interactions entre sels minéraux alimentaires et métabolisme basal dans notre corps. <http://congo-objectif2050.over-blog.com/2017/07/morceau-choisi-des-interactions-entre-sels-mineraux-alimentaires-et-metabolisme-basal-dans-notre-corps.html>

Cowan, M. M, (1999). Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews, 12(4), 564-582.

Cragg, G. M., & Newman, D. J, (2013). Natural products: A continuing source of novel drug leads. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects, 1830(6), 3670-3695.

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

Daum, M., & Larson, D. E, (2001). Le grand livre de la santé.

Delarras C. Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire. Chap. 2: Matériel principal du laboratoire de microbiologie. Edition: TEC & DOC. 2007: 23-45.

Dona Wen Équilibre. (n.d.). La grande ortie (*Urtica dioica*). <https://www.donawenequilibre.fr/post/la-grande-ortie-urtica-dioica>

Draghi, F, (2005). L'Ortie dioïque (*Urtica dioica* L.) : étude bibliographique. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Henri Poincare, Nancy, 89.

Dufresne C et Ouellet C, 2010. L'ortie dioïque, Guide de production sous régie biologique .FILIÈRE DES PLANTES MÉDICINALES BIOLOGIQUES DU QUÉBEC, Canada, 30 pages.

Europe 1. (2023). Pénurie de médicaments : L'amoxicilline, un antibiotique contre les infections, commence à manquer. <https://www.europe1.fr/sante/penurie-de->

[medicaments-lamoxicilline-un-antibiotique-contre-les-infections-commence-a-manquer-4148528](#)

Fleurentin, (2008). Plantes médicinales traditions et thérapeutique, éditions Ouest France, France B.U. Santé Nantes : p 104- 105

Fleurentin, J, 2008. Plantes médicinales: traditions et thérapeutique. Ouest France. Beau livre.

Garcia, M. A., & Rodriguez, P. L, (2010). Techniques d'extraction et de purification des composés organiques. Journal de Chimie Analytique, 25(2), 78-91.

Getty Images. (n.d.). Yellow archangel, white background, Germany [Photograph]. Getty Images. <https://www.gettyimages.ae/detail/photo/yellow-archangel-white-background-germany-royalty-free-image/1251684135?adppopup=true>

Ghedira, K., Goetz, P., et Le Jeune, R, (2009). *Urtica dioica* L., Urticaurens et/ouhybrides (Urticaceae). Phytothérapie, 7(5), 279

Gül S, Demirci B, Başer KH, Akpulat HA, Aksu P. Chemical composition and in vitro cytotoxic, genotoxic effects of essential oil from *Urtica dioica* L. Bull Environ Contam Toxicol 2012;88:666-71.

Gülçin, İ., Büyükkokuroğlu, M.E., Küfrevioğlu, Ö.İ, (2003). Metal chelating and hydrogen peroxides scavenging effects of melatonin. Journal of Pineal Research, 34, 278– 281.

Hapiculture. (n.d.). Comment récupérer la cire d'abeille ? <https://hapiculture.fr/comment-recuperer-la-cire-dabeille%E2%80%89/>

Harborne, J.B, (1998). Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis. 3rd Edition. Chapman & Hall, London.

Herbier d'ici et d'ailleurs. (n.d.). Urtica dioica - Grande ortie, Ortie dioïque. <http://herbierdicietailleurs.eklablog.com/urtica-dioica-grande-ortie-ortie-dioique-a47458564>

HUESING J., MURDOCK L.L., SHADE R.E, 1991. Rice and stinging nettle lectins : insecticidal activity similar to wheat germ agglutinin. Phytochemistry, 30, IL, 3565-3568

Jahn, S.A.A, (1988). "Using Moringa seeds as coagulants in developing countries." *Journal of American Water Works Association**, vol. 80, no. 6, pp. 43-50.

Kokate, C. K, (1994). "Practical Pharmacognosy." Vallabh Prakashan.

Langlade, V, (2010). L'Ortie dioïque, *Urtica dioïca* L. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Nante.

Lateur, M, (2002). Perspectives de lutte contre les maladies des arbres fruitiers à pépins au moyen de substances naturelles inductrices d'une résistance systémique. *BASE*

Moutsie, (2003). L'ortie, une amie qui vous veut du bien. Encyclopédie d'Urovie; 56p

Moutsie, (2008). L'ortie, une amie qui vous veut du bien. l'encyclopedie d'utovie, Edition d'utovie.

Murray, P. R., Baron, E. J., Jorgensen, J. H., Landry, M. L., & Pfaller, M. A, (2007). *Manual of Clinical Microbiology* (9th ed.). ASM Press.

