

Popular Democratic Republic of Algeria  
Ministry Of High Education and Scientific Research  
Abbes Laghrour University, Khenchela  
Faculty of Natural and Life Sciences  
Department of Cellular and Molecular Biology



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة  
التعليم العالي والبحث العلمي جامعة عباس لغرور  
خنشلة كلية علوم الطبيعة والحياة قسم البيولوجيا  
الخلوية والجزيئية

Mémoire MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème

---

# Caractérisation phytochimique et étude de quelques activités biologique d'une plante médicinale de la région de Khenchela « *Laurus nobilis L.* »

---

Présenté et soutenu par :

- **Belhani Fethi**
- **Aghrou asma**
- **Hamzaoui chahinez**

Devant le jury :

<b>Président :</b>	Dr. AICHE Mohamed Amine	M.C.B	Université de Khenchela
<b>Promotrice :</b>	Dr. KRIM Meriem	M.C.B	Université de Khenchela
<b>Examineur :</b>	Dr. Arab Yasmine	M.C.B	Université de Khenchela

Année universitaire 2023/2024

# *Remerciements*

*Nous tenons à remercier en premier lieu ALLAH le tout puissant pour toute la volonté et le courage qu'il nous a donné pour l'achèvement de ce mémoire, il a été et sera toujours à côté de nous pour réussir à terminer n'importe quel travail.*

*Ma profonde gratitude s'adresse avant tout à Dr. KRIM Meriem notre promotrice, qui a accepté de diriger notre travail et nous a accordé toute l'attention et la patience nécessaire pour le mener à bien. Nous tenons à la remercier pour sa disponibilité, ses précieux conseils scientifiques, ses encouragements ainsi que sa gentillesse qui nous a permis de réaliser ce travail.*

*Nous tenons aussi à remercier Dr. Aiche Mohamed Amine et Dr. Arab Yasmine qui nous font l'honneur d'assister et de juger ce modeste travail et de nous avoir offert des suggestions et des idées.*

*Nous adressons notre profond remerciement aussi à l'équipe du laboratoire de biochimie au niveau des laboratoires pédagogiques à l'université de Khenchela surtout Mme Bahya pour l'aide qu'ils nous ont donnée et les efforts déployés pour faciliter notre travail.*

*Un grand merci à tous ceux qui nous ont aidé de loin ou de près dans l'accomplissement de ce travail.*

## *Dédicace*

*À ma chère famille, les mots ne suffisent pas à exprimer combien je vous aime et vous apprécie. À mon cher père, même après votre départ vers un autre monde, vos souvenirs restent une source de force et d'inspiration pour moi. Vous avez partagé ma joie et m'avez encouragé à chaque étape de ma vie, et j'espère que vous êtes fier de la personne que je suis devenue aujourd'hui. À ma chère mère, vous avez toujours été la guide et le soutien, et je ne peux pas assez-vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi. Vous êtes un symbole de générosité et de tendresse, et je veux que vous sachiez que vous n'êtes pas seulement une mère, mais aussi une amie, une enseignante et mon refuge en tout temps. À mes frères et sœur, merci pour les sacrifices et le soutien que vous m'avez apportés à chaque tournant. Vous avez toujours été à mes côtés dans chaque défi et chaque joie. Sans vous, je ne serais pas ici aujourd'hui. Je vous promets d'être toujours reconnaissant et reconnaissant envers vous, et je vous porterai dans mon cœur pour toujours. Avec tout mon amour et ma gratitude, merci pour tout.*

*Et enfin, à mes chers enseignants et camarades de classe, vous êtes une partie intégrante de mon succès et de mes réalisations. Grâce à vous, à vos conseils et à votre soutien, j'ai pu réaliser mes rêves et mes objectifs académiques. Je vous remercie du fond du cœur et vous souhaite à tous la santé, le bonheur et le succès dans tous les domaines de votre vie.*

*Puissez-vous toujours être en sécurité et réussir.*

***Fethi***



## *Dédicace*

*A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé  
Le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail  
que je dédie : A la lumière de mes jours, la  
source de mes efforts, la flamme de mon cœur,  
ma vie et mon bonheur : **Maman**  
Lahbibah que j'adore.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien  
moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me  
voir réussir,  
A toi **mon père**.*

*A ma belle-sœur **Noura** et A mes chers frères **Abdesslam** et **Haithem** pour  
leurs encouragements permanents.*

*A toute la famille **AGHROU***

*A ma chère promotrice Madame. **KRIM** pour son soutien, encouragement, et  
l'aide précieuse qu'elle m'a apportée tout le long de ce parcours en vue de la  
concrétisation de ce mémoire.*

*Je ne peux clôturer cette dédicace sans adresser à mes chers amis et  
camarades de mémoire **CHAHINEZ ET FETHI**, un grand remerciement  
pour leur patience et leur ténacité durant les bons et parfois durs moments  
qu'on a passés ensemble.*

*A mes chères amies proches : **Amel, Zineb et Dounia**.*

*A tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à me remonter le moral et  
me soutenir dans les moments difficiles.*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

**ASMA**



# *Dédicace*

*A mon Dieu, le Tout Miséricordieux*

*À ceux qui ont été mon soutien et mon appui tout au long de mon parcours éducatif...*

*À mes chers parents, qui n'ont épargné aucun effort pour me soutenir et me motiver au fil des années, je vous remercie du fond du cœur pour votre patience et votre dévouement dans mon éducation et mon apprentissage.*

*À mes frères et sœurs, qui ont toujours été à mes côtés, m'apportant un soutien moral et psychologique, merci à vous tous pour vos encouragements constants.*

*À mes amis et collègues, qui ont partagé avec moi les joies et les peines, et qui ont été présents dans les moments difficiles, merci pour votre amitié et votre soutien.*

*À mes chers professeurs, qui m'ont transmis le savoir et la connaissance, et m'ont guidé par leurs conseils et orientations, je vous remercie pour vos grands efforts.*

*Enfin, à tous ceux qui ont contribué, même par une bonne parole ou une prière, que Dieu vous récompense pour tout le bien.*

**Chahinez**



## Caractérisation phytochimique et étude de quelques activités biologique d'une plante médicinale de la région de Khenchela « *Laurus nobilis L.* »

*Laurus nobilis L.* est une plante médicinale qui appartient à la famille des lauracées, elle est très utilisée en Algérie dans la médecine traditionnelle ou alternative, en raison de ses multiples effets thérapeutiques. L'objectif de notre travail est l'étude phytochimique de deux extraits aqueux des feuilles de *Laurus nobilis L.*, l'estimation quantitative des polyphénols totaux et des flavonoïdes, ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne. Le screening phytochimique, n'a pas révélé une différence dans la composition chimique des deux extraits EAI (aqueux par infusion), EAD (aqueux par décoction). Les deux extraits contiennent des : flavonoïdes, saponosides, quinones libres, coumarines, composés réducteurs et des terpénoïdes. Quantitativement, le dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes montre que l'extrait EAI est plus riche en composés phénoliques et le taux des flavonoïdes est supérieur dans l'extrait EAD. Concernant, l'évaluation du pouvoir antioxydant par la méthode de DPPH, a révélée des capacités antioxydantes très importantes dans les deux extraits EAD et EAI. Nos résultats indiquent également, que les deux extraits EAI et EAD de la plante possèdent une activité anti-inflammatoire très significative. L'activité antibactérienne a été déterminée sur trois souches : *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* et *Pseudomonas aeruginosa*, les extraits testés n'ont aucun effet sur les souches utilisées.

**Mots-clés :** *Laurus nobilis L.*, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, activité anti-inflammatoire, activité antibactérienne.

**Phytochemical characterisation and study of some biological activities of a medicinal plant from the Khenchela region "*Laurus nobilis L.*"**

*Laurus nobilis L.* is a medicinal plant belonging to the Lauraceae family and is widely used in Algeria in traditional and alternative medicine for its multiple therapeutic effects. The aim of our work is to carry out a phytochemical study of two aqueous extracts of *Laurus nobilis L.* leaves, to estimate the total polyphenols and flavonoids, and to assess their antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial activity. Phytochemical screening revealed no difference in the chemical composition of the two extracts, EAI (aqueous by infusion) and EAD (aqueous by decoction). Both extracts contained flavonoids, saponosides, free quinones, coumarins, reducing compounds and terpenoids. Quantitatively, the assay of total polyphenols and flavonoids shows that the EAI extract is richer in phenolic compounds and the flavonoid content is higher in the EAD extract. Evaluation of antioxidant capacity using the DPPH method revealed very high antioxidant capacities in both the EAD and EAI extracts. Our results also indicate that both the EAI and EAD extracts of the plant have very significant anti-inflammatory activity. Antibacterial activity was determined on three strains: *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa*. The extracts tested had no effect on the strains used.

**Key words:** *Laurus nobilis L.*, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity; Anti-inflammatory activity, antibacterial activity.

## ملخص

Laurus nobilis L هو نبات طبي ينتمي إلى عائلة Lauraceae، يستخدم على نطاق واسع في الجزائر في الطب التقليدي أو البديل، نظرا لتأثيراته العلاجية المتعددة.

الهدف من عملنا هو التركيز على دراسة كيميائية نباتية لأوراق نبات Laurus nobilis L، والتقدير الكمي لإجمالي البوليفينول وإجمالي الفلافونويد، وكذلك تقييم النشاط المضاد للأكسدة والنشاط المضاد للالتهابات والمضاد للبكتيريا.

لم يكشف الفحص الكيميائي النباتي عن اختلاف في التركيب الكيميائي للمستخلصين EAI (المائي بالتسريب)، EAD (المائي بالمغلي). تحتوي المستخلصات المختلفة على: فلافونيدات، سابونوسيدات، كينونات حرة، كومارينات، مركبات اختزال وتربينويدات. من الناحية الكمية، تظهر جرعة إجمالي البوليفينول والفلافونويدات أن مستخلص EAI أكثر ثراءً في المركبات الفينولية وأن مستوى الفلافونويدات أعلى في المستخلص EAD. فيما يتعلق بتقييم قوة مضادات الأكسدة بواسطة DPPH كشف عن قدرات مضادات الأكسدة معتبرة في المستخلصين EAI و EAD. تشير نتائجنا أيضاً إلى أن المستخلصين EAI و EAD للنبات لهما نشاط مضاد للالتهابات بشكل كبير.

تم تحديد النشاط المضاد للبكتيريا على ثلاث سلالات: Staphylococcus aureus، Klebsiella pneumoniae و pseudomonas aeruginosa، ولم يكن للمستخلصات التي تم اختبارها أي تأثير على السلالات المستخدمة.

**الكلمات الرئيسية:** لوروس نوبيليس؛ البوليفينول؛ الفلافونويدات؛ النشاط المضاد للأكسدة؛ مضاد التهاب؛ النشاط المضاد للبكتيريا.

## Table de matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des photographies

Liste des tableaux

Liste des abréviations

INTRODUCTION ----- 1

### *REVUE BIBLIOGRAPHIQUE*

#### *CHAPITRE I: GENERALITES SUR LES PLANTES MEDICINALES*

1. LA PHYTOTHERAPIE ----- 5

2. LES PLANTES MEDICINALES ----- 5

2.1. Définition ----- 5

2.2. Les principaux éléments actifs des plantes ----- 6

3. Origine des plantes médicinales ----- 6

3.1. Plantes sauvages ----- 6

3.2. Plantes cultivées ----- 6

4. LES METHODES D'EXTRACTIONS UTILISEES POUR LES PLANTES

MEDICINALES ----- 7

4.1. Les techniques classiques ----- 7

4.1.1. Les percolations ----- 7

4.1.2. Les infusions ----- 7

4.1.3. Les décoctions ----- 7

4.1.4. Les macérations ----- 8

4.1.5. Les purs jus de plantes ----- 9

4.2. Les techniques modernes ----- 9

4.2.2. Extraction par solvants ----- 10

4.2.3. Extraction assistée par micro-ondes -----	11
--	----

## **CHAPITRE II: LAURUS NOBILIS L**

1. GENERALITES -----	14
2. DENOMINATION INTERNATIONAL -----	14
3. ORIGINE ET DISTRIBUTION -----	14
4. CLASSIFICATION BOTANIQUE -----	15
4.1. Taxonomie -----	15
4.2. Ordre des Laurales -----	15
4.3. Famille des lauracées -----	15
5. DESCRIPTION DE L'ARBRE -----	16
6. REPARATION GEOGRAPHIQUE -----	19
6.1. Dans le monde -----	19
6.2. En Algérie -----	19
7. COMPOSITION CHIMIQUE -----	19
7.1. Composition chimique de l'huile essentielle -----	19
7.2. Composition chimique des feuilles -----	20
8. UTILISATIONS ET PROPRIETES THERAPEUTIQUE -----	21

## **CHAPITRE III: LES METABOLITES SECONDAIRES ET LES ACTIVITES**

### **BIOLOGIQUE**

1. LES METABOLITES SECONDAIRES -----	23
1.1. Définition -----	23
1.2. Différents types des métabolites secondaires -----	23
1.2.1. Les flavonoïdes -----	23
1.2.2. Les alcaloïdes -----	23
1.2.3. Les terpénoïdes -----	24
2. LES ACTIVITES BIOLOGIQUES DES PLANTES MEDICINALES -----	24
2.1. Généralités -----	24
2.2. L'activité anti-inflammatoire -----	25
2.3. L'activité antioxydante -----	25
2.4. L'activité antibactérienne -----	26
2.5. Effet inhibiteur d'enzyme -----	26

2.6. Autres effets -----	26
2.6.2. L'activité anti-biofilm-----	26
2.6.4. Activité anti- diabétique -----	26
2.6.5. L'activité anti-Alzheimer-----	27

## ***ETUDE EXPERIMENTALE***

### **PARTIE I : MATERIEL ET METHODES**

I. MATERIEL -----	29
I.1. MATERIEL BIOLOGIQUE-----	29
I.1.1. Matériel végétal -----	29
I.1.2. Les souches bactériennes-----	30
I.2. REACTIFS CHIMIQUES ET EQUIPEMENTS -----	30
II. METHODES -----	31
II.1. PREPARATION DE L'EXTRAIT-----	31
II.2. LE RENDEMENT D'EXTRACTION-----	33
II.3. ETUDE QUALITATIVE : SCREENING PHOTOCHEMIQUE-----	33
II.4. ÉTUDE QUANTITATIVE -----	35
II.4.1. Dosages des polyphénols totaux -----	35
II.4.2. Dosage des flavonoïdes -----	36
II.5. EVACUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE PAR LA METHODE DE DPPH -----	36
II.6. EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTI-INFLAMMATOIRE -----	38
II.7. EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIBACTERIENNE -----	39

### ***PARTIE II: RESULTATS ET DISCUSSION***

I. RENDEMENT D'EXTRACTIONT -----	41
II. RESULTATS DE SCREENING PHYTOCHIMIQUE-----	43
III. L'ETUDE QUANTITATIVE -----	46
CONCLUSION ET PERSPECTIVES -----	54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -----	55

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> : Décoction des feuilles .....	8
<b>Figure I.2</b> : Procédé de macérations des plantes. ....	9
<b>Figure I.3</b> : Les jus de plantes sauvages .....	9
<b>Figure I.4</b> : Extraction par CO <sub>2</sub> supercritique.....	10
<b>Figure I.5</b> : Appareil d'extraction par solvants .....	11
<b>Figure I.6</b> : Appareillage Extraction assistée par micro-ondes .....	12
<b>Figure I.7</b> : Schéma d'une installation VMHD.....	12
<b>Figure II.1</b> : Laurier noble.....	16
<b>Figure II.2</b> : Feuille de laurier noble .....	17
<b>Figure II.3</b> : Coupe de feuille de <i>Laurus nobilis</i> montrant les grandes cellules sécrétrices....	17
<b>Figure II.4</b> : Fleurs de <i>Laurus nobilis</i> .....	17
<b>Figure II.5</b> : Diagramme floral d'une fleur femelle de <i>Laurus nobilis</i> .....	18
<b>Figure II.6</b> : Diagramme floral d'une fleur mâle de <i>Laurus nobilis</i> .....	18
<b>Figure II.7</b> : Baies entières et coupées de laurier. ....	18
<b>Figure II.8</b> : Distribution des Lauracées à travers le monde .....	19
<b>Figure III.1</b> : Protocole expérimentale suivi pour l'évaluation qualitative, quantitative et biologique de <i>Laurus nobilis</i> L.....	29
<b>Figure III.2</b> : Droite d'étalonnage de la quercitrine. ....	37
<b>Figure III.3</b> : Réduction du DPPH par un antioxydant. ....	37
<b>Figure III.4</b> : Protocole d'inhibition de la dénaturation de l'albumine.....	39
<b>Figure III.5</b> : Rendements des extraits de <i>Laurus nobilis</i> . ....	42
<b>Figure III.6</b> : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique. ....	46
<b>Figure III.7</b> : Teneur en polyphénols dans les deux extraits de <i>Laurus nobilis</i> .....	47
<b>Figure III.8</b> : Teneur en flavonoïdes dans différents extraits de <i>Laurus nobilis</i> .....	48
<b>Figure III.9</b> : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations de l'acide ascorbique. ....	49
<b>Figure III.10</b> : Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'extrait EAI.....	50
<b>Figure III.11</b> : Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'extrait EAD.....	50
<b>Figure III.12</b> : Pourcentages d'inhibition de BSA de l'activité anti-inflammatoire <i>in vitro</i> .....	52

