

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de RELIZANE
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département : Sciences agronomiques



MÉMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en :
Biochimie de la nutrition

Intitulé

Quantification de l'activité antioxydante de l'extrait de
feuilles de laurier «Laurus nobilis L».

Présenté par :

- M. Benzaama M'hammed El hocine
- M. Belkadi Ramy Mokhtar

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Présidente :	Dr. NAAS HIBA	MCB	Université de RELIZANE
Examinatrice :	Dr. DJEBARA SORAYA	MCA	Université de RELIZANE
Encadreur :	Dr. BOUAMAR SARAH	MCB	Université de RELIZANE

Année universitaire : 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Notre première gratitude va au tout-puissant **ALLAH**, le créateur du tout, pour nous avoir donné la vie, le bénévolé et la force pour accomplir ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements tout particulièrement à notre promotrice **Dr Bouamar Sarah** pour avoir accepté de nous encadrées, nous le remercions pour sa disponibilité et son aide tout le long de ce travail, ses bons conseils, ses immenses contributions, critiques constructives, Patience et compréhension. Nous remercierons tous les membres du jury qui nous faire l'honneur de juger ce modeste travail.

Nous voudrions remercier ingénieur de laboratoire LMBAFS **madame djahira hamed** pour son aide à réaliser une partie importante de notre mémoire.

Nos remerciements vont à tous les enseignants qui participé à notre formation.

Nous tenons à remercier profondément tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très valeureuse **mère**, qui ne m'a jamais ménagé d'efforts et de sacrifices pour m'encourager et me soutenir.

Mon cher **papa**, qui m'a encouragé et soutenu.

Mes chers frères : **Rayad, Walid, Abdul hadi.**

Ma chère sœur **Bouthaina** et ma chère cousine **Djamila.**

À tous les enseignants, car j'ai eu le privilège de profiter de leur vaste connaissance, ainsi que leur profond savoir.

À mes chers amis et collègues : **Hocine, Zaki, Marwan, kaouther.**

À ma famille et toutes les personnes que j'aime.

Belkadi Ramy Mokhtar

Dédicace

Je dédie ce travail avec une profonde gratitude :

À ma **mère** courageuse, dont les efforts et les sacrifices constants m'ont
inlassablement encouragé et soutenu.

À mon **père** bien-aimé, pour son soutien et son encouragement indéfectibles.

À mes frères chéris, **Youcef et Yacine**.

À mes sœurs adorées, **Fatiha et Fatma**.

Aux enseignants, qui m'ont généreusement partagé leur vaste savoir et leur
profonde sagesse.

À mes amis et collègues précieux : **Ramy, Nasreddine, Faycal, Abdessamed,
Mohamed, Aoued, Marwan, Kaouther**.

À ma famille et à tous ceux que j'aime.

Benzaama M'hammed

El hocine

Résumé

Laurus nobilis L., communément appelé laurier, a longtemps été apprécié pour ses propriétés thérapeutiques, principalement en raison de sa richesse en composés bioactifs tels que les polyphénols. Cette recherche se concentre sur l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits hydro-méthanoliques des feuilles de *Laurus nobilis* L. à différents stades de maturation, spécifiquement collectées dans la région de Relizane. L'étude révèle que les extraits des jeunes feuilles de *Laurus nobilis* L sont particulièrement riches en polyphénols (environ 219.11 µg EA pour les jeunes feuilles et 204.955 µg EA pour les feuilles matures) et présentent des effets antioxydants significatifs ainsi qu'un pouvoir réducteur élevé. Cependant, ces jeunes feuilles ont une teneur plus faible en flavonoïdes (0.40 ± 0.02 µg EQ/mg). L'activité antioxydante a également été mesurée en utilisant le test DPPH. Les jeunes feuilles avaient un IC₅₀ de 73.61 ± 0.009 µg/ml, démontrant une activité antioxydante supérieure comparée aux feuilles matures (IC₅₀ de 144.16 ± 0.08 µg/ml). Ces valeurs sont supérieures à celle de l'acide ascorbique, qui avait le plus faible IC₅₀ (63.06 ± 0.00 µg/ml), indiquant sa capacité puissante à piéger les radicaux libres. Nos résultats montrent que les jeunes feuilles ont une capacité antioxydante plus élevée que les feuilles matures. Le rendement d'extraction pour les jeunes feuilles est plus élevé, à 27%, contre 21% pour les feuilles matures, indiquant que les jeunes feuilles sont plus efficaces pour extraire les composés bioactifs. Les résultats suggèrent que les extraits de *Laurus nobilis* L., en particulier ceux des jeunes feuilles, sont des sources prometteuses d'antioxydants naturels. Ils peuvent être utilisés efficacement comme conservateurs naturels dans les industries alimentaires et cosmétiques en raison de leur teneur élevée en polyphénols et de leurs fortes propriétés antioxydantes.

Mots clés : *Laurus nobilis* L -Métabolite secondaire- Activité antioxydante.

ملخص

لقد تم تقدير نبات لوريس نوبيليس، المعروف باسم الغار، منذ فترة طويلة لخصائصه العلاجية، ويرجع ذلك أساسًا إلى ثرائه بالمركبات النشطة بيولوجيًا مثل البوليفينول. يركز هذا البحث على تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات الهيدروميثانولية لأوراق لوريس نوبيليس. في مراحل مختلفة من النضج، والتي تم جمعها خصيصًا من منطقة غليزان. تكشف الدراسة أن المستخلصات من الأوراق الشابة لنبات لوريس نوبيليس غنية بشكل خاص بالبوليفينول (حوالي 219.11 ميكروغرام ما يعادل حمض الغال. للأوراق الصغيرة و 204,955 ميكروغرام ما يعادل حمض الغال. للأوراق الناضجة) وتظهر تأثيرات مضادة للأكسدة كبيرة بالإضافة إلى قوة اختزال عالية. ومع ذلك، تحتوي هذه الأوراق الصغيرة على محتوى فلافونويد أقل (0.02 ± 0.40 ميكروغرام مكافئ / ملغ). تم قياس نشاط مضادات الأكسدة أيضًا باستخدام اختبار 2,2-ثنائي فينيل-1-بيكريل هيدرازيل. كان للأوراق الصغيرة تركيز التثبيط بنسبة 50% 73.61 ± 0.009 ميكروغرام/مل، مما يدل على نشاط مضاد للأكسدة أعلى مقارنة بالأوراق الناضجة (تركيز التثبيط بنسبة 50% 144.16 ± 0.08 ميكروغرام/مل). هذه القيم أعلى من حمض الأسكوربيك، الذي كان لديه أقل تركيز التثبيط بنسبة 50% (63.06 ± 0.00 ميكروغرام/مل)، مما يشير إلى قدرته القوية على تطهير الجذور الحرة. تظهر نتائجنا أن الأوراق الصغيرة تتمتع بقدرة مضادة للأكسدة أعلى من الأوراق الناضجة. ويكون عائد استخلاص الأوراق الصغيرة أعلى حيث يصل إلى 27% مقارنة بـ 21% للأوراق الناضجة، مما يشير إلى أن الأوراق الصغيرة أكثر كفاءة في استخلاص المركبات النشطة بيولوجيًا. تشير النتائج إلى أن مستخلصات لوريس نوبيليس، وخاصة تلك المستخرجة من الأوراق الصغيرة، تعد مصادر واعدة لمضادات الأكسدة الطبيعية. يمكن استخدامها بشكل فعال كمادة حافظة طبيعية في الصناعات الغذائية ومستحضرات التجميل بسبب محتواها العالي من مادة البوليفينول وخصائصها المضادة للأكسدة القوية