Murray, P. R., Baron, E. J., Jorgensen, J. H., Landry, M. L., & Pfaller, M. A, (2007). *Manual of Clinical Microbiology* (9th ed.). ASM Press.

Parlons Sciences. (n.d.). Tout à propos des minéraux. <https://parlonsscience.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/tout-a-propos-des-mineraux>

PasseportSanté. (n.d.). 5 remèdes naturels contre l'arthrose. <https://www.passeportsante.net/magazine/sante-naturelle?doc=5-remedes-naturels-contre-arthrose>

Phrygana. (n.d.). *Urtica dioica*. <https://phrygana.eu/Flora/Urticaceae/Urtica-dioica/Urtica-dioica.html>

Pradhan S, Manivannan S, Tamang JP, 2015: Proximate, mineral composition and antioxidant properties of some wild leafy vegetables. *J SciIndRes*; 74:155-9

Quézel, P., & Santa, S, (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No. 581.965 Q8).

Ramtin, M., Massiha, A., Khoshkholgh-Pahlaviani, M. R. M., Issazadeh, K., Assmar, M., et Zarrabi, S, (2014). In Vitro Antimicrobial activity of *Iris pseudacorus* and *Urtica dioica*. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 16(3), 35-39

Rates, S. M. K, (2001). Plants as source of drugs. *Toxicon*, 39(5), 603-613.

Rutto LK, Xu Y, Ramirez E., Brandt M. Mineral properties and dietary value of raw and processed stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Int J Food Sci*2013; 2013:1-9.].

Safarinejad, M. R, 2005. « *Urtica Dioica* for Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Crossover Study ». *Journal of Herbal Pharmaco therapy* 5 (4): 1,11.

Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K. M., & Yoga Latha, L, (2011). Extraction, isolation, and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 8(1), 1-10.

Schaffner, W, (1992). Les plantes médicinales et leurs propriétés. Manuel d'herboristerie. Delachaux et Niestlé. 215.

Schwartz D-C., Cantor C-R. Separation of yeast chromosome-sized DNAs by pulsed field gradient gel electrophoresis. *Cell*. 1984, 37: 67-7

Science amusante. (n.d.). Alcaloïdes indoles [Image]. https://wiki.scienceamusante.net/index.php?title=Fichier:Alcaloïdes_indoles.gif

Seb Parfums. (2018). Comment est fabriqué un parfum ? <http://sebparfums.over-blog.com/2018/02/comment-est-fabrique-1-parfums.html>

Seliya M, Kothiyal P. Urticadioica (stinging nettle): a review of its chemical, pharmacological, Toxicological and et medical properties. *Int J Pharm*2014;4:270-7.

Smith, J, (2020). *Phytochemical Analysis and Biological Activities of Urtica dioica*. *Journal of Medicinal Plants*, 15(4), 234-245.

Supersmart. (n.d.). Santé: Les bienfaits redoutables des compléments alimentaires d'ortie. Supersmart. <https://www.supersmart.com/fr/blog/renforcer-organisme/sante-les-bienfaits-redoutables-complements-alimentaires-ortie-s322>

Toldy, A., Stadler, K., Sasvari, M., Jacus, J., Jung-Kung, J., ChungHay, Y., Berkes, I., Nyakas, C., Radak, Z, (2005). The effect of exercise and enettle supplementation on oxidative stress markers in the rat brain *research bulletin* 65, 487-493.

Upton, R, (2013). Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): Extraordinary vegetable medicine. *Journal of Herbal Medicine*, 3(1), 9-38.

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

Wikipedia. (2023). Plante urticante. https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante_urticante

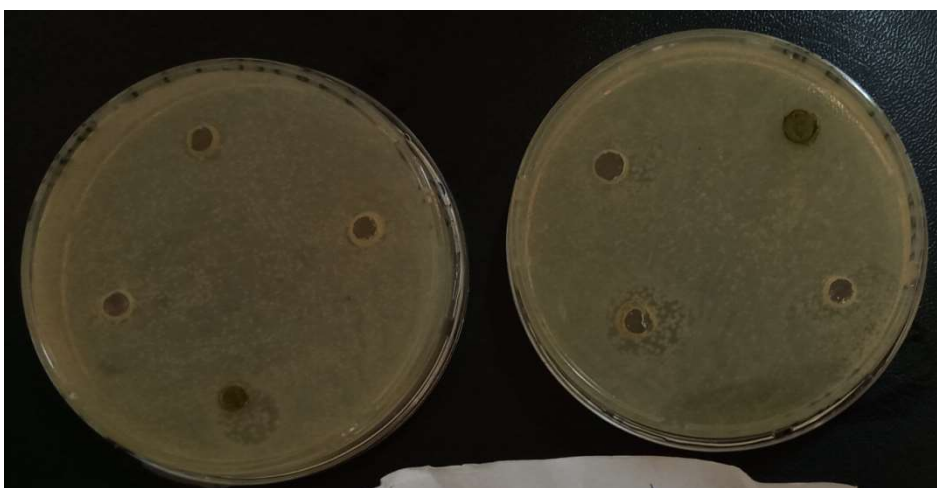
Annexes

Annexe 1 :