## **Liste des photographies**

<b>Photographie 1</b> : La préparation des extraits EAI et EAD .....	32
<b>Photographie 2</b> : Résultats des tests phytochimiques.....	45

## Liste des tableaux

<b>Tableau II.1</b> : Dénomination internationale de <i>Laurus nobilis</i> L. ....	14
<b>Tableau II.2</b> : Classification botanique du laurier noble selon APG III. ....	15
<b>Tableau II.3</b> : Composition phytochimique de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> L. ....	20
<b>Tableau II.4</b> : Les principaux composants des feuilles de laurier.....	20
<b>Tableau III.1</b> : Souches utilisées dans l'activité antibactériennes.....	30
<b>Tableau III.2</b> : Les réactifs chimiques et équipements.....	30
<b>Tableau III.3</b> : La gamme étalonnage d'acide gallique.....	35
<b>Tableau III.4</b> : Le rendement des différents extraits de <i>Laurus nobilis</i> .....	42
<b>Tableau III.5</b> : Screening phytochimique des extraits de la plante <i>Laurus nobilis</i> .....	43
<b>Tableau III.6</b> : Teneur des polyphénols totaux dans les extraits de <i>Laurus nobilis</i> .....	47
<b>Tableau III.7</b> : Teneur en flavonoïdes dans les extraits de <i>Laurus nobilis</i> .....	48
<b>Tableau III.8</b> : IC 50 de l'acide ascorbique et des extraits EAD et EAI.....	49
<b>Tableau III.9</b> : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de BSA.....	50
<b>Tableau III.10</b> : Moyenne des zones d'inhibition (mm) des extraits méthanoliques de <i>Laurus nobilis</i> .....	53

## Liste des abréviations

**Abs** : absorbance

**AChE** : acétylcholinestérase

**A<sub>E</sub>** : absorbance de l'extrait

**AlCl<sub>3</sub>** : trichlorure d'aluminium

**APG** : angiosperm phylogeny group

**A<sub>t</sub>** : absorbance du blanc

**CMI** : concentration minimale inhibitrice

**DMSO** : diméthyle sulfoxyde

**DO** : densité optique

**DPPH** : 2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl

**E** : extrait

**EAD**: aqueux par décoction

**EAI**: aqueux par infusion

**FAO**: food and agriculture organization

**FeCl<sub>3</sub>**: chlorure de fer

**HCl** : acide chlorhydrique

**IC<sub>50</sub>** : concentration inhibitrice a 50%

**LP** : peroxydation des lipides

**LPS** : lipopolysaccharide

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : carbonates de sodium

**NaOH** : hydroxyde de sodium

**NH<sub>4</sub>OH** : hydroxyde d'ammonium

**nm** : nanomètre

**P1** : poids de l'extrait

**P2** : poids de la matière végétale

**PI** : pourcentage d'inhibition

**R** : rendement

**UV** : ultra-violet

**µg EAG/mg E** : équivalent microgramme d'acide gallique par milligramme d'extrait

**µg EQ/mg E** : équivalent microgramme de quercétine par milligramme d'extrait

# *Introduction*

## **Introduction**

L'utilisation des plantes médicinales remonte à un passé lointain, à plusieurs siècles et à plusieurs civilisations. Les plantes médicinales sont utilisées comme remèdes pour les maladies humaines car elles contiennent des composants naturels ayant un intérêt thérapeutique. Selon les études pharmacologiques plus de 1200 plantes utilisées à travers le monde en médecine traditionnelle, pour leurs activités biologiques contre divers maladies (Ould et al., 2016 ; Kaurinovic et Djendi, 2019).

Ces maladies sont à l'origine du stress oxydatif et sont dues généralement à la production excessive des espèces d'oxygène (ERO) et qui pourraient devenir toxiques pour les composants majeurs de la cellule comme ; les lipides, les protéines et les acides nucléiques (**Valko et al., 2006**). Ceci provoquerait un dysfonctionnement cellulaire et serait impliqué dans diverses pathologies telles que les maladies cardiovasculaires, le cancer, le diabète, les maladies neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson) et le processus de vieillissement (**Aruoma, 2003**).

De nos jours, nous comprenons de plus en plus, que les principes actifs des plantes médicinales sont souvent liés aux produits des métabolites secondaires tels que ; les composés phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les alcaloïdes ..., qui sont largement utilisés, comme des agents préventifs anti-inflammatoires, antimicrobiens, antiseptiques, diurétiques, inhibiteur enzymatique, mais essentiellement antioxydants qui défendent contre le stress oxydatif.

En effet, les principes actifs des plantes médicinales présentent un trésor pour la découverte scientifique où elles sont l'objectif de nombreuses recherches pour le développement des agents thérapeutiques potentiellement utiles et de nouveaux constituants naturels qui ont un pouvoir antioxydant, anti enzymatique et anti- inflammatoire considérable (**Bourgaud et al., 2001**).

Dans ce contexte, nous avons choisi une plante médicinale qui est nommée *Laurus nobilis* L qui est l'une des espèces des plantes aromatiques les plus utilisées en Algérie. Elle attire beaucoup l'attention en raison de son importance économique, sa richesse en composition bioactive et ses propriétés thérapeutiques.

Notre travail est structuré en deux parties, initiée par une synthèse bibliographique concerne une généralité sur les plantes médicinales, *Laurus nobilis* via une description botanique, classification systématique, composition chimique, suivi de leurs l'utilisation

traditionnelle et activités biologiques. La deuxième partie c'est une étude expérimentale dont son premier chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisées dans ce travail. Dans le deuxième chapitre seront présentés les résultats obtenus et la discussion. Le manuscrit est achevé par une conclusion générale et les perspectives.

*Revue*  
*bibliographique*

*Chapitre I*  
*Généralités sur les*  
*plantes médicinales*

## 1. La phytothérapie

Du point de vue étymologique, le mot « phytothérapie » se divise en deux mots distincts : « *phyton* » et « *therapeia* », qui signifient respectivement « plante » et « traitement » en raison de leur origine grecque. La phytothérapie est donc une méthode médicale qui vise à soigner divers troubles fonctionnels et états pathologiques en utilisant des plantes, des parties de plantes et des compositions à base de plantes. Il s'agit d'une méthode de traitement qui s'inspire de la médecine traditionnelle et repose sur une expertise empirique accumulée au fil des générations (Limonier, 2018 ; Ofiane et Enhellal, 2021).

Plusieurs types de phytothérapie existent :

- ✓ **Aromathérapie:** Cette méthode thérapeutique utilise les extraits aromatiques des plantes, tels que les essences et les huiles essentielles. Ces produits complexes sont souvent utilisés par voie cutanée (Djehiche, 2022).
- ✓ **Gemmothérapie:** Cette approche thérapeutique se base sur les extraits alcooliques des tissus embryonnaires en croissance des plantes, tels que les jeunes pousses, les bourgeons et les racines (El Mtiai, 2023).
- ✓ **Herboristerie:** Elle implique la préparation et la vente de plantes médicinales ou de préparations dérivées. Les méthodes de préparation sont simples, souvent à base d'eau, comme : la décoction, l'infusion et la macération (Azouaou *et al.*, 2020).
- ✓ **Homéopathie:** Cette méthode consiste à traiter une maladie avec des substances susceptibles de provoquer des symptômes similaires à ceux de la maladie elle-même (Claire, 2014).
- ✓ **Phytothérapie pharmaceutique:** Elle utilise des produits d'origine végétale obtenus par extraction et dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Après transformation chimique, les plantes sont vendues sous forme de tisanes, de liquides, de sachets ou de gélules (Adouane, 2016).

## 2. Les plantes médicinales

### 2.1. Définition

De façon plus générale, une plante médicinale est un végétal doué d'un effet thérapeutique sur l'organisme sans être toxique à dose normale. Il est important avant tout que l'utilisation raisonnable dans le but de guérir une maladie déclarée ne cause pas de préjudices (Debuigne et Couplan, 2013). En outre, une plante médicinale est non seulement une plante,

mais peut être aussi un arbre, un buisson, un champignon, un légume, une racine, une algue...etc, on parle alors d'espèces botaniques (**Bousta et Ennabili, 2011**).

Évidemment, une plante médicinale contient une ou plusieurs substances qui peuvent être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs pour la synthèse de médicaments utiles (**Sofowora, 2010**), et dont ces propriétés thérapeutiques sont prouvées scientifiquement ou de manière empirique par l'emploi en médecine traditionnelle (**Neffati et Sghaier, 2014**). En somme, on appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (**Makhloufi, 2013**).

## **2.2. Les principaux éléments actifs des plantes**

La composition chimique des plantes aromatiques est complexe. La plupart des scientifiques définissent les substances naturelles comme des composés chimiques qui se trouvent dans de nombreuses familles et espèces végétales (**Djehiche, 2022**). Actuellement, le développement des diverses techniques d'extraction, d'isolement et d'identification permet l'utilisation de ces composés dans divers domaines de l'industrie, comme des produits pharmaceutiques, agroalimentaires, cosmétiques et parfumeries (**Boughrara, 2018**).

## **3. Origine des plantes médicinales**

Les plantes médicinales sont caractérisées par deux origines. Ce sont les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", et les plantes cultivées (**Chabrier, 2010**).

### **3.1. Plantes sauvages**

La catégorie la plus ancienne de plantes, toujours présente sur le marché mondial aujourd'hui, est influencée dans sa distribution et son évolution par divers facteurs, notamment le type de sol et surtout le climat. En effet, ces plantes sont sensibles à des variables telles que la température, la latitude, l'altitude, la nature du sol, etc. Leurs conditions environnementales spécifiques en font des réservoirs de diversité génétique (**Chabrier, 2010**).

### **3.2. Plantes cultivées**

Grâce à des techniques de culture standardisées, ces plantes permettent d'obtenir des matières premières de qualité suffisante et homogène en quantité adéquate. La culture des

plantes médicinales est régie par les directives de l'OMS sur les bonnes pratiques agricoles et de récolte (BPAR) spécifiques aux plantes médicinales (**Chaabna et al., 2022**), qui couvrent les phases de culture, de récolte et certaines opérations post-récolte, adaptable aux réglementations nationales. Bien que la diversité génétique au sein des espèces cultivées soit moindre que celle de la flore spontanée, elle constitue néanmoins un réservoir de spécificités génétiques important (**Chabrier, 2010 ; Ouedraogo et al., 2021**).

#### **4. Les méthodes d'extractions utilisées pour les plantes médicinales**

Les plantes médicinales sont extraites de différentes manières, combinant des techniques classiques et modernes pour obtenir des composés bioactifs.

##### **4.1. Les techniques classiques**

###### **4.1.1. Les percolations**

Encore appelé lixiviation, ce concept est identique à celui des cafetières. La poudre de la plante médicinale broyée est enveloppée dans un solvant pendant environ une journée (**Ouedraogo et al., 2021**). L'écoulement du solvant se fera très lentement, environ quelques gouttes par minute, puis le marc sera pressé. Bien que ce procédé soit un moyen efficace d'extraction, il est de moins en moins utilisé aujourd'hui (**Han, 2010, Dessouroux et al., 2011**).

###### **4.1.2. Les infusions**

Ce processus est employé lorsque les composés actifs de la plante sont hydrosolubles et peuvent être extraits facilement à partir de son tissu. Ainsi, l'infusion est idéale pour les feuilles (comme l'artichaut, la vigne rouge, le thé vert), les fleurs (comme le millepertuis), les sommités fleuries (comme l'aubépine, la reine-des-prés) et les tiges non ligneuses (**Grenez, 2019**). On verse donc de l'eau très chaude (environ 80°C) sur la plante moulue ou écrasée puis le laisser tremper 5 à 10 minutes, puis filtrer. L'infusion convient à la plupart des médicaments dans les feuilles, les fleurs et les tiges (**Nogaret, 2011**).

###### **4.1.3. Les décoctions**

Il est conseillé d'utiliser cette méthode d'extraction pour les racines (bardane, valériane, harpagophytum par exemple), les écorces (cannelle) et les tiges ligneuses (pèle) (**Nogaret, 2011**). Effectivement, il est employé lorsque les substances actives sont hydrosolubles mais

difficilement accessibles. Ainsi, on ajoute de l'eau froide aux parties de plantes coupées, moulues ou écrasées et on le fait bouillir (100°C) pendant plusieurs minutes (5 à 15 minutes) à quelques heures. Ce n'est qu'après avoir refroidi que le mélange est équilibré (**Saadani et al., 2023**) (**figure I.1**).



**Figure I. 1** : Décoction des feuilles (**Site web 1**).

#### **4.1.4. Les macérations**

Ce procédé est surtout préconisé pour les fleurs, racines et les graines. La plante est laissée à tremper à température ambiante (**Muther, 2015**), en vase clos, dans un endroit sombre et frais. Dans la plupart des cas, le solvant utilisé est un mélange d'eau et d'alcool pour prévenir la fermentation et/ou la détérioration. A la fin de la période de macération qui est propre à chaque plante, le liquide est égoutté, le marc humide pressé, filtré et mis en flacon ou bouteille (**Kemassi et al., 2014**). L'alcool améliore l'absorption au niveau de la bouche et des parois de l'œsophage. Les principes actifs passent alors rapidement dans le système sanguin et sont distribués à tous les organes, sans subir de potentielles transformations par les enzymes digestives et sans passer directement par le foie (**Muther, 2015**) (**figure I. 2**).



Figure I. 1 : Procédé de macérations des plantes (Site web 2).

#### 4.1.5. Les purs jus de plantes :

Ces jus ressemblent un peu aux jus de fruits ou de légumes préparés à la maison. Produits par pression à froid, et donc exclusivement par mécanique, ils sont sûrs de ne pas contenir de conservateurs, d'alcool et de colorants. En raison d'un problème important de stabilité des jus de plantes (comme le jus de radis noir par exemple), ils sont souvent soumis à une stérilisation qui leur permet une conservation optimale dans le temps (Nogaret, 2011) (figure I. 3).



Figure I. 2 : Les jus de plantes sauvages (Site web 3).

#### 4.2. Les techniques modernes

Parmi les techniques d'extraction modernes, on retrouve notamment ;

##### 4.2.1. Extraction par CO<sub>2</sub> supercritique :

L'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique est une technique contemporaine employée afin d'extraire de manière efficace et respectueuse de l'environnement des composés des plantes. L'objectif de cette méthode est de traiter une matière végétale en utilisant du CO<sub>2</sub> à l'état

supercritique, où il agit à la fois comme un gaz et un liquide, ce qui en fait un excellent solvant (Aggoun *et al.*, 2021). Le CO<sub>2</sub> supercritique entraîne les molécules odorantes dans un séparateur, puis elles sont séparées du CO<sub>2</sub> à température ambiante, ce qui préserve les qualités des extraits. Cette technique est respectueuse de l'environnement car elle ne produit ni gaz à effet de serre ni polluants, et elle permet d'obtenir des extraits de qualité supérieure (Penchev, 2010) (figure I. 4).

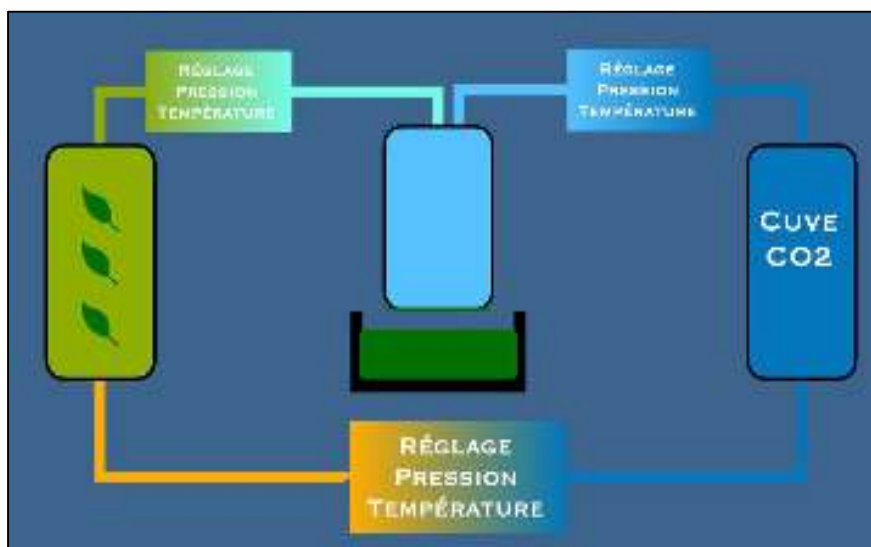


Figure I. 3 : Extraction par CO<sub>2</sub> supercritique (Site web 4).