الكلمات المفتاحية

مستقلب ثانوي- نشاط مضاد لألكسدة-لوريس نوبيليس ل

Abstract

Laurus nobilis L., commonly known as bay laurel, has long been valued for its therapeutic properties, mainly due to its rich content of bioactive compounds such as polyphenols. This research focuses on evaluating the antioxidant activity of hydro-methanolic extracts from *Laurus nobilis* L. leaves at different maturation stages, specifically collected from the Relizane region. The study reveals that extracts from young *Laurus nobilis* L. leaves are notably rich in polyphenols (approximately 219.11 µg EA pour les feuilles jeunes et 204.955 µg EA pour les feuilles matures) and exhibit significant antioxidant effects along with strong reducing power. However, these young leaves have a lower flavonoid content (0.40 ± 0.02 µg EQ/mg). The antioxidant activity was also measured using the DPPH assay. Young leaves had an IC₅₀ of 73.61 ± 0.009 µg/ml, demonstrating higher antioxidant activity compared to mature leaves (IC₅₀ of 144.16 ± 0.08 µg/ml). These values are higher than that of ascorbic acid, which had the lowest IC₅₀ (63.06 ± 0.00 µg/ml), indicating its potent free radical scavenging ability. Our results show that young leaves have a higher antioxidant capacity than mature leaves. The extraction yield for young leaves is higher at 27% compared to 21% for mature leaves, indicating that younger leaves are more efficient for extracting bioactive compounds. The findings suggest that *Laurus nobilis* L. extracts, particularly from young leaves, are promising sources of natural antioxidants. These can be effectively utilized as natural preservatives in the food and cosmetic industries due to their high polyphenol content and strong antioxidant properties.

Key words: *Laurus nobilis* L.- Secondary metabolite- Antioxidant activity.

Liste des abréviations

CCM	Chromatographie sur couche mince.
EA	Équivalent d'acide gallique.
EAA	Équivalent d'acide ascorbique.
EQ	Équivalent de quercétine.
%	Pourcentage.
DPPH	2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl.
UV	Ultra-Violet.
%INH	Pourcentage d'inhibition.
meOH	Méthanol.
AlCl₃	Chlorure d'aluminium.
Mg	Milligramme.
OH	Radical hydroxyles.
M	Masse.
H	Heure.
nm	Nanomètre.
ph	Potentiel hydrogène.
Rdt	Rendement.
g	Gramme.
T°	Température.
LMBAFS	Laboratoire de recherche des microorganismes bénéfiques, des aliments fonctionnels et de la santé.
ml	Millilitre.
m	Mètre.
cm	Centimètre.
Nm	Nanomètre.
Min	Minute.
µl	Microlitre.
µg	Microgramme.
V	Volume.
IC₅₀	Concentration d'inhibition à 50%.
EH	Huiles essentielles.

Liste des figures

N°	Figures	Page
Figure 01	Distribution des Lauracées à travers le monde.	4
Figure 02	La feuille de <i>Laurus nobilis</i> L.	4
Figure 03	Arbuste de <i>laurus Nobilis</i> L.	6
Figure 04	Bourgeons de <i>Laurus Nobilis</i> L.	7
Figure 05	Feuilles de <i>Laurus Nobilis</i> L.	7
Figure 06	La fleur de <i>laurus nobilis</i> L.	8
Figure 07	Le fruit de <i>Laurus nobilis</i> L.	8
Figure 08	Branche de <i>Laurus nobilis</i> L.	9
Figure 09	Schéma explicative de Métabolisme Secondaire.	17
Figure 10	Atome de Polyphénol	18
Figure 11	Principale classes des flavonoïdes.	20
Figure 12	Structure de bases des flavonoïdes.	20
Figure 13	L'étape clé de la formation des flavonoïdes.	21
Figure 14	Classification des tanins selon leur structure chimique	22
Figure 15	Structure de Coumarine	23
Figure 16	Les feuilles mature et jeune de laurus nobilis L.	27
Figure 17	Protocole d'étude expérimentale.	28
Figure 18	Le macérât hydro-méthanolique Cette étape (Macération) est répétée 03 fois.	30
Figure 19	Filtration de macérât hydro-méthanolique	30
Figure 20	Evaporateur rotatif	31
Figure 21	Protocole de préparation de l'extrait sec par macération.	31
Figure 22	Protocole de dosage des Polyphénols totaux	33
Figure 23	Protocole de dosage des Flavonoïdes totaux	34
Figure 24	Structure Chimique du radical libre et non radical	35
Figure 25	Transformation du radical DPPH• en DPPH, H	36
Figure 26	Protocole du test de l'activité antioxydante du DPPH	37

Figure 27	Mécanisme réactionnel du test DPPH	37
Figure 28	Rendement d'extraction des feuilles de ' <i>Laurus nobilis L</i> ' .	39
Figure 29	Photographie des résultats de criblages des polyphénols l'espèce <i>Laurus nobilis L</i> .	41
Figure 30	Courbe étalon de l'acide gallique.	41
Figure 31	Photographie des résultats de criblages des flavonoïdes l'espèce <i>Laurus nobilis L</i> .	43
Figure 32	Courbe étalon de Quercétine.	44
Figure 33	Résultats du DPPH sur microplaque.	45
Figure 34	Courbe étalon d'acide ascorbique.	46
Figure 35	Effet antiradicalaire des extraits eau-méthanol des feuilles de ' <i>Laurus nobilis L</i> ' <i>mature</i> et jeune sur la réduction du DPPH effet de l'acide ascorbique.	47