Les photos dans le résultats pour exprimer et comprendre comment apparu la zone d'inhibition et la presence et l'absence d'un activite antibactrien et dans cette annexe le rest des photos



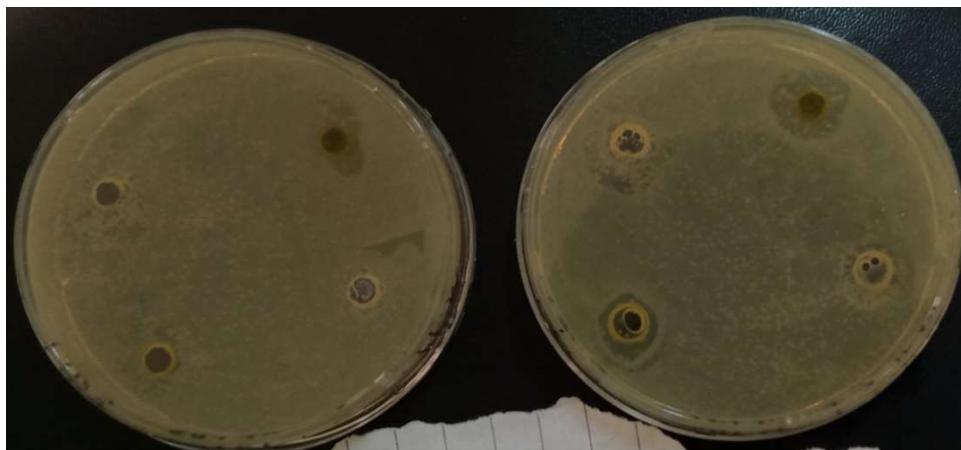
Resultats de l'extrait de chloroforme des tiges sur Escherichia coli



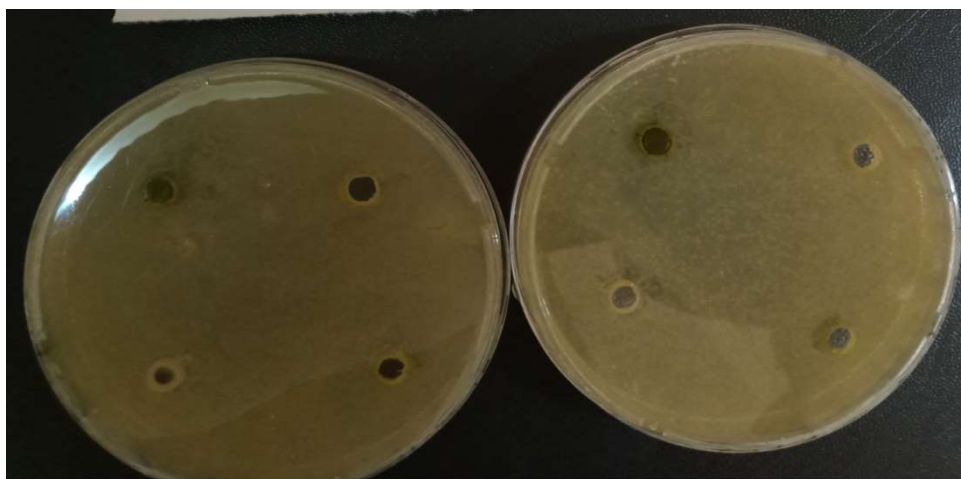
Résultats de l'extrait de chloroforme des tiges sur Staphylococcus aureus



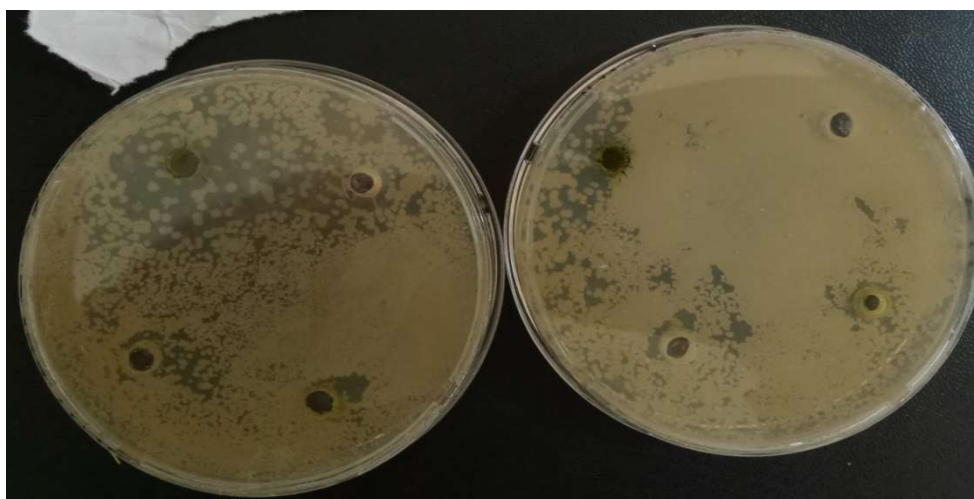
Résultats de l'extrait de chloroforme des feuilles sur Escherichia coli