#### 4.2.2. Extraction par solvants

L'extraction par des solvants volatils implique de dissoudre les composés odorants des plantes dans un solvant, qui est ensuite évaporé (Bousbia, 2011). Cette méthode, utilisée depuis le 18<sup>ème</sup> siècle avec des substances telles que l'éther, utilise désormais des solvants plus sécurisés comme l'hexane ou l'éthanol (Boukhatem, 2019). Elle est privilégiée pour les plantes dont les composés aromatiques pourraient être altérés par la distillation, ainsi que lorsque le matériel végétal ne peut pas être chauffé, comme c'est le cas pour le jasmin (*Jasminum officinale*), ou lorsqu'il présente une faible concentration en substances aromatiques, comme la rose (*Rosa centifolia*), ou encore s'il contient des substances résineuses, telles que le benjoin (*Styrax benzoin*) (Boukhatem, 2019).

Dans cette méthode, le matériel végétal est placé dans un appareil en acier appelé extracteur, où il est soumis à des lavages successifs avec des solvants. Ces solvants absorbent non seulement les parfums, mais aussi d'autres substances telles que les cires, les résines, la chlorophylle et les pigments. Le résidu végétal est ensuite nettoyé à plusieurs reprises pour

maximiser la production. Le liquide résultant de cette extraction est appelé "extrait". Après décantation, filtration et évaporation du solvant, l'extrait est concentré dans l'extracteur sous vide. Une fois refroidi, l'extrait concentré se solidifie pour former une substance cireuse et très odorante, connue sous le nom de "concrète" pour les fleurs et de "résinoïde" pour les autres parties végétales (racines, mousses, etc...) (Günther et Chatelain, 2017).

La concrète est ensuite soumise à une série de lavages à l'alcool dans des batteuses mécaniques, suivis de refroidissements, de filtrations et d'évaporations sous vide pour éliminer l'alcool. Ce processus permet d'obtenir une essence pure appelée "absolue" (Barghout, 2019) (figure I. 5).



Figure I. 4 : Appareil d'extraction par solvants (Site web 5).

#### 4.2.3. Extraction assistée par micro-ondes

Certaines molécules, comme l'eau, absorbent l'onde et la transforment en chaleur grâce au micro-onde. À la différence du chauffage traditionnel par conduction ou convection, la chaleur est dissipée dans la masse. Dans une plante, les parties les plus riches en eau (les vacuoles, véritables réservoirs liquides des cellules) absorbent les micro-ondes, puis les transforment en chaleur. En conséquence, la température à l'intérieur du matériel augmente brusquement, jusqu'à ce que la pression interne dépasse la capacité d'expansion des parois cellulaires internes. La présence de vapeur entraîne la destruction de la structure des cellules végétales, ce qui permet aux substances présentes à l'intérieur des cellules de s'échapper librement à l'extérieur du tissu biologique, et entraîne l'évaporation de l'huile essentielle (Roselló-Soto *et al.*, 2015) (figure I. 6).

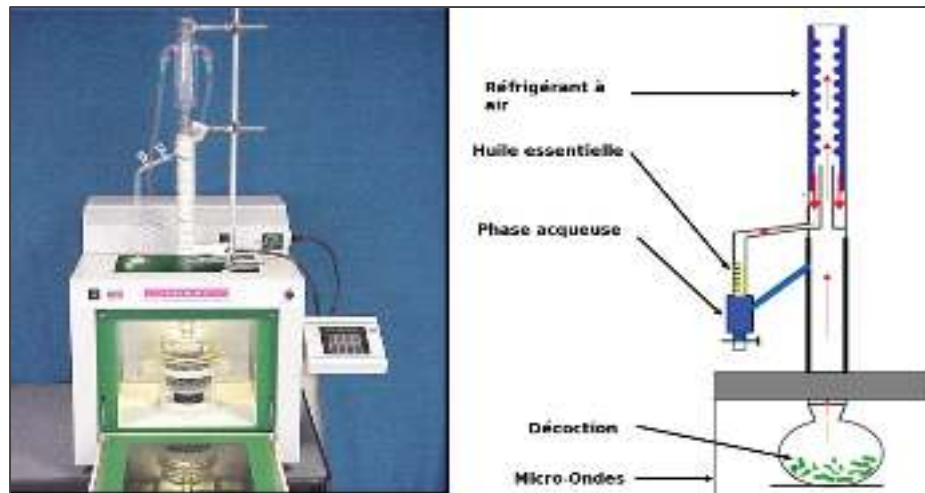


Figure I. 5 : Appareillage Extraction assistée par micro-ondes (Ferhat *et al.*, 2010).

L'extraction par micro-ondes existe sous différentes formes :

- Soit on peut réaliser une hydrodistillation ou une extraction par solvant classique, mais en chauffant le mélange par micro-ondes pour diminuer le temps de l'extraction (Aboudaou, 2017).
- Soit pour utiliser tous les avantages du micro-ondes, on peut utiliser de nouvelles techniques comme : l'ESSAM (Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes) ou le VMHD (Vacuum Microwaves Hydro Distillation : une hydrodistillation à la micro-onde sous vide, c'est à dire sans eau) (Aboudaou, 2017) (figure I. 7).

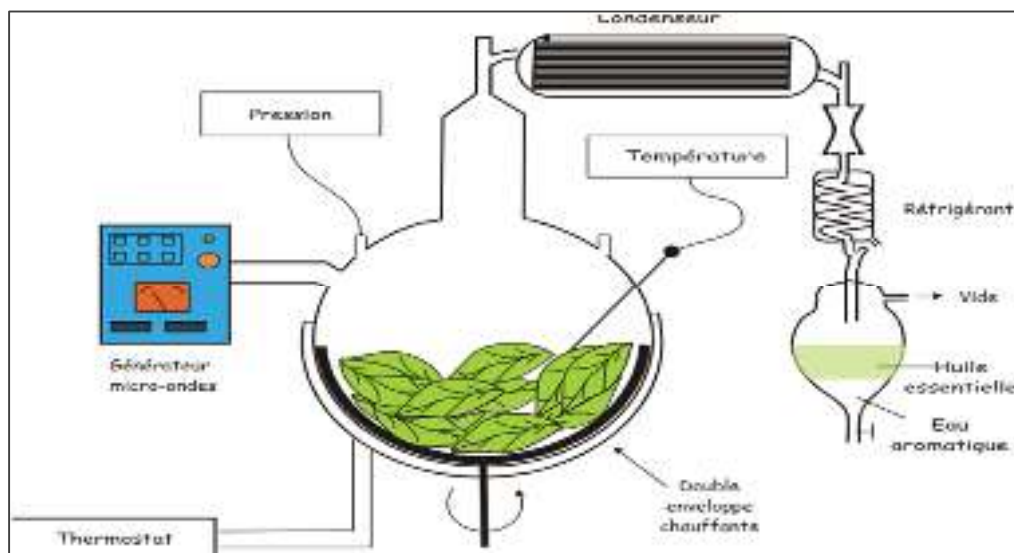


Figure I. 6 : Schéma d'une installation VMHD (Kanu, 2021).

# *Chapitre II*

*Laurus nobilis L.*

## 1. Généralités

*Laurus nobilis* L. est un membre de la famille des lauracées qui renferme 32 genres et environ 2000-2500 espèces (Barla *et al.*, 2007). *Laurus* est un nom latin, qui veut dire « toujours vert » allusion au feuillage persistant de la plante. Les feuilles sont largement appliquées et connues comme assaisonnement et herbe médicinale depuis les périodes antiques grec et romain (Demir *et al.*, 2004). Il est intéressant de noter que cette herbe qui était pendant longtemps employée dans la nourriture comme condiment et en médecine traditionnelle a, en fait, des propriétés qui peuvent suggérer de nouvelles applications (Ferreira *et al.*, 2006).

## 2. Dénomination internationale

Connu largement sous le nom de « Rend » dans la région maghrébine Nord-Africaine, le laurier noble a plusieurs d'autres appellations (tableau II.1).

**Tableau II.1** : Dénomination internationale de *Laurus nobilis* L. (Teuscher *et al.*, 2005 ; Ballabio et Goetz, 2010).

Langue	Appellation
Français	Laurier d'Apollon, Laurier commun, Laurier franc, Laurier noble.
Allemand	Lorbeersamen, lorbeer.
Anglais	Laurel oil, sweet bay, bay tree, roman Laurel, noble Laurel.
Italien	Olio di alloro
Portugais	Louro
Arabe	الرند
Berbère	Taselt

## 3. Origine et distribution

D'originaires du bassin méditerranéen, *Laurus nobilis* pousse dans les lieux humides et ombragés, mais également dans les jardins, où il est cultivé comme condiment. Actuellement, la plante est largement cultivée dans beaucoup de pays comme plante ornementale et pour la production commerciale tels que : la Turquie, l'Algérie, la France, la Grèce, le Maroc, l'Amérique centrale et les Etats-Unis (Demir *et al.*, 2004 ; Barla *et al.*, 2007).

## 4. Classification botanique

### 4.1. Taxonomie

Le laurier noble appartient à la famille des Lauracées. Il est également connu sous le nom de laurier-sauce ou laurier d'Apollon. Les Angiospermes, regroupant les plantes à fleurs dont les graines sont protégées par une enveloppe, peuvent être ordonnées selon différentes classifications. Parmi les plus connues, figurent celle de Cronquist et APG III, révisée en 2009. La classification APG III, est essentiellement basée sur la phylogénie moléculaire alors que la classification de Cronquist est axée sur la morphologie, l'anatomie et les caractères biochimiques. Cette dernière tend d'ailleurs à être progressivement remplacée par la classification APG III (**tableau II.2**) (**Briot, 2016**).

**Tableau II.2** : Classification botanique du laurier noble selon APG III (**Briot, 2016**).

<b>Classe</b>	<b>Angiospermes</b>
<b>Sous-classe</b>	Magnolidées
<b>Ordre</b>	Laurales
<b>Famille</b>	Lauraceae
<b>Genre</b>	Laurus
<b>Espèce</b>	nobilis

### 4.2. Ordre des Laurales

Les laurales constituent un grand ordre qui regroupe 9 familles et environ 3000 espèces. Elles sont apparentées aux Magnolidées, considérées comme un groupe primitif, qui possèdent un pollen monoaperturé (**Judd et al., 2002**).

### 4.3. Famille des lauracées

Le laurier appartient à la famille des Lauracées, une famille botanique importante souvent aromatique, ses espèces peuvent être reconnues par leur odeur aromatique. Celle-ci comprennent 32 genres et environ 2000 à 2500 espèces (**Spichiger et al., 2002** ; **Barla et al., 2007** ; **Bouloufa et Chetioui, 2018**).

Avant l'ère glaciaire, les Lauracées étaient plus présentes en Europe que dans les régions tropicales, en témoignent notamment les fossiles de feuilles retrouvés sur place (Geerts et al., 2002). Cette famille est caractérisée en gros par la présence des feuilles alternes et spiralées avec absence de stipule. Les fleurs sont de petite taille, généralement vertes ou jaunes, uni- ou bisexuées. Elles peuvent être présentées en inflorescences compactes selon leur groupe. Les fruits sont généralement des drupes (Geerts et al., 2002 ; Ballabio, Goetz, 2010). La formule florale est la suivante :  $(3+3) T + 3 \times 3 E + 1-2 St + 1 C$  (Botineau, 2010).

## 5. Description de l'arbre

*Laurus nobilis* est un grand arbuste à écorce grise pouvant atteindre de 2 à 6 m de haut, voire 15 m à l'état sauvage (figure II. 1). Afin de simplifier sa récolte, il est fréquemment taillé en arbrisseau. D'allure pyramidale, il présente un feuillage dense vert foncé et persistant. Sa croissance est généralement lente, d'environ 5 à 6 m en vingt ans. Il peut facilement devenir centenaire. (GEERTS P, RAMMELOO J, CAUTERN G et Alb 2002)



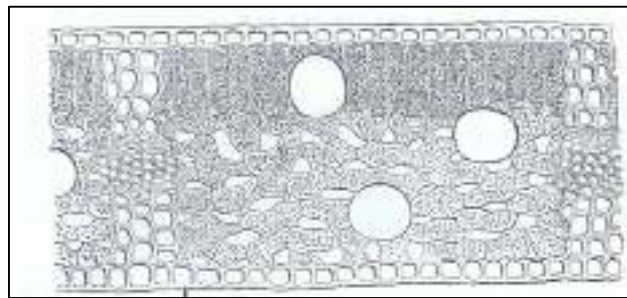
Figure II. 1: Laurier noble (site 1)

Les tiges des rameaux sont vertes et dirigées vers le haut. Au début de sa croissance, le tronc possède une écorce vert olive à noire qui deviendra grise au fil des années. La constitution d'une écorce véritable nécessite plusieurs années. De plus, le feuillage de *Laurus nobilis* est persistant avec une couleur vert foncé sur le dessus et plus claire en-dessous. La forme des feuilles est allongée voire lancéolée avec des extrémités pointues et un pétiole court. Le limbe possède un bord ondulé légèrement épaissi et recourbé vers l'intérieur. Les feuilles mesurent environ 3 à 5 cm de large sur 10 cm de long. Velues au départ, elles prennent ensuite un aspect brillant et glabre (figure II. 2) (Briot, 2016).



**Figure II. 2 :** Feuille de laurier noble (Briot, 2016).

Au niveau cellulaire, le caractère lignifié des parois et l'enfoncement des stomates augmentent la résistance de la plante aux températures basses comme élevées. Les feuilles présentent également une odeur aromatique caractéristique lors de leur froissement, due à la présence de grandes cellules sécrétrices situées dans le parenchyme palissadique (**figure II.03**) (Briot, 2016).



**Figure II. 3 :** Coupe de feuille de *Laurus nobilis* montrant les grandes cellules sécrétrices (Briot, 2016).

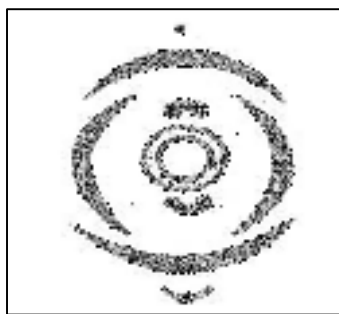
Le laurier noble est une plante dioïque c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont sur des pieds distincts. La floraison a lieu de mars à mai. L'inflorescence est composée de petites ombelles de quatre ou cinq fleurs axillaires. Elle est de couleur blanc-crème à blanc verdâtre (**figure II. 4**) (Briot, 2016).



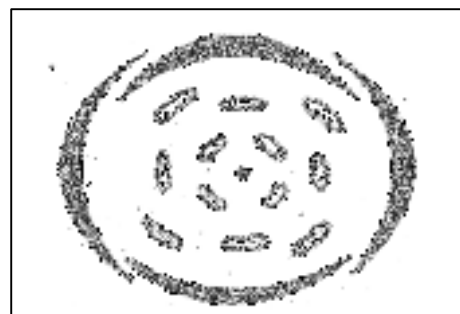
**Figure II. 4 :** Fleurs de *Laurus nobilis* (Briot, 2016).

Contrairement aux autres Lauraceae qui sont des trimères, la fleur du genre *Laurus* est un dimère, ce que l'on peut plus aisément apprécier sur un diagramme floral (figures II.5 et II.6).

A l'état de bouton, les fleurs sont enfermées dans un involucre de bractées. Les pétales et sépales n'étant pas distincts, on parlera alors de tépales. Les tépales sont disposés en deux verticilles, avec une taille légèrement inférieure pour ceux situés en position interne. Les fleurs femelles portent des staminodes munis de nectaires. Le stigmate est court et gluant ce qui lui permet de fixer le pollen. L'ovaire est en position supère et est uni-carpellé. Les fleurs mâles sont composées de 8 à 12 étamines dont deux sont pourvues de nectaires. Les anthères s'ouvrent par deux pores au moyen de clapets afin de libérer les grains de pollen.



**Figure II.5 :** Diagramme floral d'une fleur femelle de *Laurus nobilis* (Briot, 2016).



**Figure II.6 :** Diagramme floral d'une fleur mâle de *Laurus nobilis* (Briot, 2016).

Les fruits sont des baies ovales d'environ 2 cm de long, vertes puis noir violacé en automne (**figure II.7**). Elles contiennent une seule graine formée de deux cotylédons riches en lipides et parfumés. Les matières grasses s'oxydent rapidement ce qui limite la capacité germinative de la graine. Très souvent, les baies restent présentes tout l'hiver sur l'arbre, voire même jusqu'au printemps suivant. L'huile peut en être extraite pour fabriquer des savons (Briot, 2016).