Liste des Tableau

N°	Tableaux	Page
Tableau 01	La position systématique de <i>Laurus Nobilis</i> est comme suit.	10
Tableau 02	Composition chimique des feuilles de Laurier noble.	11
Tableau 03	Dosage des composés phénoliques dans la matière végétale brute des feuilles de laurier matures et Jeûnes.	42
Tableau 04	Evaluation de la teneur en flavonoïdes dans les feuilles de Laurus nobilis L matures et Jeûnes.	44
Tableau 05	Les pourcentages d'inhibition de l'extrait méthanolique (teste DPPH) et l'acide ascorbique par déduction de la courbe de pourcentage d'inhibition.	48

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

المخلص

Abstract

Liste des Tableaux

Liste des figures

Liste des Abréviations

Table des matières

Introduction générale : 1

Partie 1 : Revues Bibliographiques : 2

Chapitre I : Présentation générale de la plante 3

1. Généralité sur la famille des Lauracées 3

1-2. Le genre *Laurus* 3

1-3. L'espèce *Laurus Nobilis* L. 4

1-4. Dénomination internationale 4

1-5. Répartition géographique mondiale 5

1-6. Laurier en Algérie 5

1-6-1. Répartition géographique en Algérie 6

1-7. Caractéristique botanique et morphologique de *Laurus Nobilis* 6

1-7-1. Description générale 6

a. Les ports 6

b. Les Bourgeons 6

c. Les feuilles 7

d. Fleurs et Fruits 8

e. Les Branches 9

f. Les tiges 9

g. Forme et hauteur 9

1-7-2. Position Systématique (Taxonomie) 9

2. Composition chimique 10

a. Composition chimique des feuilles 11

b. Partie utilisée 11

2-1. Propriétés pharmaceutiques et intérêts thérapeutiques 12

2-2. L'usage traditionnel et médicamenteux de *Laurus Nobilis* 12

2-3. Propriétés pharmacologique et activités biologiques	12
2-3-1. Activité anti - inflammatoire	12
2-3-2. Activité antioxydante.....	13
2-3-3. Activité-antimicrobienne.....	13
2-3-4. Activité antibactérienne.....	13
2-3-5. Effet antifongique.....	14
2-3-6. Effet gastro-protectif	14
2-3-7. Effet de rééquilibrage de la glycémie.....	14
2-3-8. Effet anticonvulsive.....	14
2-3-9. Autres effets.....	15
2-3-10. Utilisation en parfumerie et cosmétique.....	15
2-4. Etude toxicologique	15
Chapitre 02 : Métabolisme secondaire	17
1. Généralité.....	17
2. Les polyphénols	18
2-1. Classification des polyphénols	19
a. Les flavonoïdes	19
a-1. Structure chimique et classification.....	20
a-2. Biosynthèse des flavonoïdes.....	21
b. Tanins.....	22
c. Les coumarines	23
d. Les Lignines.....	23
e. Les terpènes.....	24
e -1. Rôle des terpènes	24
f. Les alcaloïdes	24
f-1. Rôle des alcaloïdes.....	24
2-2. Rôle biologique des composés phénolique.....	24
3-1. Activité antioxydante	25
a. Antioxydants.....	25
b. Radicaux libres.....	25
c. Stress oxydatif.....	26
Partie2: Etude expérimentale.....	26
Chapitre 1 : Matériel et Méthode	27
1. Matériel végétal :.....	27

2. Etude expérimentale de la plante :.....	28
2-1. Extraction :.....	29
➤ Objectif :.....	29
➤ Extraction Solide liquide :.....	29
➤ Rendement d'extraction :.....	29
a. Macération :	30
➤ Principe :.....	30
➤ Protocol :.....	30
b. Filtration :.....	30
c. Evaporation à sec :	31
2-2. Le Rendement d'extraction :	32
3. Dosage des Polyphénols Totaux :.....	32
A. Méthode :.....	32
B. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique AG:	33
4. Dosage des Flavonoïdes totaux :.....	34
A. Méthode :.....	34
B. Courbe d'étalonnage de la Quercétine :	35
5. Etude du pouvoir antioxydant :	35
A. Évaluation de l'activité Anti-radicalaire du DPPH :	35
B. Mode Opératoire :	36
➤ Préparation Du DPPH :	36
➤ Préparation des échantillons :	36
C. Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique :.....	38
Chapitre 2 : Résultats et discussion	39
1. Résultats :.....	39
1-1. Rendement d'extraction des feuilles de <i>Laurus nobilis L</i> :	39
1-2. Dosage des Composés Phénolique:.....	41
I.2.1 Taux de Polyphénols totaux dans l'extrait des feuilles de <i>Laurus nobilis L</i> : ...	41
I.2.2 Taux de Flavonoïde totaux dans l'extrait des feuilles de ' <i>Laurus nobilis L</i> ' : ...	43
1-3. Evaluation du pouvoir antioxydant :	45
I.3.1 Test de réduction du radical libre le DPPH :	45
I.3.2 Calcul des pourcentages d'inhibitions I%:.....	47
I.3.3 Evaluation de l'IC50 :	48
Conclusion Et Perspectives	50

Références Bibliographique :.....	52
--	-----------

Introduction générale

Introduction générale

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 des 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 djendii ,2019)**.

Aujourd'hui les plantes médicinales constituent une source inépuisable de métabolites secondaires, essentiellement les polyphenols qui sont dotés de nombreuses activités biologiques et pharmacologiques **(HIRASA et TAKEMASA, 1998)** et sont connus pour leurs diverses utilisations dans les industries agroalimentaires, pharmaceutiques et même cosmétiques.

Parmi les plantes médicinales abondantes en Algérie et réputées pour leurs propriétés thérapeutiques (anti-inflammatoire, antioxydant et antibactérien), nous retrouvons *Laurus nobilis* L. connu sous le nom de laurier noble, appartenant à la famille des Lauracées. Le laurier est généralement utilisé en cuisine pour l'assaisonnement, mais également en médecine traditionnelle contre les rhumatismes, la toux, les maladies cardiaques, les infections virales, la diarrhée, etc., et comme smulant général des sécrétions gastriques, carminatif... **(ALEJO-ARMIJO et al. 2017)**.

De façon générale Les plantes médicinales et aromatiques (PAM) sont reconnues comme une ressource importante pour les soins de santé et la parfumerie depuis l'antiquité **(Kala, 2015)**. Représentent une nouvelle source de composés actifs naturels tels que les composés phénoliques, les saponosides, et les huiles.

Les métabolites secondaires qui trouvent des utilisations comme agents aromatisants, parfums, insecticides, colorants et médicaments. La biotechnologie offre plusieurs choix grâce auxquels le métabolisme secondaire des plantes médicinales peut être modifié de manière innovante, pour surproduire des composés phytochimiques d'intérêt, pour réduire la teneur en composés toxiques ou même pour produire de nouveaux produits chimiques **(Gandhi et al., 2015)**.