Résultats de l'extrait de chloroforme des feuilles sur *Staphylococcus aureus*



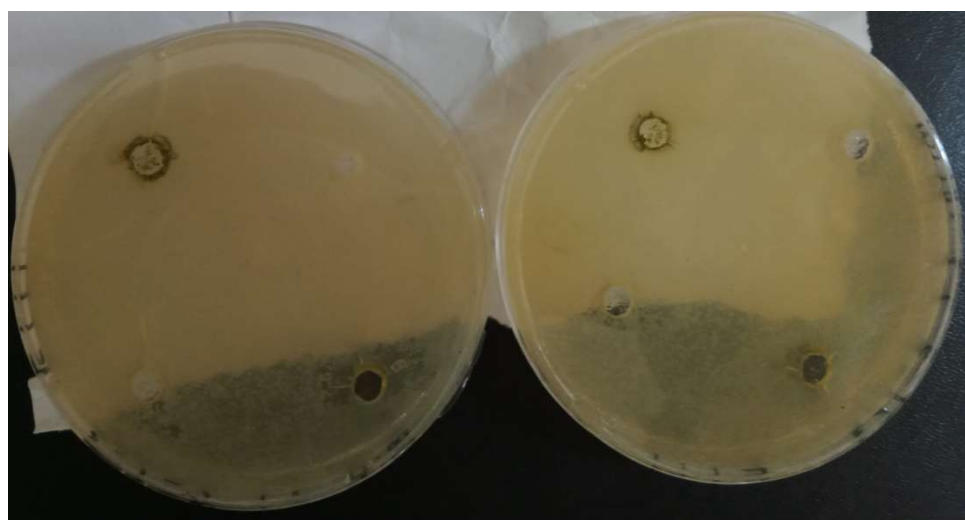
Résultats de l'extrait d'acétate d'éther des feuilles sur *Staphylococcus aureus*



Résultats de l'extrait d'acétate d'éther des feuilles sur *Escherichia coli*



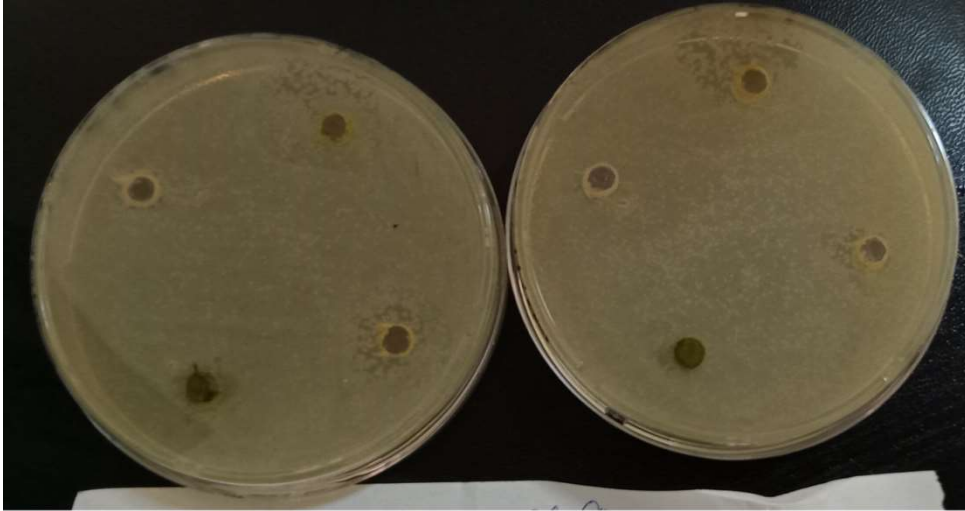
Résultats de l'extrait d'acétate d'éther des tiges sur *Escherichia coli*



Résultats de l'extrait d'acétate d'éther des tiges sur *Staphylococcus aureus*



Résultats de l'extrait d'éther de pétrole des feuilles sur *Escherichia coli*



Résultats de l'extrait d'ether de pétrole des feuilles sur Staphylococcus aureus