**Figure II.7 :** Baies entières et coupées de laurier. (Camille Briot 2016)

## 6. Réparation géographique

### 6.1. Dans le monde

Originaire d'Asie mineure d'où il fut importé par les grecs et les romains, le Laurier s'est ensuite répandu dans l'ensemble du bassin méditerranéen ainsi qu'en Inde. En France, il pousse à l'état naturel sur le littoral provençal et du sud-ouest ainsi qu'en Corse. En Europe centrale il est cultivé dans des bacs car il supporte mal les hivers froids. Les principaux pays producteurs sont la Turquie qui produit deux tiers du commerce mondial (20M\$ de recette annuels), l'Albanie, le Maroc ainsi que la Grèce et l'Italie (Geerts et al, 2002) (**figure II.8**).



**Figure II.8** : Distribution des Lauracées à travers le monde (Djehiche, 2022).

### 6.2. En Algérie

En Algérie, des arbustes de laurier sont présents dans les forêts d'aulnes réparties dans les zones humides d'Annaba, El Kala et Guerbère Senhadja. Malgré que la phytothérapie soit une pratique très ancienne, seule la cité botanique de cette biomasse qui a été largement documenté jusqu'à présent. Ses propriétés biologiques ne le sont que peu (**BenDjamaa et al., 2012; Guedouari, 2012**).

## 7. Composition chimique

### 7.1. Composition chimique de l'huile essentielle

Selon les travaux de Flamini et al. (2007) (tableau II.3), l'huile essentielle de *Laurus nobilis* est considérablement riche en oxydes terpéniques, notamment le 1,8-cinéole à une concentration de l'ordre de 48,38%, en monoterpènes comme la Sabinène (9.46%) et caractérisée par une présence intéressante des composés phénoliques dont le : Méthyl-eugénol (2.22%) et eugénol (0.08%).

**Tableau II.3** : Composition phytochimique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis L.* (Flamini *et al.*, 2007).

Classes chimiques	Composés chimiques
<b>Oxydes terpéniques</b>	1,8-cinéole (48.38%).
<b>Monoterpénols</b>	Linalol (3.50%), terpinén-4-ol (2.84%), alpha-terpinéol (2.46%).
<b>Phénols</b>	Méthyl-eugénol (2.22%), eugénol (0.08%)
<b>Esters terpéniques</b>	Acétate d'alpha-terpényle (8.52%), acétate de bornyle (0.16%).
<b>Monoterpènes</b>	Sabinène (9.46%), bêta-pinène (4.99%), alpha-pinène (5.77%), limonène (4.10%), para-cymène (2.38%), gammaterpinène (2.12%), myrcène (0.64%), camphène (0.32%), alpha-phellandrène (0.24%), alphaterpinène (0.28%).

## 7.2. Composition chimique des feuilles

De nombreuses études ont révélées l'importante richesse des feuilles de *Laurus nobilis L.* en substances actives. Les feuilles sont riches en vitamine E. Elles renferment aussi des flavonoïdes polaires (dérivées glycosylées de quercétine, kaempferol et de catéchine) et apolaires (quatre dérivés acylés de kaempferol), des sesquiterpènes lactones, des alcaloïdes isoquinoléiques. Les baies renferment 23% d'amidon, 2% de sucre, 0.85% de principes amers, une résine, du mucilage et renferment 17 à 25% d'huile de laurier (Demo *et al.*, 1998 ; Fiorini *et al.*, 1998) (tableau II.4).

**Tableau II.4** : Les principaux composants des feuilles de laurier (Sangun *et al.*, 2007).

Classes	Composés
<b>Acides phénoliques</b>	Acide phénylacrylique, acides p-cumarique, fénulique, sinapique
<b>Flavonoïdes</b>	Rutine, isoquercitine, hypéroside, kaempférol-3 rhamnoside
<b>Hétérosides de lignanes</b>	Méthoxisolarecirénol-9-O-xylosides, schizandraside
<b>Alcaloïdes</b>	Actinodaphnine, launobine, nandigérine

<b>Lactones sesquiterpéniques</b>	Reynosine, santamarine, artémoneine
<b>Huiles volatiles</b>	1,8-cinéole, eugénol, acétate de linalyle, sabinène, géranol
<b>Tannins</b>	Cathéchines, procyanidine B4, B5 et B7, proanthocyanidines
<b>Vitamine E</b>	

## 8. Utilisations et propriétés thérapeutique

Plusieurs études ont démontré de nombreux effets et propriétés thérapeutique de la plante du laurier :

- ❖ Effet antioxydant (**Simié *et al.*, 2003**).
- ❖ Effets fumigènes et insecticide (**Papachristos et Stamopoulos, 2002 ; Erlér *et al.*, 2006 ; Rozman *et al.*, 2007**).
- ❖ Effet anticonvulsif (**Sayyah *et al.*, 2002**).
- ❖ Effet cytotoxique (**Kivçak et Mert, 2002**).
- ❖ Effet gastroprotectif (**Görbüz *et al.*, 2002**).
- ❖ Effet inhibiteur d'absorption d'alcool (**Matsuda *et al.*, 1999 ; Yoshikawa *et al.*, 2000**).
- ❖ Effet curatif de blessures (**Khalil *et al.*, 2007**).
- ❖ Effet inhibiteur d'enzyme (**Ferreira *et al.*, 2006**).
- ❖ Effet antimicrobien (**Atanda *et al.*, 2007**).

***Chapitre III***

***Les métabolites  
secondaires et les  
activités biologiques***

## 1. Les métabolites secondaires

### 1.1. Définition

Le métabolisme secondaire désigne l'ensemble des activités biochimiques par lesquelles les cellules génèrent les métabolites et l'énergie essentiels à leur survie, en décomposant des matières organiques complexes (**Tahtah, 2022**). Les métabolites primaires sont des composés organiques présents dans toutes les cellules d'un organisme végétal, assurant ainsi son fonctionnement de base (**Messaoud, 2023**). En revanche, les métabolites secondaires sont spécifiques à certaines espèces végétales et remplissent des fonctions cruciales pour leur survie et leur propagation. Ils agissent notamment comme des signaux chimiques, protégeant les plantes productrices contre les herbivores et les pathogènes, et contribuent aux réponses allopathiques, qui consistent en la compétition entre les plantes pour la germination et la croissance (**Ley-Ngardigal, 2023**).

### 1.2. Différents types des métabolites secondaires

Il existe trois grands groupes des métabolites secondaires :

#### 1.2.1. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes, également appelés composés polyphénoliques, sont largement répandus dans le règne végétal (**Elise, 2019**). Ces composés constituent des pigments colorés des plantes allant du jaune au rouge, donnant à ces organismes la multitude de couleurs qu'ils empruntent. Ils sont toujours présents en quantités importantes dans les fruits, les légumes, mais aussi dans les boissons tels que le thé et le café, on les trouve donc régulièrement à table lors de nos repas. De plus, les flavonoïdes rentrent dans le traitement de 73 maladies parmi lesquelles, le paludisme, la fièvre typhoïde, les dermatoses, la jaunisse, le mal de reins, les coliques, le diabète, les maladies cardio-vasculaires et l'hypertension artérielle sont les plus importantes. Ces plantes apparaissent comme de puissants antioxydants et antiradicalaires. Ces propriétés dues à la présence de nombreuses molécules flavaniques, donnant à ces plantes une place de choix en phytomédecine (**KidikPouka et al., 2015**).

#### 1.2.2. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances naturelles et organiques provenant essentiellement des plantes et qui contiennent au moins un atome d'azote dans leur structure chimique, avec un

degré variable de caractère basique (**Yinyang et al. 2014**). Depuis l'identification du premier alcaloïde, à savoir la morphine à partir de l'opium en 1806, il a été déclaré que plus de dix mille alcaloïdes ont été isolés des plantes ; ainsi que certains parmi eux sont des médicaments connus qui ont des vertus thérapeutiques avérées, à titre d'exemple : un dérivé de la pervenche de Madagascar (*Vincaroseasyn Catharanthusroseus*) employé pour traiter certains types de cancer. D'autres alcaloïdes, comme l'atropine, présente dans la belladone (*Atropa belladonna*), ont une action directe sur le corps : activité sédatrice, effets sur les troubles nerveux tel que la maladie de Parkinson (**Djehiche, 2022**).

### 1.2.3. Les terpénoïdes

Les terpénoïdes forment une classe de substances naturelles organiques dont beaucoup sont rencontrées quotidiennement et dont les noms traduisent souvent ce caractère familier. Elles comprennent le menthol, à l'origine de l'odeur des feuilles de menthe froissées, le cédrène, responsable de l'odeur des crayons de bois, l'acide abiétique, constituant important de la résine des pins, la bétuline, pigment blanc de l'écorce des bouleaux, le  $\beta$ -carotène, pigment orange des carottes et de nombreuses baies, le caoutchouc (**Masyita et al., 2022**).

Les sources végétales courantes de terpènes sont le thé, le thym, la sauge espagnole et les agrumes comme le citron, l'orange et la mandarine. Les terpènes ont un large éventail d'utilisations médicales parmi lesquelles l'activité antiplasmodiale est remarquable car son mécanisme d'action est similaire à celui du médicament antipaludéen populaire utilisé, la chloroquine (**Cox-Georgian et al., 2019**).

## 2. Les activités biologiques des plantes médicinales

### 2.1. Généralités

L'usage des plantes, dites médicinales, constitue aujourd'hui une excellente alternative, de remplacement de l'antibiothérapie (**Palici, 2016**). Les plantes médicinales sont connues pour être douées de propriétés antiseptiques et antimicrobiennes (**Baser et Buchbauer, 2010**). Beaucoup d'entre elles, ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales, antioxydantes, et antiparasitaires. Plus récemment, on leur reconnaît également des propriétés anticancéreuses (**Baser et Buchbauer, 2010 ; Ladoh et al., 2015**).

## 2.2. L'activité anti-inflammatoire

L'extrait méthanolique (80%) des feuilles de laurier séchées, administré par intubation gastrique à des rats à une dose de 100 mg/kg, a entraîné une inhibition de 19% d'un œdème induit. L'acétate d'éthyle et l'extraits d'hexane des feuilles, appliquée extérieurement [(TPA)-inflammation de l'oreille] sur des souris à une dose de 20 µl/animal, étaient actifs comparativement au tétradécanoyl acétate de phorbol. (Gnankiné et Bassolé, 2017). Les composés phénoliques ont montré une activité anti-inflammatoire in vitro et in vivo, ils peuvent agir comme modificateurs des voies de transduction du signal pour obtenir leurs effets bénéfiques (Landete, 2012). Des études ont montré que les polyphénols, en particulier les flavonoïdes, ont des effets bénéfiques sur la santé et possèdent des propriétés anti-inflammatoires en empêchant l'activité des enzymes qui pourraient être responsables de l'inflammation. Ils peuvent aussi moduler l'adhésion des monocytes durant l'inflammation athérosclérotique en inhibant l'expression des médiateurs inflammatoires (Liu *et al.*, 2020). D'autres flavonoïdes sont capables d'inhiber l'histamine, les flavones et les flavonols sous forme glycosylée ou libre comme la quercétine et la myricétine ont une activité inhibitrice de la cyclooxygénase COX (Batista *et al.*, 2015).

## 2.3. L'activité antioxydante

En raison de leur capacité à réduire ou stopper l'oxydation d'autres molécules, les polyphénols sont des agents réducteurs. Les polyphénols contiennent des groupes phénoliques qui ont la capacité d'accepter un électron pour créer des radicaux phénoxy relativement stables, qui peuvent arrêter les réactions oxydatives en chaîne dans les composants cellulaires (Landete, 2012). Les antioxydants sont des agents réducteurs bioactifs qui peuvent prévenir les dommages causés par les espèces réactives oxygénées (ROS), y compris les radicaux anioniques superoxydes, l'hydroxyle, le peroxyde d'hydrogène et l'oxygène singlet, retarde significativement ou prévient l'oxydation des substrats comme les lipides, les protéines, l'ADN et les carbohydrates (Sudip *et al.*, 2015). Actuellement, l'utilisation des molécules antioxydantes synthétiques est remise en cause en raison des risques toxicologiques potentiels (Fadili *et al.*, 2015).

Les extraits aqueux et éthanoliques se sont révélés efficaces dans des études qui démontrent une puissante activité antioxydante. Lorsque 60 ml mg<sup>-1</sup> de BHA, BHT et alpha-tocophérol ont été ajoutés à une émulsion d'acide linoléique, ils ont inhibé la peroxydation des

lipides de 77 et 96 %. Dans une émulsion d'acide linoléique, respectivement, la peroxydation lipidique (Kahouli, 2010).

#### 2.4. L'activité antibactérienne

Puisqu'elles arrêtent efficacement la croissance bactérienne, les huiles essentielles ont une très large gamme d'action antibactérienne. Leur composition chimique, en particulier les caractéristiques de leurs principaux composés volatils, joue un rôle majeur dans l'activité antimicrobienne (Guinoiseau, 2010).

#### 2.5. Effet inhibiteur d'enzyme

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques (également appelés biocatalyseurs) qui accélèrent les réactions biochimiques dans les organismes vivants (Robinson, 2015). Les enzymes antioxydantes de toutes les cellules du corps se composent de trois grandes classes d'enzymes antioxydants qui sont les catalases, les superoxyde dismutases (SOD) et les glutathion peroxydases (GPX). Tous ces éléments jouent un rôle crucial dans le maintien de l'homéostasie dans les cellules (He *et al.*, 2017).

#### 2.6. Autres effets

##### 2.6.2. L'activité anti-biofilm

Les propriétés et l'extraction des sucres, des huiles essentielles et des huiles grasses de *L. nobilis* ont démontré son activité anti biofilm. (Chmit *et al.*, 2014). Les huiles essentielles semblent jouer un rôle important dans l'élimination et le contrôle de la formation de biofilm et peuvent également compléter les antiseptiques et les antibiotiques utilisés à faible concentration. (El-Tarabily *et al.*, 2021).

##### 2.6.4. Activité anti-diabétique

Le diabète c'est une dérégulation chronique de la glycémie entraînant une altération de la sécrétion d'insuline, une action anormale de l'insuline ou les deux sont ce qui distingue le diabète en tant que trouble métabolique. À la lumière de ce qui précède, lorsque les besoins de l'organisme ne sont pas satisfaits par la quantité d'insuline plasmatique produite et/ou active, cela devient un problème (Goldenberg et Punthakee, 2013).

La capacité des plantes médicinales à retarder la production ou l'absorption intestinale du glucose en inhibant les enzymes hydrolysant les glucides, telles que l'amylase et la glucosidase, est l'une des approches thérapeutiques pour réduire l'hyperglycémie postprandiale (**Kidane et al., 2018**). L' $\alpha$ -Amylase, une enzyme clé impliquée dans la digestion des glucides, est l'enzyme cible pour réduire le taux d'absorption des glucides. On trouve des inhibiteurs de l' $\alpha$ -amylase ( $\alpha$ -IA) dans les plantes (**Peddio et al., 2021**).

L'inhibition par l'alpha-amylase de la capacité du tube digestif à décomposer les glucides (amidon) ralentit et prolonge la durée de la digestion. Il diminue également la vitesse à laquelle le glucose est absorbé, abaissant le taux de sucre dans le sang et empêchant le développement de la glycémie (**Bousnina et al., 2013**). Les plantes constituent une source importante de constituants chimiques susceptibles d'inhiber l' $\alpha$ -amylase et peuvent être utilisées en tant qu'aliments thérapeutiques ou fonctionnels (**De Sales et al., 2012**). Il existe des inhibiteurs naturels de l' $\alpha$ -amylase tels que les flavonoïdes et les composés phénoliques des plantes sont recommandés comme nouvelle thérapie dans le traitement du diabète de type 2 sans risque ou peu d'effets secondaires (**Khan et al., 2018**).