Quelles que soient les parties, les formes sous lesquelles elles sont utilisées, les plantes sont extrêmement riches, elles contiennent de structures chimiques complexes. Le métabolisme des plantes contient de milliers de différents constituants dont l'effet thérapeutique n'est évidemment pas lié à tous les composés, de même pour ce qui est d'effet nocif ou toxique **(Ahmed et al., 2004)**.

L'extrait de *Laurus nobilis* apparaît comme un ingrédient important étant une source d'une classe de composé appelés poly phénols **(Ivanović et al., 2009)**, qui lui confèrent des propriétés thérapeutiques (ex : antioxydant, anti-inflammatoire et antiviral) **(Chaumun et al., 2020)**.

Dans ce texte notre travail a pour but l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait aqueux de feuilles de *Laurus nobilis*.l au stade mature et stade juvénal.

Notre étude est subdivisée en deux parties : Une partie bibliographique qui ressemble les données théoriques qui consiste de deux chapitres : Dont le premier traite l'étude botanique et différentes activités biologiques de la plante médicinale étudiée ; le deuxième consacré aux métabolites secondaires Une partie expérimentale qui comporte les méthodes et les techniques utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante ; la présence des résultats obtenus et leurs discussions À la fin une conclusion générale résumant l'essentiel des résultats des travaux et leur perspectives.

Partie 1 : Revues Bibliographiques

Chapitre I : Présentation générale de la plante

1. Généralité sur la famille des Lauracées

La famille Lauracées représente des plantes à fleurs représentées par 45 genres répartie en 2850 espèces différents. Ce sont des plantes monocotylédones qui poussent dans les régions tempérées chaudes et tropicales du monde, spécialement en Amérique du Sud et en Asie du Sud-est. La plupart des lauracées sont des arbres ou des arbustes sempervirents. Les fleurs sont jaunes, blanche ou vertes arrangées en grappes. Les fruits sont des drupes charnues qui ressemblent et sont utilisées pour la fabrication de parfums ou de savons. D'autres espèces sont exploitées pour leurs bois ou pour leurs propriétés médicales.

Le botaniste Lauraceae Juss : Juss est l'abréviation botanique officielle d'Antoine-Laurent de Jussieu. Botaniste français qui avait découvert cette famille, né à Lyon le 12 Avril 1748 et mort à Paris le 17 septembre 1836. **(Brongniart, Adolphe 1837a)**

D'ailleurs, la famille des Lauracées contient des espèces particulièrement importantes sur le plan économique. Toutefois on a encore du mal à se représenter la totalité de cette famille à cause de la grande diversité biologique de ces végétaux et par le manque de travaux nécessaires à leur classement. Mais on peut dire quelques généralités sur les Lauracées.

Pour reconnaître facilement une plante appartenant à la famille des Lauracées, il faut s'attarder sur sa morphologie, ainsi les caractéristiques principales des Lauracées sont des arbustes jamais des plantes herbacées. Les plantes de cette famille ont la particularité d'avoir un fort pouvoir aromatique.

Beaucoup d'espèces concernant de grandes quantités d'huiles essentielles ne poussent que dans des climats tropicaux ou au minimum méditerranées. Ils ne se trouvent pas à l'état naturel en régions tempérées même si certaines espèces comme le laurier Sauce « *Laurus Nobilis* » supportent de petites gelées. D'ailleurs, les autres espèces de laurier qui peuvent être toxique, ne sont pas de véritables lauriers. Le fruit des Lauracées est une drupe, les drupes sont des fruits charnus ne contenant qu'une seule graine.

Enfin, c'est une famille primitive déjà présente à l'époque de Gondwana du Mésozoïque. **(Chanderbali et al.,2001)**

1-2. Le genre *Laurus*

Le genre *Laurus* est un genre d'arbustes vivaces appartiennent à la famille des Lauracées qui poussent principalement en Europe.

Les lauriers contiennent trois espèces d'arbres sempervirents appartenant à la famille des lauracées.

- *Laurus azorica*: Originaire des Açores et apparemment du nord de l'Espagne.
- *Laurus nobilis*: Originaire de bassin méditerranéen et du Proche-Orient.

- *Laurus novacanariensis*: Originaire de Madère des îles Canaries et du Maroc. (Ballabio et al., 2010)

1-3. L'espèce *Laurus Nobilis* L.

Laurus Nobilis L. Membre de la famille des lauracées qui renferme 32 genres et environ 2000-2500 espèces (Barla et al., 2007). *Laurus* nom latin, d'origine celte qui veut dire

" toujours vert " allusion au feuillage persistant de la plante (Pariente, 2001).

Le laurier sauce (*Laurus Nobilis*), Laurier noble ou laurier d'Apollon. Tous ces noms désignent ce petit arbre pouvant atteindre les 10 m de haut .En effet son feuillage coriace mat composé de feuilles de 10 cm de long de couleur vert sombre ,en fait une haie à la fois dense ,persistante et parfumée puisque les feuilles froissées dégagent un arôme balsamique Plutôt rustique puisqu'il résiste à -15°C voire -18°C, le laurier noble supporte aussi le climat du bord de mer , son tronc a une écorce sombre et ses fleurs d'un blanc teinté de jaune s'épanouissent de Mars à Mai formant des petits bouquets à l'axe des feuilles . Sur cet arbuste dioïque, les fleurs femelles donnent des fruits noirâtres ovotides, de la taille d'une cerise, dont la pulpe verte est grasse.

Le laurier noble sait aussi se rendre utile en cuisine et grâce à ses feuilles très aromatique parfaites en "bouquet garni " pour parfumer les ragouts ou le court-bouillon, Mais ce n'est pas tout, 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 médicinales : digestives, antiseptiques, expectorantes, diurétiques, antirhumatismal (Ferreira et al., 2006).

La plante est dioïque. C'est -à-dire que vous allez avoir des arbres mâles et des arbres femelles. Le laurier va fleurir autour du mois de Mars -Avril, avec des petites fleurs blanche /jaunâtre qui sont groupées en ombelles. Et puis ces fleurs laisseront place à des fruits qui sont de petites boules de couleur quasiment noire.

1-4. Dénomination internationale

Le nom de latin *Laurus nobilis* "toujours vert" fait allusion au feuillage persistant de la plante et *nobilis* du latin « fameux » (Pariente, 2001). Son nom est aussi symbole du succès dans nos jours à travers le baccalauréat ; du latin " Bacca Lauri "soit baies de laurier (Zhiri et al. 2005).

La plante possède plusieurs noms vernaculaires "Rand" est le nom le plus connue en Algérie.

Pour les autres dénominations ci-dessous. (Anont, 2005; Ballabio, 2010).

- ✓ 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: Rand, habb r'ar (warakat sidna moussaà)

✓ Nom targuiou berbère : Taselt , rend.

1-5. Réparation géographique mondiale

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**).

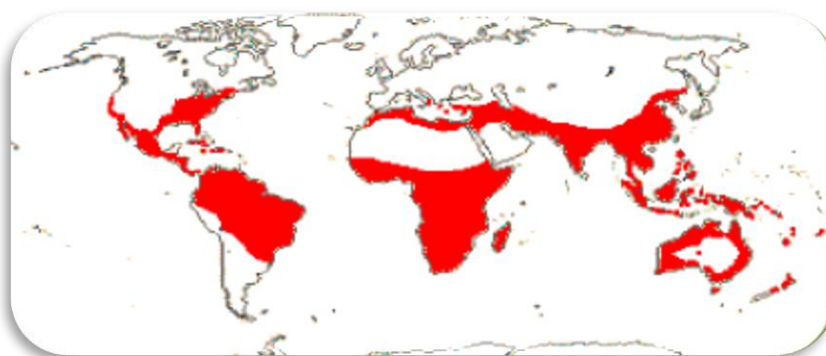


Figure 01 : Distribution des Lauracées à travers le monde (**Steven, 2001**).

1-6. Laurier 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 est 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 (**Ben Djamaa et al., 2012; Guedouari , 2012**) .



Figure02 : la feuille de *Laurus nobilis* L.

1-6-1. Répartition géographique en Algérie

Dans les forêts et ravins humides. Commun dans le tell algérois et constantinois. Floraison : Mars Avril (Beloud, 2001).

1-7. Caractéristique botanique et morphologique de *Laurus Nobilis*

1-7-1. Description générale

Laurus Nobilis L. est un grand arbuste à écorce grise pouvant atteindre de 2 à 6 m de haut, (figure 03) voir 15 m l'état sauvage. 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 et al., 2002).



Figure 03: Arbuste de *laurus Nobilis* L.

a. Les ports

Arbrisseaux ou petit arbre aromatique glabre de 1 m à 8 m (atteignant parfois 20 m en culture). Dressé et densément ramifié dès la base. Tête conique s'arrondissant avec l'âge, supporte très bien la taille, dioïque (Quezel et Santa, 1963).

b. Les Bourgeons

Bourgeons et branches Bourgeons coniques, étroits (2-4 mm de long), verts et teintés de rouge. Branches ascendantes, densément feuillues ; jeunes pousses grêles, glabres, vert teinté de rouge (Stursa, 2001).



Figure 04 : Bourgeons de *Laurus Nobilis* L.

c. Les feuilles

Le feuillage de *Laurus Nobilis* L. est persistant avec une couleur vert foncé sur le dessus et plus claire en-dessous. La forme des feuilles est allongée voir 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, 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. Le feuillage est persistant avec des feuilles aromatiques, simples, alternes et coriaces dont le pétiole mesure de 2 à 5cm, longues de 5 à 12cm et large de 2à 6cm. Elles sont lancéolées, légèrement ondulées et entaillées au bord; de couleur vertes foncées, brillantes sur la face supérieure et verte clair au-dessous avec des nervures latérales pennées et rougeâtres (Quezel et santa, 1963).



Figure 05 : Feuilles de *Laurus Nobilis* L.

d. Fleurs et Fruits

- Les fleurs : Sont persistantes, alternes, allongées, à lancéolées et sont plantes dioïques de 0,4 à 0,8 cm unisexués avec une couleur jaune verdâtre à périanthe simple soudé à la base, Groupé en 4à6 ombelles. Les fleurs males possèdent 8 à 12 étamines rudimentaires et les fleurs femelles sont dotées d'un ovaire hypogyne à un compartiment avec un stigmate en trois parties.



Figure06 : La fleur de *laurus nobilis* L.

- Les fruits : Une baie ovoïde, soutenue par le tube périanthaire peu dilaté de 2 cm de longueur à 1 cm de largeur. Il est noir vernissé et renferme une seule graine libre (**Bloued, 2005**). Le mésocarpe charnu renferme de l'huile et des cellules à l'huile essentielle, les cotylédons épais sont également riches en lipides. D'abord vert, devenant noire bleuté maturité (**Myose et Paris, 1976**).



Figure 07 : Le fruit de *Laurus nobilis* L.

E. Les Branches

- Les branches : Sont remontées en oblique avec des jeunes pousse fines, glabres et brun rougeâtre dont les bourgeons sont étroits, verts rougeâtres et longs de 0.2 à 0.4cm (Quezel et Santa, 1963).



Figure 08 : Branche de *Laurus nobilis* L.

f. Les tiges

Les tiges des rameaux sont droites et grises dans sa partie basse, verte en haut (Iserin, 2001 ; Demir et al., 2004), 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 (Geerts et al., 2002 ; Botineau et Pelt, 2015 ; Beloued ,2005).

g. Forme et hauteur

Arbuste ou arbrisseau à couronne large et compacte : atteint 15 m de haut (Geerts et al., 2002).

1-7-2. Position Systématique (Taxonomie)

Le laurier noble (*Laurus Nobilis* L.), 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 APG III est essentiellement basée sur la phylogénie moléculaire alors que la classification de Conquis 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 1 : La position systématique de *Laurus Nobilis* est comme suit (Quezel et Santa, 1962).

Règne	Plantes
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous –embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Laurales
Famille	Lauracées
Genre	<i>Laurus</i>
Espèce	<i>nobilis</i>

2. Composition chimique

Les analyses photochimiques de *Laurus Nobilis* ont montré la présence des huiles volatiles et non volatiles, de flavonoïdes polaires (dérivées glycolyses de quercétine, kaempferol et de catéchine) et apolaires (quatre dérivés acylés de kaempferol), de tanins, sesquiterpènes lactones (Fiorini et al., 1998; Kivcak et Mert, 2002), d'alcaloïdes ont montré la richesse, de ses feuilles en minéraux et vitamines (Abu-Dahab et al., 2014; Simic, 2003) .