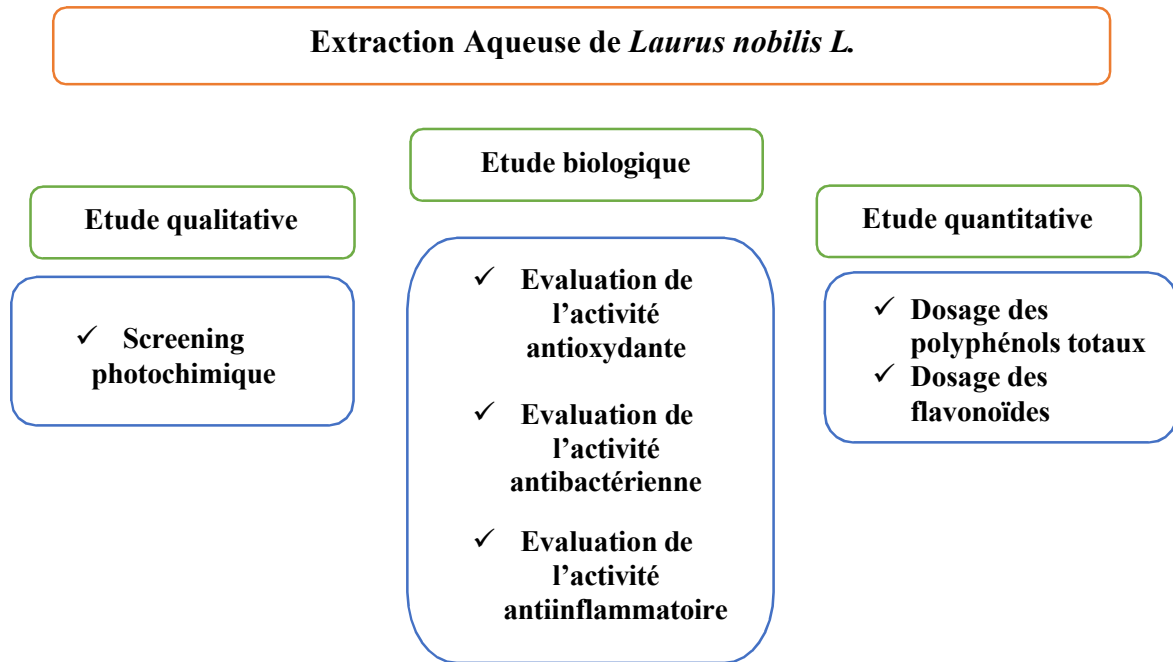
### 2.6.5. L'activité anti-Alzheimer

La maladie d'Alzheimer est causée par la lente dégénérescence des neurones qui commence dans l'hippocampe (une partie du cerveau importante pour la mémoire) et se propage ensuite à d'autres parties du cerveau. Les troubles des fonctions exécutives, l'orientation dans le temps et la mémoire récente sont les caractéristiques de cette affection. Le patient perd progressivement ses capacités cognitives et son autonomie (**Inserm, 2017**). Il est une maladie neurodégénérative progressive du système nerveux central (SNC) causant la démence, principalement dans la population âgée. Les principales caractéristiques du développement de la maladie d'Alzheimer (MA) comprennent, entre autres, la perte des neurones cholinergiques, l'élévation des activités de butyrylcholinestérase (BChE) et d'acétylcholinestérase (AChE) et l'accumulation de dépôts intra- et extracellulaires de  $\beta$ -protéine amyloïde dans le tissu cérébral. Il a déjà été démontré que, en dehors de l'hydrolyse de l'acétylcholine, conduisant à des déficits dans les voies cholinergiques, AChE favorise l'agrégation de  $\beta$ -amyloïde protéine suivie par la formation d'un complexe avec  $\beta$  croissant fibrilles amyloïdes (**Szwajgier et Borowiec, 2012**).

*Etude expérimentale*  
*Partie I*  
*Matériel et méthodes*

La partie expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de biochimie aux laboratoires pédagogique de l'université Abbes Laghrour - Khenchela - au cours du mois de mars 2024.

Les expériences décrites dans cette étude sont les suivantes :



**Figure III.1** : Protocole expérimental suivi pour l'évaluation qualitative, quantitative et biologique de *Laurus nobilis L.*

## I. Matériel

### I.1. Matériel biologique

#### I.1.1. Matériel végétal

Notre étude a été réalisée sur les feuilles de *Laurus nobilis L.*, que nous avons récoltées en mois de février 2024. La récolte de la plante a été effectuée très soigneusement de manière à ne pas détériorer les éléments organiques et minéraux présents. Après la récolte, les feuilles ont été nettoyées, lavées avec de l'eau du robinet, afin de se débarrasser de toute poussière et matières étrangères comme le sable, le sol et d'autres, et puis séchées pendant une durée d'environ 15 jours.

Enfin, les feuilles ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine qui a été servi pour la préparation des extraits, afin de les utilisés dans l'étude phytochimiques et biologiques.

### I.1.2. Les souches bactériennes

Afin de tester le potentiel antibactérien *in vitro* de des deux extraits, trois souches bactériennes ont été utilisées (**tableau III.1**) :

**Tableau III.1** : Souches utilisées dans l'activité antibactérienne.

Microorganismes	Gram	Code	Origine
<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	ATCC 25923	Laboratoire pédagogique de l'université Abbes Laghrour-Khenchela-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Négatif	ATCC 27853	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Négatif	ATCC 13863	

### I.1. Réactifs chimiques et équipements

Le tableau représente les réactifs chimiques et les équipements utilisés :

**Tableau III.2** : Les réactifs chimiques et équipements.

Réactifs chimiques et solvants	Les équipements
Méthanol	Autoclave
HCl	Vortex
Hydroxyde d'ammonium (NH <sub>4</sub> OH)	Balance analytique avec chambre de pesé
Chlorure de fer (FeCl <sub>3</sub> )	Réfrigérateurs
Hydroxyde de sodium (NaOH)	Balance
Anhydre acétique	Chambre analytique UV (254/365 nm)
Acide sulfurique	plaque chauffante
Réactif de Fehling	Agitateur magnétique
Chloroforme	Spectrophotométrie
Folin-Ciocalteu	Pompe de filtration
Acide gallique	Rotavapeur
Trichlorure d'aluminium (AlCl <sub>3</sub> )	Bain marie
Acide ascorbique	Etuve universelle de 5 à 220 avec ventilation
Diméthyle sulfoxyde (DMSO)	Etuve bactériologique

DPPH

Carbonates de Sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Mayer et Wagner

## II. Méthodes

### II.1. Préparation de l'extrait

- **L'extrait aqueux par infusion (EAI)**

Une quantité de 40 g de poudre végétale est mélangée avec 400 ml d'eau dans un bécher avec un barreau magnétique. La préparation a été couverte par un para film et le bécher entier par un papier d'aluminium, puis placé sur l'agitateur magnétique pendant 1 heure à 50 °C. Le mélange obtenu est soumis à une filtration sur papier filtre et coton. Le filtrat est placé dans étuve pendant 24 heures afin d'obtenir un extrait.

- **L'extrait aqueux par décoction (EAD)**

Une quantité de 40 g de poudre végétale est mélangée avec 400 ml d'eau dans un bécher avec un barreau magnétique. La préparation a été placée sur l'agitateur magnétique pendant 45 min à 100 °C. Le mélange obtenu est soumis à une filtration sur papier filtre et coton. Le filtrat est placé dans étuve pendant 24 heures afin d'obtenir un extrait.





**Photographie 1** : La préparation des extraits EAI et EAD de laurier.

## II.2. Le rendement d'extraction

Le rendement des extraits est le rapport entre le poids de l'extrait sec et le poids de la plante en poudre utilisée. Il est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{P1}}{\text{P2}} \times 100$$

**P1** : poids de l'extrait

**P2** : poids de la matière végétale

## II.3. Etude qualitative : Screening photochimique

Le screening phytochimique permet de rechercher et détecter les différentes classes des métabolites secondaires contenues dans notre plante. Ces tests ont été réalisés selon les techniques décrites par : **(Harborne, 1998 ; Bruneton, 1999)**.

Chacun des tests a été appliqué aux deux extraits (EAD, EAI) et répété trois fois pour vérifier l'exactitude des résultats.

### ❖ Flavonoïdes (test de Shinoda)

Dans un bécher, macérer 10 g de poudre sèche dans 150 ml d HCl (1 %), le bécher est recouvert de para film et enveloppé par feuille d'aluminium et laisser pendant 24 heures sur un agitateur magnétique. Le mélange est filtré et poursuivi avec le test suivant : prélever 10 ml du filtrat, le rendre basique par l'ajout des gouttes de NH<sub>4</sub>OH à 10 %. L'obtention d'un anneau confirme la présence des flavonoïdes.

### ❖ Saponosides : Test de mousse

Dans un tube à essai, ajuster le volume de 10 ml d'extrait et agiter le tube longitudinalement pendant 15 secondes. Laisser reposer 15 minutes, la hauteur de mousse constante résultante indique la présence de saponines, puis on mesure la hauteur de mousse produite dans le tube.

### ❖ Tanins

Introduire 2 ml de l'extrait dans un tube à essai, puis 0,5 ml d'une solution aqueuse de

chlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) à 1% est ajouté. La présence des tanins est dévoilée par une coloration verdâtre ou bleue noirâtre.

#### ❖ **Quinones libres**

Pour détecter la présence de quinones libres, dans un tube à essai ajouter 0,5 ml dilué à 1 % d'hydroxyde de sodium (NaOH), à 5 ml d'extrait. La couleur jaune, rouge ou violette indique la présence des quinones libres.

#### ❖ **Coumarines : Fluorescence UV**

Préparer deux tubes à essai, dans le premier introduire 0,5 ml d'hydroxyde d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) dilué à 10 % avec 1 ml de l'extrait, et dans le deuxième préparer un extrait non traité au  $\text{NH}_4\text{OH}$  pour servir comme témoin. Après dépôt d'une goutte sur un papier-filtre, l'apparition d'une fluorescence intense sous lumière ultraviolette (365 nm) indique la présence de coumarines.

#### ❖ **Stérols et triterpènes : Test de Liebermann-Burchard**

Dans un tube à essai, introduire 5 ml de l'extrait et ajouter 0,5 ml d'anhydride acétique et 0,5 ml d'acide sulfurique. Laissez-le dans la période d'incubation pendant 15 minutes. Si la couleur apparaît violette ou verte, cela indique que le test est positif.

#### ❖ **Composés réducteurs**

Introduire 1 ml d'extrait dans un tube à essai, ajouter 2 ml de liqueur de Fehling (1 ml de la solution A et 1 ml de la solution B) et incuber dans un bain marie bouillant pendant 8 minutes. Une précipitation rouge brique indique un test positif.

#### ❖ **Terpénoïdes : Test de Salkowski**

A 5 ml d'extrait, l'ajout 2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré. La formation de deux phases et l'apparition d'une couleur brune dans l'interphase indique la présence de terpénoïdes.

#### ❖ **Alcaloïdes**

Dans un bécher, des gouttes d'acide chlorhydrique dilué à 1 % ont été ajoutées à 1 ml de chaque extrait (EAD, EAI), puis chaque solution divisée en deux parties égales dans deux tubes avec l'ajout de 0,5 ml de réactif de Mayer est ajouté chaque tubes (EAD, EAI), comme ajouter la même quantité de 0,5 ml de réactif de Wagner est ajoutée aux autres tubes, un précipité blanc ou brun se forme, respectivement, indiquant la présence d'alcaloïdes.

### ❖ Anthraquinones

Mélanger 5 ml de chaque extrait EAD et EAI avec 5 ml d'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH dilué à 10 %). Après l'agitation, l'apparition d'une couleur violette indique un résultat de test positif.

## II.4. Étude quantitative

### II.4.1. Dosages des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon la méthode de Folin- Ciocalteu (Boizot et Charpentier, 2006). Ce réactif est un acide de couleur jaune composé d'un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Il est réduit, au cours de l'oxydation des phénols, dans un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribereau, 1968). La coloration produite, dont l'absorption maximale est de 760 nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols contenus dans les extraits végétaux (Ghazi et Sahraoui, 2005).

#### a. Mode opératoire

##### – Préparation de la gamme étalon d'acide gallique

Mettre 0,005 g d'acide gallique en poudre dans 100 ml de l'eau distillée. Une gamme d'étalonnage a été préparée à partir d'une solution mère d'acide gallique de différentes concentrations (3-50 µg/ml). Le dosage a été fait selon cette gamme (Tableau III.3).

**Tableau III.3** : La gamme étalonnage d'acide gallique.

Concentration (µg /ml)	3	15	25	35	45	50
Volume prélevé de la solution mère de l'acide gallique (ml)	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1
Volume d'eau distillée (ml)	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1	0

##### - Analyse du standard et des extraits

Dans 6 tubes à essais :

- Introduire 1ml de chaque solution de la gamme étalon préparée.
- 5 ml du réactif Folin Ciocalteu (dilué 10 fois dans l'eau distillée).
- Après 10 min.

- 4 ml Carbonates de Sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) à 20 %.
  - Incubation de 30 min à une température ambiante dans l'obscurité.
  - L'absorbance de chaque solution a été déterminée à 760 nm avec un spectrophotomètre UV-Visible (UV 1601, SHIMADZU).
- Même méthode avec 1 ml de chaque extrait (EAD et EAI).
- Le blanc est préparé de la même façon mais l'acide gallique est remplacé par l'eau distillée.

#### b. Expression des résultats

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique à différentes concentrations et exprimée en microgramme d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EAG}/\text{mg E}$ ).

#### II.4.2. Dosage des flavonoïdes

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par la méthode de **(Quettier-Deleu *et al.*, 2000)** en utilisant le trichlorure d'aluminium. L' $\text{AlCl}_3$  forme un complexe jaune avec les flavonoïdes, absorbe dans le visible à 430 nm.

##### a. Mode opératoire

Dans les eppendorf :

- 500  $\mu\text{l}$  de chaque extrait ont été ajoutés à 500  $\mu\text{l}$  de la solution d' $\text{AlCl}_3$  (2 % dans le méthanol).
- Agiter puis incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant 10 min. L'absorbance est mesurée à 430 nm en utilisant un spectrophotomètre UV (**UV 1601 SHIMADZU**). Le blanc est préparé de la même façon sauf que l'extrait est remplacé par le solvant.

##### b. Expression des résultats

La quantification des flavonoïdes a été évaluée à partir de la courbe d'étalonnage de la quercitrine à différentes concentrations (12.5-40  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) (**figure III.2**). Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalent de quercitrine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EQ}/\text{mg E}$ ).



- À 50 µl de chaque solution méthanoliques des extraits à différentes concentrations (de 0,05 à 0,5 mg/ml) sont ajoutés à 950 µl de la solution DPPH.
- Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; acide ascorbique dont l'absorbance a été mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons et pour différentes concentrations (de 0,02 à 0,2 mg/ml).
- Le contrôle négatif est préparé de la même façon sauf que l'extrait est remplacé par le solvant le méthanol.
- Les absorbances ont été mesurées à 517 nm après 30 minutes d'incubation à l'obscurité.
- Le blanc pour réglage d'appareils est constitué par 1 ml de méthanol.

### c. Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition (% PI) du DPPH selon la formule suivante :

$$\% \text{ PI du DPPH} = [(A_c - A_E) / A_c] \times 100$$

$A_c$  et  $A_E$  sont les valeurs de l'absorbance du blanc et de l'extrait respectivement à 517 nm à partir d'équations de régression linéaire des graphes :

$$Y = ax + b$$

La concentration de l'extrait essentiel pour balayer 50 % des radicaux libres ou  $IC_{50}$  a été calculée graphiquement par la régression linéaire des graphes tracés, (pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des différents extraits de *Laurus nobilis* L selon l'équation suivante :

$$IC_{50} = (Y - b) / a$$

## II.6. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

### a. Principe

L'effet antiinflammatoire in vitro de divers extraits du laurier a été déterminé en utilisant la méthode de dénaturation des protéines décrite par **Habibur et al., (2012)**, avec quelques modifications, en utilisant le Diclofénac de sodium utilisé comme standard (**figure III.4**).

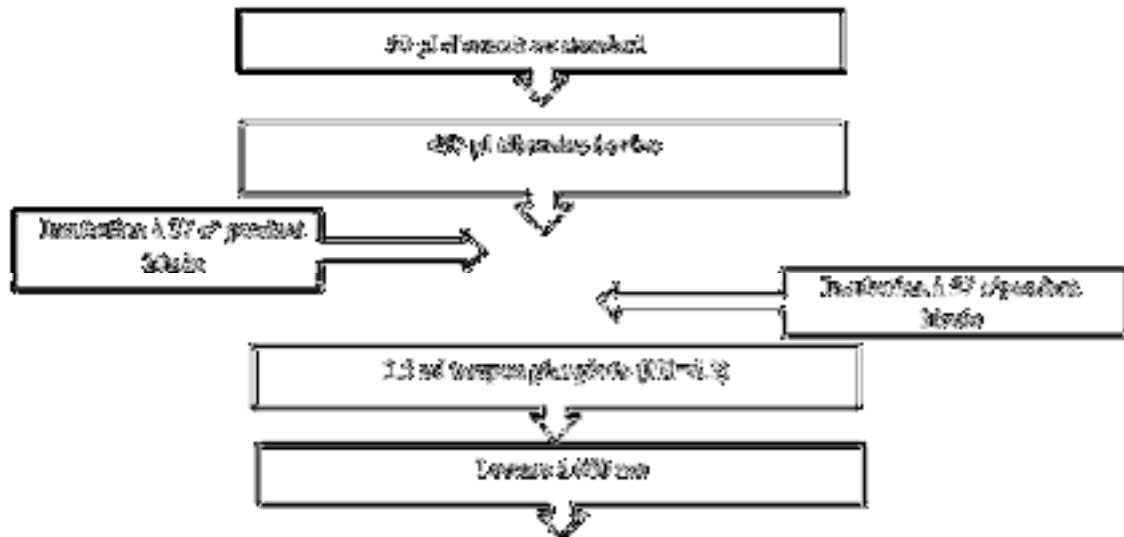


Figure III.4 : Protocole d'inhibition de la dénaturation de l'albumine (Habibur *et al.*, 2012).