a. Composition chimique des feuilles

Tableau 2 : Composition chimique des feuilles de Laurier noble

Classe	Composés	Références
Acide phénoliques	Acide phénylacrylique, carbonique : libres ou estérifiés, acides p-coumarique, fénulique, sinapique, gentisique et vanillique.	(Barla <i>et al.</i> , 2007).
Flavonoïdes	Principalement la rutine, l'iso quercitrine, l'hypéroside et kaempférol-3 rhamnoside et 3-arabinoside. Le kaempférol-3-rhamnoside, 2-p-coumaroyles.	(Fiorini <i>et al.</i> , 1998 ; Kang <i>et al.</i> , 2002)
Hétérosides de Lignanes	Méthoxyisolarécirénol -9-0-xylosides, -0-sécoisolarécirénol-9-0-xylosides.	(Uchiyama <i>et al.</i> , 2002).
Alcaloïdes	Actinodaphonine, isodomecine, launobine, N-méthylactinodaphonine, nandigérine, néolitsine et réticuline	(Brigitt <i>et Bruneton</i> , 1982).
Lactones Sesquiterpénique	La déhydrocostuslactone, artémoneine, érémanthine, désacétyllaurénobiolide, laurénobiolide, reynosine, santamarine	(Yoshikawa <i>et al.</i> , 2000).

b. Partie utilisée

Les feuilles et les baies du laurier sont utilisées en phytothérapie principalement par voie orale. Dans le traitement symptomatique des troubles de l'appareil digestif supérieur tels que le ballonnement épigastrique, lenteur de la digestion, éructation (Iserin, 2001). Dans la médecine traditionnelle iranienne. Les feuilles de cette plante ont été employées pour traiter l'épilepsie et le parkinsonisme (Aqili Khorasani, 1992).

2-1. Propriétés pharmaceutiques et intérêts thérapeutiques

Laurus Nobilis est une plantes médicinales utilisé en raison de ses propriétés pharmacologiques, et ses avantages potentiel pour la santé liés à plusieurs composés présents dans la plante.

Le laurier qui est un élément essentiel du bouquet garni dans nos préparations culinaires, est principalement utilisé en médecine traditionnelle pour soigner les troubles de l'appareil digestive et réduit les flatulences ; Calme les infections urinaires et dentaires offre des propriétés antiseptiques et bactéricides : apaise les douleurs liées aux angines. En outre il, stimule l'appétit et la sécrétion des sucs gastriques. Utilisées comme condiment, les feuilles facilitent la digestion et l'assimilation des aliments. Utilisation externe : Le laurier calme les rhumatismes et les douleurs articulaires. Employé en décoction et en lotion, il intervient dans les soins des cheveux et de la peau.

Indications thérapeutiques usuelles : Traite les flatulences ou la digestion difficile et régule la sécrétion de bile : apaise l'état grippal, les bronchites, les affections des voies respiratoires : calme les rhumatismes ; les douleurs articulaires et les infections dentaires. (Faucon.,2015 ; Jollois.,2001 ; Baudoux.,2008 ; Couic.,2014).

2-2. L'usage traditionnel et médicamenteux de *Laurus Nobilis*

Le laurier est principalement utilisé pour soigner les troubles de l'appareil digestif supérieur et les douleurs arthritiques. En outre, il stimule l'appétit et la sécrétion des sucs gastriques.

En infusion, ses feuilles étaient consommées pour leurs effets révulsifs et toniques sur l'estomac et la vessie. Sous forme de cataplasme, elles passaient pour soulager les piqures de guêpe ou d'abeille. En plus l'écorce de laurier brise les calculs dans les reins et soulage les affections du foie. Ajoutée à l'eau du bain, la décoction des feuilles apaise les membres douloureux (Larousse, 2001).

2-3. Propriétés pharmacologiques et activités biologiques

Laurus Nobilis L. est une plante médicinale aromatique abondante, bénéficiant de propriétés thérapeutiques qui attribuant à la médecine traditionnelle et la pharmacologie, diverses propriétés anti-inflammatoire et antiseptique grâce à ses composants (Bouchaal et al., 2015) .

2-3-1. 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% de l'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 20,0 microlitres /animal, étaient actifs comparativement au tétradécanoyl acétate de phorbol (Olivier et Imael ,2017). L'isolement des composés actifs des fruits et des feuilles du *Laurus Nobilis* L. A été réalisé Par (Fang et al,

2005), six composés ont été identifiés : ils sont tous des lactones sesquiterpènes. Ces composés possèdent différentes propriétés pharmacologiques y compris l'effet anti-inflammatoire.

2-3-2. Activité antioxydante

L'activité anti-oxydante des extraits méthanolique (brute et dégraissés) des feuilles d'écorce et des fruits de *Laurus Nobilis* ont été étudiés au niveau de la peroxydation de lipide (LP) dans les liposomes induits par le système $Fe^{+2}/$ acrobate et mesuré spectro photométriquement à 533nm.

Les résultats ont montré que tous les extraits de recherche possédaient une activité antioxydante, L'extrait dégraissé des feuilles montre une inhibition plus élevée du LP que l'extrait brut et que tous les autres extraits et le maximum de son activité (84,4%) a été atteint avec une plus petite quantité (0,2 mg) (Simié et al., 2003). (Ferreira et al., 2006) ont étudié l'activité antioxydante de trois extraits : huile essentielle, extrait méthanolique et décoction, de dix espèces de plantes médicinales dont *Laurus Nobilis* ; cette espèce a montré des valeurs élevées pour l'activité antioxydant pour chacun des trois extraits et elle est plus haute pour les extraits polaires.

Dans une autre étude (Demo et al., 1998) ont démontré la présence des tocophérols (Vitamine E), principalement la α -tocophérol dans les feuilles de *Laurus Nobilis* obtenue la fraction apolaire par extraction hexane. Dans cette étude on rapporte que le contenu tocophérol est strictement corrélé avec l'activité antioxydant de l'extrait hexane des feuilles. Ces résultats préliminaires ont confirmé que l'utilisation traditionnelle des feuilles de *Laurus nobilis* dans l'industrie alimentaire est reliée non seulement à l'odeur et à l'arôme plaisant, mais probablement aussi a des possibilités préservatives des substances présentes dans les feuilles; et d'autres pièces de cette plante.

2-3-3. Activité-antimicrobienne

Des huiles essentielles de plusieurs plantes ont été évaluées pour leur potentiel dans le control de mycète aflatoxine génique *Aspergillus parasitique* CFR 223 et de la production d'aflatoxine. L'huile des feuilles de laurier a stimulée in vitro la croissance des mycéliums du mycète mais a réduit la concentration de son aflatoxine de 55,21% (Atanda et al.2007).

2-3-4. Activité antibactérienne

L'étude de (Dadalioglu et Evernddilek, 2004) a montré une efficacité d'HE sur *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* et *E. coli*. L'HE a une capacité d'inhiber les souches buccales de Sauteuse avec une importante activité anti-bio film (Anneliste et al., 2017). (Yahvé et al., 2011) montrent que les extraits d'autre espèce *Thymus vulgarisa* avec un spectre antimicrobien plus large et à des doses plus faibles.

2-3-5. Effet antifongique

Cette activité semble également liée à la teneur du constituant majeur de l'huile essentielle : Le 1,8 cinéol. De cette façon les huiles essentielles à haute teneur en 1,8-cinéol présentant des activités antifongiques plus faibles que les huiles avec de plus petites quantités de cemonoterpène (**Al-Hussaini et al, 2009**). En revanche, certains auteurs ont étudié l'activité antifongique d'extrait hydro alcoolique des feuilles de Laurier (**Fukuyama et al., 2011**).

2-3-6. Effet gastro-protectif

Une seule étude a été réalisées à ce sujet par (**Görbüz et al., 2002**). Cinq plantes aromatiques dont *Laurus Nobilis* usuellement employées pour traiter le mal d'estomac. Une décoction et un extrait méthanolique ont été préparés à partir des fruits du Laurier pour déterminer leurs effets sur un modèle d'ulcère gastrique induit chez le rat. Les expériences pharmacologiques et les techniques histopathologiques ont clairement montré que ces extraits administrés oralement ont significativement protégé l'estomac contre les ulcérations.

2-3-7. Effet de rééquilibrage de la glycémie

Les feuilles de *Laurus Nobilis* L. ont été rapporté d'avoir un effet antidiabétique et de renforcer en glutathion S-transférase hépatique. L'administration de 200 et 600mg/kg de doses de l'extrait méthanolique des feuilles de *Laurus Nobilis* L. Produit une diminution significative de la glycémie (**bechkri et meslem , 2018**). Une autre étude prouve que l'HE de *Laurus Nobilis* L. a une capacité d'inhiber l' α -glycosidase intestinale à plus de 90% à la concentration, de 7,5 g/ml par, inhibition compétitive peut être mise à profit pour réguler la glycémie (**Khanetal, 2009**).

2-3-8. Effet anticonvulsif

L'huile essentielle des feuilles de *Laurus Nobilis* a été évaluée pour l'activité anticonvulsive contre des saisies expérimentales, l'huile a protégé des souris contre des convulsions toniques, induites par électrochoc maximal et particulièrement par pentylènetétrazol. Aux doses d'anticonvulsivant, l'huile essentiel a produit la sédation relâchement du cœur.

Les composants responsables de cet effet peuvent être le cinéol, eugénol et le méthyle eugénol mais d'autres études sont exigées avant que toutes conclusions puissent être tirées (**Sayyah et al., 2002**).

2-3-9. Autres effets

L'activité fumigène de certains composés qui se produisent naturellement dans les huiles essentielles des plantes aromatiques dont cinéol, eugénol et linalol composés principaux de l'huile essentielle de *Laurus Nobilis*, a été évaluée contre espèce d'insectes parasites des produits entreposés (*Sitophilus oryzae*, *Rhyzoperth dominica* et *Tribolium castaneum*). L'activité insecticide a changé avec l'espèce d'insecte. Le composé et le temps d'exposition. Les résultats ont prouvé que ces composés peuvent convenir comme fumigène en raison de leur volatilité élevée, efficacité et leur sûreté (**Rozman et al., 2007**).

L'activité hypoglycémisante des extraits de feuille de laurier a été également rapportée par (**Papachristos et Stamopoulos, 2002**). L'administration des doses de 200 et 600 mg/kg de l'extrait méthanolique des feuilles de *Laurus Nobilis* a produit une diminution significative des niveaux de glucose sanguine chez les lapins diabétiques (**Khan et al., 1990**).

2-3-10. Utilisation en parfumerie et cosmétique

En outre, l'huile essentielle des feuilles est employée par l'industrie cosmétique en parfumerie et dans la fabrication des savons. Les baies sont généralement utilisées dans la production du savon parfumé. Pour l'acné et le traitement des pellicules et de fabrication des bougies à cause de leur teneur élevée en acide gras. Il est également utilisé par l'industrie cosmétique dans les crèmes.

2-4. Etude toxicologique

Les feuilles de laurier et huile essentielle qu'ils ne semblent pas avoir d'effets toxiques significatifs. Mais ces derniers peuvent provoquer des réactions de sensibilisation dermatite de contact allergique puisqu'elles renferment des lactones sesquiterpéniques dont le principale est le costunolide (**Peter, 2004; Bruneton, 2002**).

La présence des lactones sesquiterpénique présentant un groupement méthyle ion exo cyclique explique le potentiel de sensibilisation modéré exercé par la drogue. La plante ne perd pas son caractère allergisant après cuisson ; ils peuvent donc conduire à des manifestations allergiques comme des inflammation buccale et /ou stomacale (**Anton, 2005**).

Les études de toxicité relatives à l'huile artisanale du fruit donnent un profil de réponse similaire à celui de l'HE des feuilles avec une probable hépatotoxicité dose-dépendante (**Ballabio, 2010**).

Il a été depuis les temps anciens utilisés à des fins rituelles et médicinales dont les principes actifs sont distribués dans les feuilles, les fleurs, les racines, et les baies, les principaux composés sont le 1,8-cinéole, l'eugénol et le géraniol selon la dose, les symptômes neurologiques tels que des hallucinations visuelles et auditives à des changements dans la couleur, le temps et l'espace, des convulsions, des tremblements, léthargie, confusion, délire et la psychose peuvent apparaître qui pourrait durer jusqu'à 2-3 jours (**Caldas et al., 2008**).

Attention : Ne jamais utiliser l'huile essentielle de laurier par voie interne. Ne pas appliquer l'huile essentielle pure sur la peau en raison des risques d'allergie (**Wagstaff, 2008**).

Chapitre 02 : Métabolisme secondaire

1. Généralité

Le métabolisme secondaire c'est l'ensemble des processus biochimique permettant aux cellules de produire des métabolites et l'énergie qui sont nécessaires à leur vie. Par la dégradation de matière organique complexe (**Marouf et Reynaud , 2007**).

Les métabolites primaires sont des molécules organique qui se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante pour assurer sa survie (**Epifano et al ., 2007**).

Les métabolites secondaires ont une répartition limitée dans les différentes espèces de végétaux. Ils ont des fonctions très importantes pour la survie et la propagation des plantes qui les produisent, comme signaux chimique, pour défendre leur producteur contre les herbivores et les pathogènes. Comme ils participent à des réponses allopathique en compétition entre les plantes pour la germination et croissance (**Jeun at al ., 2005**).

Il existe trois grands groupes des métabolites secondaires :

- ✓ Les Alcaloïdes.
- ✓ Le composé phénolique.
- ✓ Les Terpènes.