## b. Expression des résultats

Le pourcentage d'inhibition est calculé comme suit :  $I \% = \frac{Abs\ c - Abs\ t}{Abs\ c} \times 100$

Abs C : absorbance de control.

Abs T : absorbance de test.

## II.7. Evaluation de l'activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de la plante consiste à estimer l'inhibition de la croissance des bactéries testées. Cette activité est évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélosé basée à l'utilisation de disques stériles (Cavallo *et al.*, 2006).

### a. Préparation de l'inoculum et des solutions des extraits

Les souches microbiennes sont ensemencées sur gélose nutritive et incubées à 37°C pendant 18-24h. Des colonies bien isolées ont été transférées dans des tubes contenant de l'eau physiologie afin d'avoir des suspensions bactériennes avec une densité ont été ajustées à 0.5 Mack Ferland (DO =0.08-0.10 lues à 625 nm). Les extraits de la plante ont été dilués à raison de 300 mg/ml et 200 mg/ml dans le diméthyle sulfoxy de (DMSO)

### b. Ensemencement et dépôt des disques

L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage sur boîtes de pétri contenant le milieu Mueller Hinton. Une fois l'ensemencement effectué, des disques de 6 mm de diamètre imprégnés de 10 µl des extraits (EAI, EAD), de chaque concentration (0,3 mg/ml et 1 mg/ml) sont déposés

sur la surface de la géloseensemencée. Des disques imprégnés de DMSO (témoin négatif) ont été utilisés pour la comparaison avec les résultats des extraits testés. Les boîtes de pétri sont incubées pendant 18-24 heures à 37°C.

### c. Incubation et lecture

Les expériences ont été réalisées en trois répétitions et les résultats sont exprimés en moyenne  $\pm$  SD (standard déviation). La souche ayant un diamètre  $D < 8\text{mm}$ ,  $9 \leq D \leq 14\text{mm}$ ,  $15 \leq D \leq 19\text{mm}$ ,  $D > 20\text{mm}$  est considérée respectivement comme souche résistante (-), sensible (+), très sensible (+ +), extrêmement sensibles (+++).

## II.8. Analyse statistique

Toutes les expériences ont été faites en triple, Les résultats ont été exprimés en moyenne avec son écart type ( $n = 3$ ) pour chaque cas. Les résultats obtenus des différentes évaluations réalisées sont exprimés en moyenne  $\pm$  écart type. Ces résultats sont traités statistiquement par le test d'ANOVA.

Le seuil de signification est supérieur à 95% ( $p < 0.05$ ), tel que :

- ( $p > 0.05$ ) désigne un effet non significatif.
- ( $p \leq 0.05$ ) désigne un effet significatif.
- ( $p \leq 0.01$ ) désigne un effet hautement significatif.
- ( $p \leq 0.001$ ) désigne un effet très hautement significatif.

L'ensemble des traitements statistiques est réalisé à l'aide de l'Excel et le logiciel Minitab.

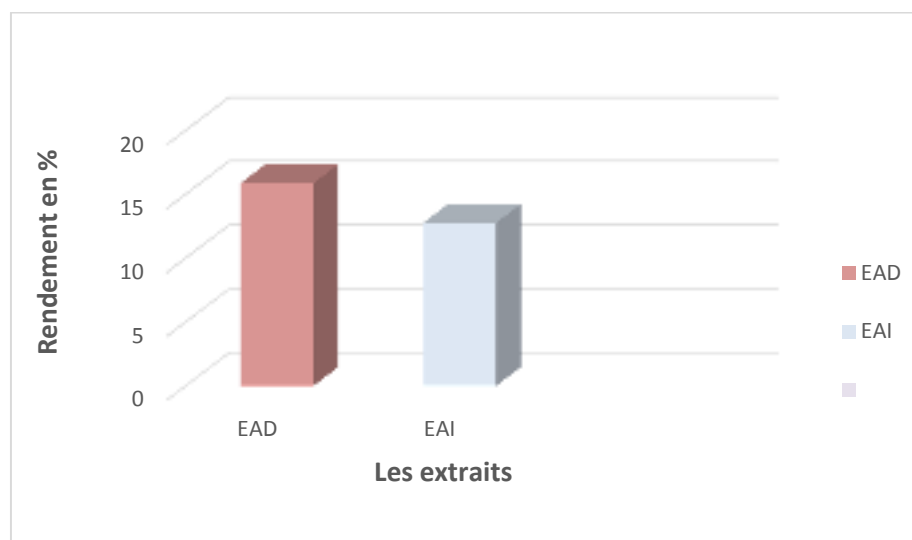
*Partie II*  
*Résultats et*  
*Discussion*

## I. Rendement d'extraction

Les extraits aqueux ont été préparés à partir de la poudre de la partie aérienne de *L. nobilis* par la macération pendant 24h. Les résultats de rendement sont présentés dans le tableau III.4 et la figure III.5.

**Tableau III.4** : Le rendement des différents extraits de *Laurus nobilis*.

Les extraits	Le poids du matériel végétal en (g)	Le poids des extraits en (g)	Le rendement (%)
<b>EAD</b>	40	6,34	15,86
<b>EAI</b>	40	4,64	12,76



**Figure III.5** : Rendements des extraits de *Laurus nobilis*.

Les résultats obtenus révèlent que l'extrait EAD représente le rendement le plus élevé (15.86 %) suivi par l'extrait EAI avec un rendement de 12.76 %. La différence de rendement peut s'expliquer par les différentes méthodes et à la vitesse de préparation d'extrait de la plante ainsi qu'à la température différente.

Les rendements d'extraction aqueux trouvés dans notre recherche sont inférieurs à ceux trouvés par **Taroq et al. (2018)** qui ont récolté les feuilles de laurier dans la région de Larache (Maroc occidental) et séché pendant 2 semaines à température ambiante, le rendement était d'ordre de 22 %. Cette différence peut être expliquée par la différence dans la région et la période de la récolte et les méthodes de séchage.

D'après **Senou et al. (2021)** le rendement de l'extrait aqueux des feuilles de la même espèce de laurier est de  $30.55 \pm 2.93$  %. Ce résultat est supérieur à celui de notre étude. Cette différence est peut-être due à la différence dans la nature des solvants utilisés.

## II. Résultats du screening phytochimique

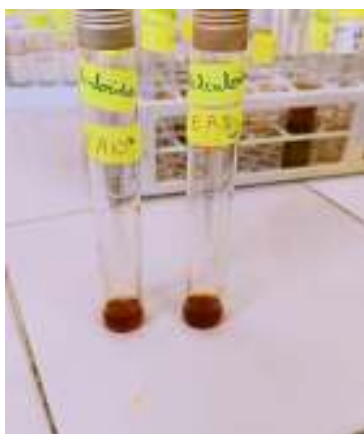
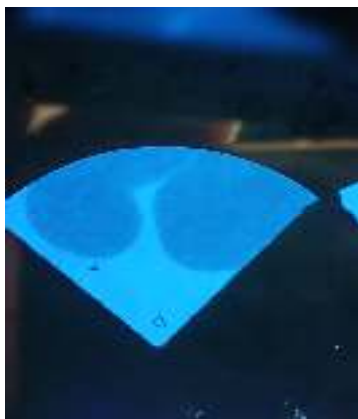
Le screening phytochimique réalisé sur différents extraits préparés à partir des feuilles de *L. nobilis*, révèle la présence de plusieurs métabolites secondaires dont les résultats sont présentés dans le tableau III.5 et les photographies 2.

**Tableau III.5** : Screening phytochimique des extraits de la plante *Laurus nobilis*.

Métabolites secondaires	Les extraits		Observation
	EAI	EAD	
Flavonoïdes	+++	+++	Apparition d'un anneau jaune
Saponosides	+++	+++	La formation d'une mousse plus de 2cm
Tanins	---	---	Absence d'une couleur vert foncé
Quinones libres	+++	+++	Apparition d'une couleur qui vire jaune (miel)
Coumarines: Fluorescence UV	+++	+++	Fluorescence intense

Stérols et triterpènes	-	-	Absence de la couleur violette ou vert
Composés réducteurs	+++	+++	Formation d'un précipité rouge brique
Terpénoïdes	++	+++	Apparition d'une couleur brune
Alcaloïdes	-	-	Absence d'un précipité blanc ou brun
Anthraquinones	-	-	Absence d'une coloration violette

Note : (-): test négatif ; (+): test faiblement positif ; (++): test positif ; (+++): test fortement positif.





**Photographie 2** : Résultats des tests phytochimiques.

A partir de ces résultats nous avons observé une forte présence des flavonoïdes, des saponosides, des tanins, des quinones libres, des coumarines (fluorescence), des composés réducteurs et des terpénoïdes dans les deux extraits aqueux (EAI, EAD), ainsi qu'une absence totale des stérols et triterpènes, des alcaloïdes et des anthraquinones. Les résultats de screening phytochimique dans les deux extraits EAI, EAD, ne révèlent pas une différence dans la composition en métabolites secondaires des extraits.

L'absence des stérols et triterpènes, des alcaloïdes et des anthraquinones dans nos extraits s'accordent avec les résultats trouvés par **Haddouchi *et al.* (2011)** sauf qu'ils ont utilisé l'éthanol comme solvant. Aussi, une autre étude de **Batiha *et al.* (2020)** a montré la présence des terpénoïdes dans l'extrait méthanolique de laurier, ce qui correspond à nos résultats obtenus. Les résultats des études phytochimiques effectuées par **Miliani, (2012)** ont révélé la présence des flavonoïdes, des saponosides et des tanins dans l'extrait aqueux obtenus des feuilles de laurier. Également, les résultats obtenus de l'étude de **Senou *et al.* (2021)** ont déterminés les

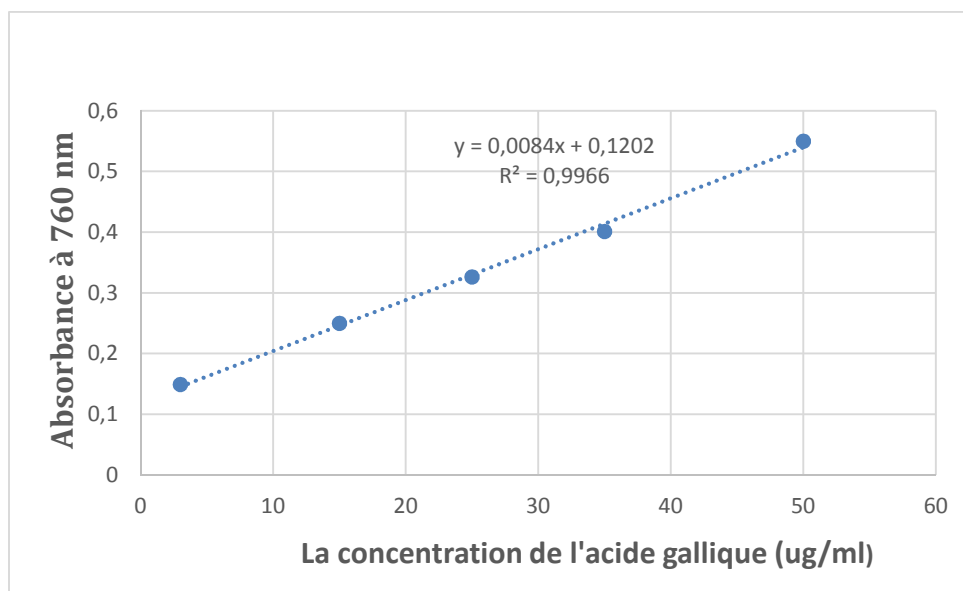
composés phytochimiques absents dans l'extrait aqueux de feuilles de *L. nobilis* tel que les coumarines, et composés réducteurs.

Le screening phytochimique des extraits de *L. nobilis* a montré une richesse et variation en métabolismes secondaires, il a donc des activités biologiques intéressantes.

### III. L'étude quantitative

#### a. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par la méthode de Folin-Ciocalteu. L'acide gallique est l'étalon le plus couramment utilisé dans cette méthode. Les résultats obtenus sont présentés dans la courbe d'étalonnage (**Figure III.6**).



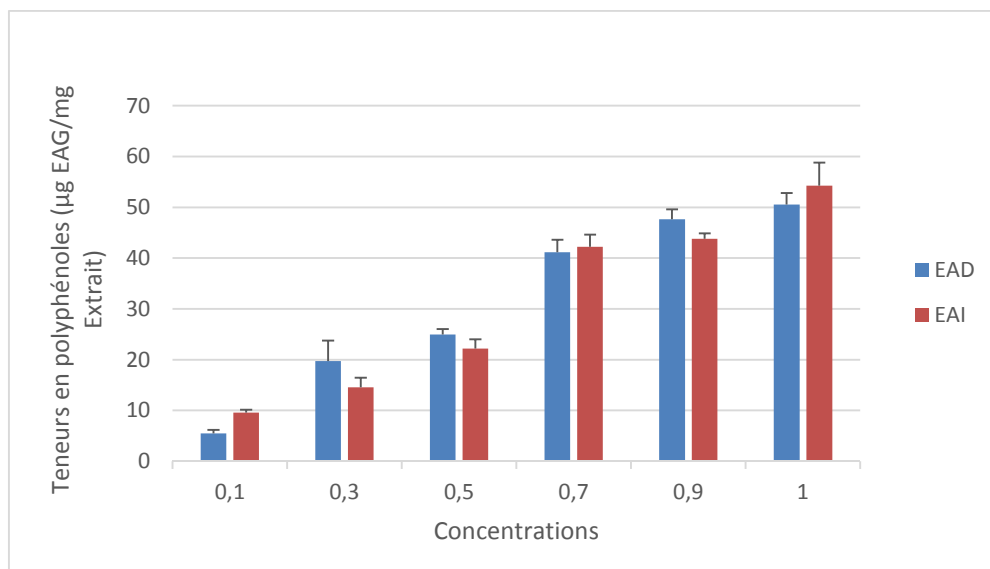
**Figure III.6:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

A partir de la courbe d'étalonnage, la concentration des polyphénols totaux dans les extraits de laurier a été estimée par l'équation de la courbe ;  $y = 0.008x + 0.0120$ , correspondant à la forme  $Abs = a [AG] + b$ , la teneur en polyphénols totaux est exprimée en microgramme équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (**µg EAG/mg E**). Les résultats sont présentés dans le tableau III.6 et la figure III.7 ci-dessous.

**Tableau III.6 :** Teneur des polyphénols totaux dans les extraits de *Laurus nobilis*.

	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1
<b>EAD</b>	5.45±0.74**	19.7±4.06	24.98±1.06	41.13±2.47	47.63±1.96**	50.57±2.26
<b>EAI</b>	9.57±0.53	22.87±1.91	28.11±1.8	42.2±2.44	43.83±1.07	54.26±4.56

\*Significative / \*\* hautement significative / \*\*\* très hautement significative

**Figure III.7 :** Teneur en polyphénols dans les deux extraits de *Laurus nobilis*.

D'après l'histogramme illustré ci-dessus, nous avons remarqué une variabilité des teneurs en polyphénols totaux, où la teneur la plus élevée est constatée dans l'extrait EAI, suivi par l'extrait EAD. La légère différence dans la teneur en polyphénols peut être due à la différence des méthodes de préparation.

Les résultats du dosage des polyphénols totaux dans notre étude sont inférieurs aux celles rapportés par **Taroq et al. (2018)** qui ont révélé une teneur de l'ordre de 133.32±1.71 mg EAG/g DM, pour un extrait méthanolique. D'après **Wissal et al. (2020)** la teneur en polyphénol est d'ordre de 174.1± 11.6 mg EAG.g-1 DW, qu'ils ont utilisé l'extrait méthanolique. Dans une autre étude réalisée par **Aala et al. (2022)**, ayant travaillé sur laurier en utilisant un extrait aqueux, nous avons observé que les phénols totaux présents dans nos extraits sont inférieurs à leurs résultats (257.66 mg acide gallique /g extrait).

En effet, la différence des résultats peut être due à la nature du solvant utilisé et du mode de séchage en relation avec des facteurs environnementaux (nature géographique, température et nutriments) qui affectent fortement les composés végétaux (Bouridane et Hamreulaine, 2018).

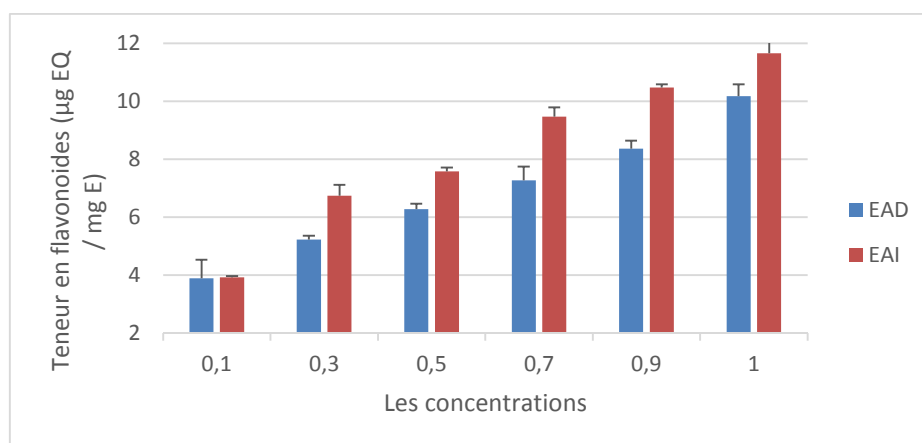
#### a. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé par la méthode de chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), avec la quercétine comme étalon (**Figure III.2**). Selon la courbe d'étalonnage, la concentration de flavonoïdes dans les extraits de laurier a été estimée par l'équation de la courbe  $y=0,0242x+0,0411$ , avec  $R^2=1$ .

La teneur en polyphénols totaux est exprimée en microgramme équivalent de quercétine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EQ}/\text{mg E}$ ). Les résultats sont présentés dans le tableau III.7 et la figure III.8 ci-dessous.

**Tableau III.7:** Teneur en flavonoïdes dans les extraits de *Laurus nobilis*.

	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1
<b>EAD</b>	3,89±0.63	5,23±0.12*	6,27±0.18**	7,26±0.47**	8,37±0.27**	10,17±0.41
<b>EAI</b>	3,92±0.04	6,74±0.37	7,58±0.13	9,47±0.31	10,47±0.1	11,66±0.65



**Figure III.8 :** Teneur en flavonoïdes dans les deux extraits de *Laurus nobilis*.

Selon les résultats de graphe ci-dessus, la teneur des flavonoïdes de l'extrait EAI représente la valeur la plus élevée, suivi par l'extrait EAD. Ces résultats montrent que la quantité des flavonoïdes augmente avec l'augmentation des concentration (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 et 1).

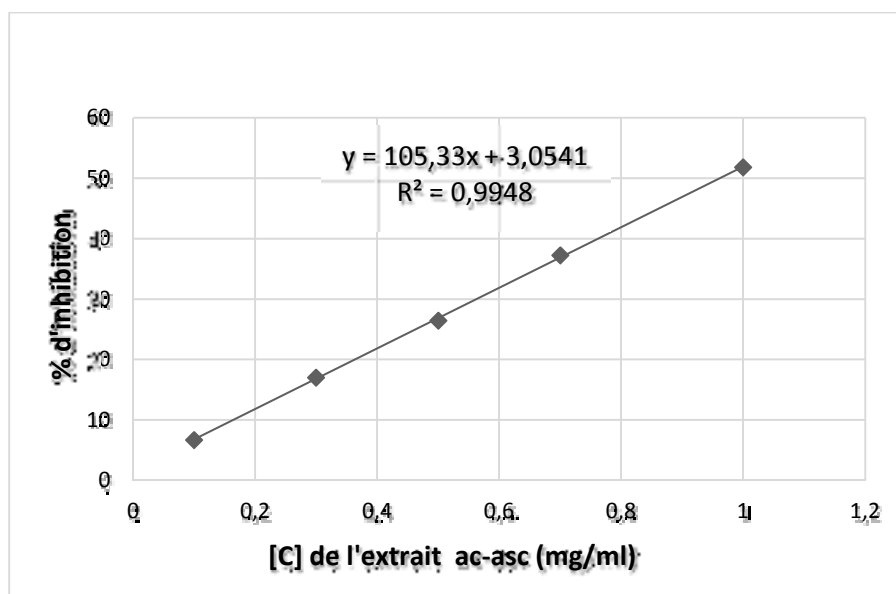
Ces teneurs en flavonoïdes sont responsables des multiples propriétés analgésiques, antifongique, antioxydant, antibactérienne et hémostatique de laurier (**Kabran *et al.*, 2012**).

A partir de nos données, nous avons observé des teneurs faibles en flavonoïdes dans les deux extraits. Les résultats des travaux de **Taroq *et al.* (2018)** sur l'extrait méthanolique des feuilles de laurier récoltées en avril 2014 au Maroc sont supérieurs par rapport à nos résultats, avec une teneur des flavonoïdes de  $101.45 \pm 1.48$  rutine mg/g DM.

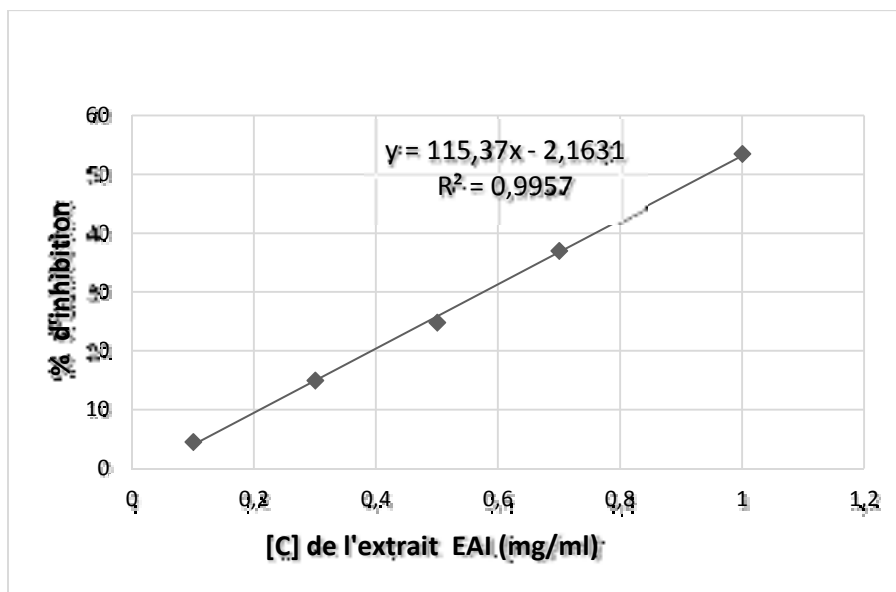
D'après **Wissal *et al.* (2020)** la teneur en flavonoïdes de l'extrait méthanolique de la même espèce de laurier est de  $149.2 \pm 8.3$  mg EC. g<sup>-1</sup> DW, ce résultat est plus élevé à celui de notre étude. Aussi, l'étude faite par **Aala *et al.* (2022)** montre que la teneur en flavonoïdes de l'extrait aqueux des feuilles de *L. nobilis* est de 151.26 mg catéchine/g extrait. La différence dans les résultats peut être due à la nature des solvants utilisés.

### b. Evaluation de l'activité antioxydante

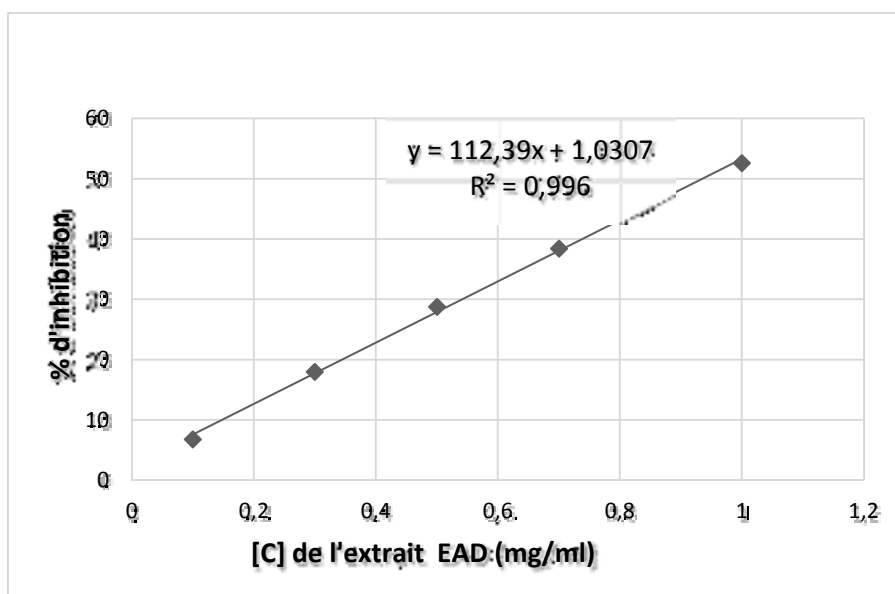
La méthode DPPH est indépendante de la polarité du substrat. La méthode est basée sur la réduction de solutions alcooliques de DPPH en présence d'hydrogène ou d'antioxydants donneurs d'électrons. Une forme non radicalaire de DPPH-H est formée. Les graphiques ci-dessous montrent le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de chaque extrait



**Figure III.9** : Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations de l'acide ascorbique.



**Figure III.10** : Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'extrait EAI.



**Figure III.11** : Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'extrait EAD.

A partir des graphes ci-dessus, on observe une augmentation de pourcentage d'inhibition du radical libre proportionnellement avec l'augmentation de la concentration.

- **Calcul d'IC<sub>50</sub>**

La capacité antioxydante des différents extraits a été déterminée par IC<sub>50</sub>, la concentration requise pour réduire les radicaux libres DPPH de 50 %. Plus la valeur IC<sub>50</sub> est

faible, plus l'activité antioxydante du composé est élevée (**Hobi et Eddouks, 2016**).

Nous avons évalué la concentration de chaque extrait nécessaire pour réduire de 50 % de DPPH ou l'IC<sub>50</sub> des radicaux libres. L'IC<sub>50</sub> a été déterminée à partir de l'équation de régression linéaire de la figure. Les valeurs sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau III.8** : IC 50 de l'acide ascorbique et des extraits EAD et EAI.

Standard / Extraits	IC50 (mg/ml)
Acide ascorbique	0,44
EAI	0.45
EAD	0.43

D'après les résultats enregistrés dans le tableau III.8, les deux extraits EAI et EAD de notre plante *L. nobilis* possèdent un pouvoir antioxydant assez important. Ce pouvoir est confirmé par des valeurs d'IC<sub>50</sub> (0.45 mg/ml et 0.43 mg/ml, respectivement) et des pourcentages d'inhibition importants. La valeur d'IC<sub>50</sub> d'extrait est supérieure à celle du standard (acide ascorbique).

Une étude menée par **Kazeem et al. (2015)** sur la même espèce de *L.nobilis* a montré une bonne efficacité antioxydante en enregistrant une valeur d'IC<sub>50</sub> de 0.02 mg/ml lors une extraction par l'acétone, cette valeur est nettement inférieure à celle trouvée dans la présente étude. Aussi, nos résultats montrent une efficacité plus faible par rapport à l'étude de **Taroq et al. (2018)** qui ont enregistré une IC<sub>50</sub> à l'ordre de 0.31±0.009 mg/ml. Cependant, **Guedri et al. (2020)** dans une étude réalisée sur l'huile essentielle de laurier ont révélé une faible efficacité de piéger le radical DPPH avec une IC<sub>50</sub> de 94.655 mg/ml, et IC<sub>50</sub> d'acide ascorbique est égal de 0.45 mg/ml. Ces valeurs sont supérieures aux valeurs trouvées dans cette étude.

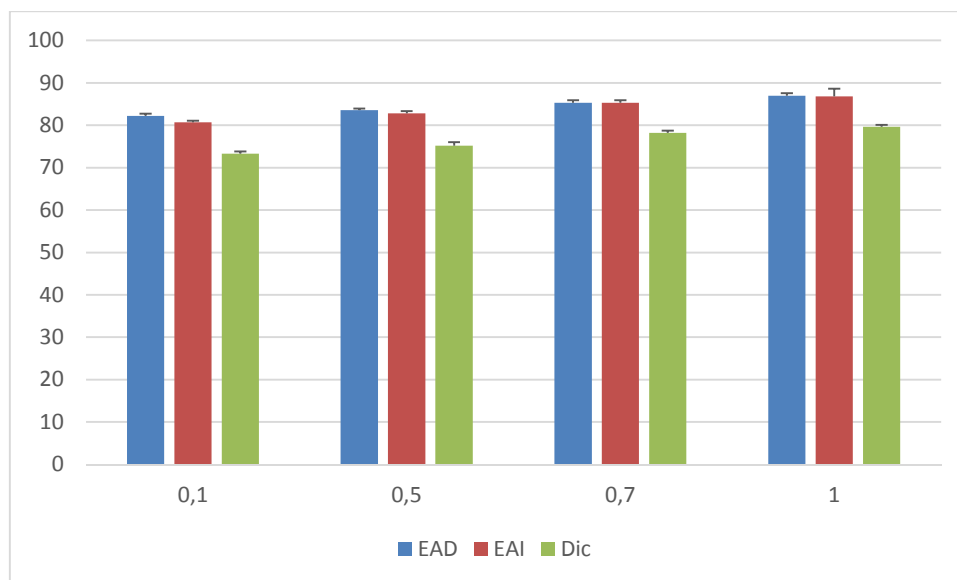
Ce pouvoir antioxydant des extraits peut être expliquée par leur teneur en polyphénols et flavonoïdes qui sont considérés comme d'excellents antioxydants dont les propriétés oxydo-réducteurs leurs permettent d'agir comme des agents réducteurs (**Pietta, 2000**)

### c. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

Le tableau III.9 et la figure III.12 montrent les résultats de l'activité anti-inflammatoire *in vitro* des extraits EAD et EAI ainsi que le diclofénac (standard) qui consiste à évaluer les pourcentages d'inhibition de la dénaturation de BSA.

**Tableau III.9 :** Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de BSA.

	0,1	0,5	0,7	1
<b>EAD</b>	82.19±0.54***	83.54±0.38**	85.27±0.62**	86.94±0.6**
<b>EAI</b>	80.69±0.36***	82.84±0.49**	85.27±0.62**	86.85±1.81*
<b>Dic</b>	73.29±0.55	75.2±0.79	78.19±0.55	79.64±0.49



**Figure III.12 :** Pourcentages d'inhibition de BSA de l'activité anti-inflammatoire *in vitro*.

D'après les résultats obtenus, nous pouvons déduire que les deux extraits EAD et EAI de la plante *Laurus nobilis.L* a une activité anti-inflammatoire efficace avec toutes les concentrations, avec un I % variant de 82.19 à 86.94 % et 80.69 à 86.85 %, respectivement, et qui est supérieur à celui obtenu pour le Diclofénac de sodium (un médicament anti-inflammatoire utilisé comme standard (variant de 73.23 à 79.64 %).

L'activité anti-inflammatoire de ces extraits est due à la présence de substances bioactives dans le laurier noble, telles que les polyphénols, les saponines, les flavonoïdes et les coumarines (**Guedouari et Nabiev, 2021**). Ces composés, notamment les flavonoïdes, auront un effet inhibiteur sur l'inflammation, qui passera par l'inhibition de formation de médiateurs primaires de l'inflammation dans le métabolisme de l'acide arachidonique via l'inhibition des

cyclo oxygénases et des lipo oxygénases (Sene *et al.*, 2016).

#### d. Evaluation de l'activité antibactérienne

Le présent travail s'intéresse aussi à l'étude de l'activité antibactérienne des deux extraits EAI et EAD de plante médicinale *L. nobilis* vis-à-vis trois (3) espèces bactériennes à Gram positif et à Gram négatif. Les résultats de l'étude de l'activité antibactérienne des extraits de cette plante sont présentés dans le tableau III.10.

**Tableau III.2:** Moyenne des zones d'inhibition (mm) des extraits méthanoliques de *Laurus nobilis*.

Extraits (mg/ml)	EAI	EAD
<b>Espèces Bactériennes</b>		
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-

Diamètre:  $D < 8\text{mm}$ ,  $9 \leq D \leq 14\text{mm}$ ,  $15 \leq D \leq 19\text{mm}$ ,  $D > 20\text{mm}$  est considérée respectivement comme souche résistante (-), sensible (+), très sensible (++) , extrêmement sensibles (+++).

Les résultats mentionnés dans le tableau III.10 indiquent que les trois souches bactériennes *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae*, ne montrent pas une résistance contre les deux extraits EAI et EAD de *L. nobilis* à deux concentrations différentes (0.3 et 1 mg/ml). Ces résultats indiquent que les extraits testés n'ont aucun pouvoir antibactérien vis-à-vis ces souches bactériennes. Cela peut s'expliquer par les concentrations insuffisantes d'extraits utilisés.

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par Miliani, (2012) où l'extrait méthanoïque n'avait pas enregistré une activité antibactérienne vis-à-vis les deux souches testées à gram négatif *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae*. Mais contrairement à nos résultats, l'extrait était actif sur l'espèce à Gram positif *Staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition de 29 mm de diamètre.

L'activité antibactérienne par la méthode de diffusion des disques sur milieu gélosé est en partie dépendante de la méthode d'extraction, les conditions de séchage, le contenu en métabolites et la nature du solvant utilisé, la concentration d'extraits et la souche bactérienne étudiée (**Burnichon et Texier, 2003 ; Toty et al., 2013**).

# *Conclusion et perspectives*

## Conclusion et perspectives

Le présent travail avait pour but l'étude phytochimique et le dosage de la teneur en composés phénoliques et flavonoïdes de la plante médicinale *Laurus nobilis* de la famille des *Lauraceae* originaire de la wilaya de Khenchela et l'évaluation de son activité antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne.

L'extraction a montré que les extraits présentent des rendements estimés de 15,86 % et 12,76 % pour l'extrait de EAD et EAI, respectivement. Aussi, les tests phytochimiques effectués ont révélé la richesse de ces deux extraits en flavonoïdes, saponosides, quinones libres, coumarines, composés réducteurs et terpénoïdes.

L'analyse quantitative des extraits du *Laurus nobilis* est représentée par le dosage spectral des polyphénols et des flavonoïdes. Les résultats montrent que l'extrait le plus riche en polyphénols est l'extrait EAD. Pour les flavonoïdes, nous avons remarqué la teneur la plus élevée dans l'extrait EAD suivi par l'extrait EAI.

L'étude du pouvoir antioxydant par le test de DPPH a révélé un fort pouvoir antioxydant dans les extraits testés EAD et EAI. En outre, l'activité anti-inflammatoire montre que le pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'extrait était significativement très efficace. Les résultats obtenus pour nos deux extraits sont plus importants que ceux obtenus pour le diclofénac. Enfin, l'étude de l'activité antimicrobienne nous informe que les extraits testés n'ont aucun effet sur les souches utilisées.

Par ailleurs, les résultats de cette étude restent préliminaires et ne constituent qu'une première étape dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement active, donc, de nombreuses perspectives expérimentales découlent de cette recherche. En fait, des études plus approfondies sont nécessaires concernant plusieurs points à savoir :

- Utilisation d'autres méthodes d'extraction avec d'autres solvants organiques, sur d'autres parties de la plante.
- Recherche d'autres activités biologiques, telles que l'activité antidiabétique et anticoagulante.

*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

### A

Abdoulaye, M. M. (2023). Synthèse et étude d'activités antidiabétiques d'hétérocycles azotés dérivés de l'aniline et de l'acide cinnamique : Screening phytochimique de *Dicliptera verticillata* (Forsk.) C.

Aggoun, N., Bentafer, I., & Larkeche, O. (2021). Etude experimentale de l'effet des pretraitements de la matiere vegetale sur l'extraction par CO2 supercritique et hydrodistillation. Page 19.

Azouaou, K., Touazi, K., Ayadi, B., & Seddaoui, A. (2020). Contribution à l'étude de la phytothérapie traditionnelle dans la région de tizi-ouzouet a l'étude d'*asphodelus tenuifolius* cav.

### B

Ballabio, R., Goetz, P. (2010). Huile de graine/fruit de laurier *Laurus nobilis* L., *Laurus azorica* (Seub.) Franco, *Laurus novocanariensis* Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E. Dias, J.C. Costa et C. Aguiar. *Phytothérapie*. ; 8 (2) : pp. 141-144.

Barla, A., Topçu, G., Öksüz, S, Tümen G., Kingston D.G.I. (2007). Identification of cytotoxic sesquiterpenes from *Laurus nobilis* L. *Food chemistry*, 104(4): 1478-1484.

Baser, K. H. C., et Buchbauer, G. (2009). *Handbook of essential oils: science, technology, and applications*. CRC press.

Baser, K. H. C., et Buchbauer, G. (2010). *Handbook of essential oils: science, technology, and applications*. CRC press.

Batista, D., Falé, P. L., Serralheiro, M. L., Araújo, M. E., Madeira, P. J., Borges, C., ... et Rauter, A. P. (2015). New In Vitro Studies on the Bioprofile of *Genista tenera* Antihyperglycemic Extract. *Natural products and bioprospecting*, 5(6), 277-285.

Boukhatem, M. N., Ferhat, A., & Kameli, A. (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : revue de littérature. 3(4), 1653-1659.

Bousta D. et Ennabili A. (2011). L'Institut national des plantes médicinales et aromatiques au service du développement de la phytothérapie au Maroc. *Phytothérapie*, 9, 297–303.

Bouyahya, A., Bakri, Y., Et-Touys, A., Talbaoui, A., Khouchlaa, A., Charfi, S., et

Dakka, N. (2018). Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries. *Phytothérapie*, 16(S1), S173-S183.

Briot, C. (2016). Le laurier noble, plante des heros : aspects historiques, botaniques et thérapeutiques.

### C

Chabrier J.Y. (2010). Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré-Nancy 1, 165 p.

Chabrier, J. Y. (2010). Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. *Sciences pharmaceutiques*. hal-01739123.

Chmit, M., Kanaan, H., Habib, J., Abbass, M., Mcheik, A., et Chokr, A. (2014). Antibacterial and antibiofilm activities of polysaccharides, essential oil, and fatty oil extracted from *Laurus nobilis* growing in Lebanon. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7, S546-S552.

Cox-Georgian, D., Ramadoss, N., Dona, C. et Basu, C. (2019). Therapeutic and Medicinal Uses of Terpenes. *Medicinal plants*, Chapter 15, 333 -359.

### D

De Sales, P.M., Souza, P.M., Simeoni, L.A, Magalhães P.D., Silveira, D (2012).  $\alpha$ -Amylase Inhibitors: A Review of Raw Material and Isolated Compounds from Plant Source. *J Pharm Pharmaceut Sci*, 15(1) 141 – 183.

Debuigne, G., et Cauplan, F. (2013). *Le Petit Larousse des plantes qui guérissent: 500 plantes et leurs remèdes*. Ed. Larousse, Paris, 1032 p.

Demir V., Gunhan T., Yagcioglu A K., & Degirmencioglu A., 2004. Mathematical modelling and the determination of some quality parameters of air -dried bay leaves. *Biosystems engineering*, 88 : p. 325-335.

Dessouroux, A., Seyrig, C., et Leclerc, C. (2011). Point sur la qualité des extraits fluides glycéринés de plantes fraîches standardisés (EPS) et leur intérêt pharmacologique. *Phytothérapie*, 9(4), 249-254.

### E

Elharas, K., Daagare, A., Mesifioui, A., et Ouhssine, M. (2013). Activité antibactérienne de l'huile essentielle des inflorescences de *Laurus Nobilis* et *Lavandula Angustifolia*. *Afrique*

Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie, 9(2), 134-141.

El-Tarabily, K.A., El-Saadony, M.T., Alagawany, M., Arif, M., Batiha, G.E., Khafaga, A.F., Elwan, H.A.M., Elnesr, S.S et El-Hack, M.E. (2021). Using essential oils to overcome bacterial biofilm formation and their antimicrobial resistance. Saudi Journal of Biological Sciences. 28 (9), 5145-5156.

## F

Fadili, K., Amalich, S., N'dedianhoua, S., Bouachrine, M., Mahjoubi, M., Hilali, F., Zair, T., (2015). Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc: RosmarinusOfficinalis et Thymus Satureioides [Polyphenols content and antioxidant activity of twospeciesfromMoroccan High Atlas: Rosmarinusofficinalisand Thymus satureioides] 24–33.

## G

Geerts, P., Rammeloo, J., Van cauteren, G., et al. Laurus nobilis : le livre du laurier. Gand: Ed. Ludion; 2002. 131 p

Gnankiné, O., et Bassolé, I. H. N. (2017). Essential oils as an alternative to pyrethroids' resistance against Anopheles species complex giles (Diptera: Culicidae). *Molecules*, 22(10), 1321.

Goldenberg R, Punthakee Z. 2013. Définition, classification et diagnostic du diabète, du prédiabète et du syndrome métabolique. Canadian diabètes association. 37 S369-S372.

Goudjil M. B., Ladjel S., Bencheikh S. E, Zighmi S., et Hamada D. 2015. Study of the chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of the essential oil extracted from the leaves of Algerian Laurus nobilis Lauraceae. J. chem. pharm. res 7(1): 379-385

Günther, E., et Chatelain, C. (2017). Extraction of natural products using near-critical solvents. In Green Extraction of Natural Products: Theory and Practice (pp. 123-145). Wiley-VCH.

## H

Han, Y. (2010). *Mise au point d'un essai de caractérisation environnementale sur matériau monolithique par percolation ascendante* (Doctoral dissertation, Ecole Centrale de Lille).

He L., He T., Farrar S., Ji L., Liu T., Ma X. 2017. Antioxidants Maintain Cellular Redox

Homeostasis by Elimination of Reactive Oxygen Species. *Cellular Physiology and Biochemistry*. 44: 532-553.

## K

Kanu, A. B. (2021). Recent developments in sample preparation techniques combined with high-performance liquid chromatography: A critical review. *Journal of Chromatography A*, 1654, 462444.

Kemassi, A., Darem, S., Cherif, R., Boual, Z., Sadine, S. E., Aggoune, M. S., ... et Ould El Hadj, M. D. (2014). Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien). *Journal of advanced research in science and technology*, 1(1), 1-5.

Khan, M., Alam, A., Khan, K.M., Salar, U., Chigurupati, S., Wadood, A., Ali, F., Mohammad, J.I., Riaz, M., et Perveen, S. (2018). Flurbiprofen derivatives as novel  $\alpha$ -amylase inhibitors: Biology-oriented drug synthesis (BIODS), in vitro, and in silico evaluation.

Kidane, Y., Bokrezion, T., Mebrahtu, J., Mehari, Gebreab, Y.B., Fesseways, N., Achila, O.O. (2018). In Vitro Inhibition of  $\alpha$  -Amylase and  $\alpha$  -Glucosidase by Extracts from *Psiadiapunctulata* and *Meriandrabengalensis*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, p1 -9.

KidikPouka M.C., Ngene J., NgouleC.C., MvogoOttou P.B., NdjibR.C., DibongS.D., etMpondoMpondo E. (2015). Caractérisation des plantes médicinales à flavonoïdes des marchés de Douala (Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1494-1516.

## L

Ladoh, Y., Dibong, S., Nyegue, M., Djembissi, T., Lenta, N., Mpondo, M., Yinyang, J., et Wansi, J. (2015). Activité antioxydante des extraits méthanoliques de *Phragmanthera Capitata* (Loranthaceae) récoltée sur *Citrus sinensis*. *Journal of Applied Biosciences*, 84, p7636-7643.

Landet,e J.M., (2012). Updated knowledge about polyphenols: functions, bioavailability, metabolism, and health. *Critical reviews in food science and nutrition*, 52(10), 936-948.

Limonier, A. S. (2018). La phytothérapie de demain: les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Sciences pharmaceutiques. dumas-01840619.

Liu, Y. P., Yu, X. M., Zhang, W., Wang, T., Jiang, B., Tang, H. X., ... et Fu, Y. H. (2020). Prenylated chromones and flavonoids from *Artocarpus heterophyllus* with their potential antiproliferative and anti-inflammatory activities. *Bioorganic Chemistry*, 101, 104030.

## M

Masyita, A., Mustika Sari, R., DwiAstuti, A., Yasir, B., Rahma Rumata, N., Emran, T.B., Nainu, F. et Simal-Gandara J. (2022). Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food Chemistry*, X 13, 100217.

Mehani, M., Goumni, Z., Salhi, A., Salhi, N., Segni, L., Terzi, V., et Morcia, C. 2018. *Laurus nobilis* L. and the Study of its Biological Activity in vitro. *Phytothérapie* 17(5) : 259-264.

Merghni, A., Marzouki, H., Hentati, H., Aouni, M., et Mastouri, M. (2016). Antibacterial and antibiofilm activities of *Laurus nobilis* L. essential oil against *Staphylococcus aureus* strains associated with oral infections. *Current Research in Translational Medicine*, 64(1), 29-34.

Molina, R. D. I., Campos-Silva, R., Díaz, M. A., Macedo, A. J., Blázquez, M. A., Alberto, M. R., et Arena, M. E. (2020). Laurel extracts inhibit Quorum sensing, virulence factors and biofilm of foodborne pathogens. *LWT*, 134, 109899.

Muther, L. (2015). Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant. Faculté de pharmacie de Clermont Ferrand, p122.

## N

Nabila, B., Piras, A., Fouzia, B., Falconieri, D., Kheira, G., Fedoul, F. F., et Majda, S. R. (2022). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Laurus nobilis* leaves. *Natural Product Research*, 36(4), 989-993.

Neffati M. et Sghaier M., 2014. Développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (Pam) Au Niveau Des Zones Désertiques de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie). Rapport principal du Projet MENA-DELP, Ed. OSS, 143p.

Nogaret, A. S. (2011). La phytothérapie: Se soigner par les plantes. Editions Eyrolles.

**O**

Ouedraogo, S., Yoda, J., Traore, T. K., Nitiema, M., Sombie, B. C., Diawara, H. Z., ... et Semde, R. (2021). Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(2), 750-772.

Ouedraogo, S., Yoda, J., Traore, T. K., Nitiema, M., Sombie, B. C., Diawara, H. Z., et Semde, R. (2021). Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(2), 750-772.

**P**

Patel S.S. et Savjani J.K. (2015). Systematic review of plant steroids as potential antiinflammatory agents: Current status and future perspectives. *The Journal of Phytopharmacology*, 4(2), 121-125.

Peddio, S., Padiglia, A., Cannea, F. B., Crnjar, R., Zam, W., Sharifi Rad, J., ... et Zucca, P. (2022). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)  $\alpha$ -amylase inhibitors as safe nutraceutical strategy against diabetes and obesity: An update review. *Phytotherapy Research*, 36(7), 2803-2823.

Peixoto, L. R., Rosalen, P. L., Ferreira, G. L. S., Freires, I. A., de Carvalho, F. G., Castellano, L. R., et de Castro, R. D. (2017). Antifungal activity, mode of action and anti-biofilm effects of *Laurus nobilis* Linnaeus essential oil against *Candida* spp. *Archives of oral biology*, 73, 179-185.

**R**

Robinson, P.K. (2015). Enzymes: principles and biotechnological applications. *Essays in Biochemistry*, Vol .59, p1–41.

Roselló-Soto, E., Barba, F. J., Parniakov, O., Galanakis, C. M., Lebovka, N., Grimi, N., et Vorobiev, E. (2015). High voltage electrical discharges, pulsed electric field, and ultrasound assisted extraction of protein and phenolic compounds from olive kernel. *Food and Bioprocess Technology*, 8, 885-894.

S

Senou, M., Lokonon, J.E., Ayitchehou, G., Agbogba, F., Dehou, R. J., Medoatinsa, E., Tchogou, P., Cachon, B. F., Hounbeme, A., Attakpa, E., Agbonon, A., Baba-Moussa, S. L. (2021). Antidiabetic Activity of Aqueous Extracts of *Laurus nobilis*, a Spice Used by Beninese Traditional Therapists oil. *American Journal of Medical Sciences and Medicine*, 9(4), 115-119.

Sofowora, A. (2010). *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. 2<sup>ème</sup>Ed. KARTHALA, Paris, 384p.

Stefanova, G., Girova, T., Gochev, V., Stoyanova, M., Petkova, Z., Stoyanova, A., et Zheljazkov, V. D. (2020). Comparative study on the chemical composition of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves from Greece and Georgia and the antibacterial activity of their essential oil. *Heliyon*, 6(12), e05491.

Sudip P, Sakib H, Tanvir M, Aminul I, Rizwana A, Istiyak A, Moumoni S, Siew H G and Ibrahim K. (2015). Antioxidant Properties of Citrus macroptera Fruit and Its invivo Effects on the Liver, Kidney and Pancreas in Wistar Rats. *International Journal of Pharmacology*, 11(8), p899-909.

Szwajgier, D., et Borowiec, K. (2012). Phenolic acids from malt are efficient acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibitors. *Journal of the Institute of Brewing*, 118(1), 40–48.

V

Vriet, C., Russinova E., et Reuzeau, C. (2012). Boosting Crop Yields with Plant Steroids. *The Plant Cell*, 24(3), 842–857.

Y

Yinyang, J., MpondoMpondo, E., Tchatat, M., Ndjib, R. C., MvogoOttou, P.B. etDibong S.D. (2014). Les plantes à alcaloïdes utilisées par les populations de la ville de Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 78(1), 6600.

**Sites web**

- Site web 1 : <https://www.aujardin.info/fiches/macerations.php>
- Site web 2: <https://www.educalcool.qc.ca/informer/sante-bien-etre/effets-corps-particularites-individuelles/alcool-et-le-corps-humain/>
- Site web 3: <https://www.gammvert.fr/conseils-idees/decoction>
- Site web 4: <https://www.velp.com/fr-ww/ser-148-extracteur-semi-automatique-de-solvants.asp>