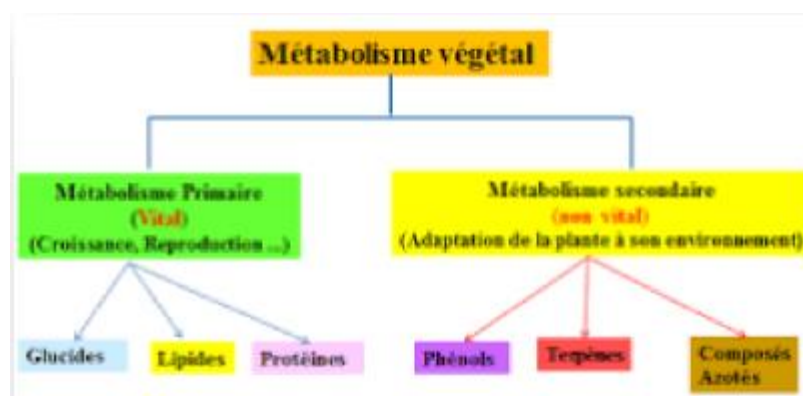


Figure 09 : Schéma explicative de Métabolisme Secondaire.

Chaque groupe renferme une très grande diversité des composés qui possèdent une très large gamme d'activité en biologie humaine.

On distingue trois classes principales :

2. Les polyphénols

Les polyphénols sont des phyto micronutriments synthétisés par les végétaux, qui appartiennent à leur métabolisme secondaire. Ils participent à la défense des plantes contre les agressions environnementales (**Gee et Johnson, 2001**).

Les poly phénols qui forment une immense famille de plus de 8000 composés naturels, sont divisés en plusieurs catégories : les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des poly phénols, les tanins qui sont des produits de la polymérisation des flavonoïdes, les acides phénolique, les coumarines, les lignanes et d'autres classes existent en nombres considérables (**Dacosta, 2003**).

De nombreuses études sont en faveur d'un impact positif de leur consommation sur la santé. En effet, les poly phénols pourraient permettre de prévenir de nombreuses pathologies comme le cancer (**Brown et al, 1998**), les maladies dégénératives et cardio-vasculaires (**Panganga et al, 1999**). Un encouragement à la consommation d'aliments d'origine végétale riche en poly phénols constitue désormais une des principales recommandations en santé publique. Parmi les antioxydants végétaux les poly phénols apparaissent parmi les plus efficaces quant à leurs effets protecteurs dans l'organisme (**Gee et Johnson, 2001**). L'élément structural fondamental qui caractérise les composés phénoliques est la présence d'au moins un noyau benzénique, au quel est directement lié au moins un groupement hydroxyle ainsi que des groupes fonctionnelles (ester, méthyle ester, glycoside...ect) (**Bruneton, 1999**). Les composés phénoliques sont commodément classés selon le nombre d'atomes de carbone dans le squelette de base (**Dacosta, 2003**). Notre intérêt est essentiellement focalisé sur les flavonoïdes, substances que nous avons peut identifier dans tous nos extraits bruts et qui en particulier s'avèrent des composants phénoliques sur possédant une action biologique très diversifiée.

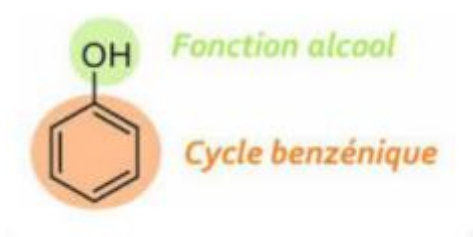


Figure 10 : atome de Polyphénol

2-1. Classification des polyphénols

Une classification des substances a été proposée par Harborne en 1980. On peut distinguer les différentes classes des polyphénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutifs et d'autres parts, sur la structure de squelette de base.

Deux principales classes sont largement répandues :

- Les flavonoïdes.
- Les Tanins

Plus rares, les coumarines et lignanes.

a. Les flavonoïdes

Flavonoïde terme latin «Flavus », signifiant « Jaune », désigné une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Ils sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux. Ce groupe comprend comme son nom l'indique des composés jaunes mais aussi d'autres couleurs ou incolores. Structuralement les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes des molécules. En effet plus de 6500 structures ont été identifiées (**Bruneton,1999 ; Harborne et Williams, 2000**).

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont :

Flavones, isoflavandiols , flavanols , flavandiols , aures, chalcones , anthocyanis (**Effendi et Yajun,2008**) .

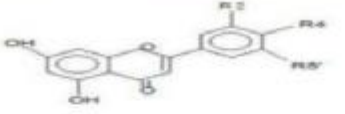
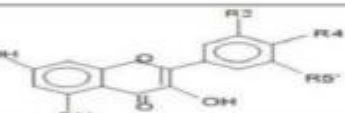
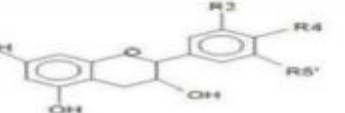
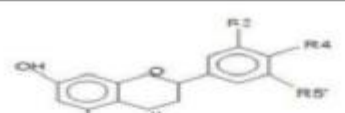
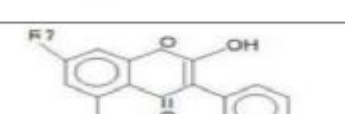
Classes	Structure chimique	R3	R4	R5	exemple
Flavones		H	OH	H	Apigenine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OC H ₃	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myricétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R5	R7	R4	
		OH	OH	OH	Genisteine
		H	O- Glu	OH	Daidezine

Figure 11 : Principale classes des flavonoïdes.

a-1. Structure chimique et classification

Leur structure de base est celle d'un diphenylpropane à 15 atomes de carbone (C₆-C₃-C₆) constitué de deux noyaux aromatique (ou anneaux), que désignent les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygène, que désigne le lettre C (**Harbone et Williams, 2000**).

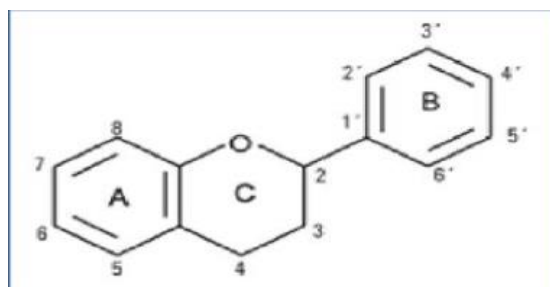


Figure 12 : structure de bases des flavonoïdes.

L'hétérocycle C est plus attaché au noyau B par une liaison carbone-carbone. De façon générale, les flavonoïdes peuvent être hydroxylés en position 3, 5, 7, 3', 4', 5' et /ou 6'. Un ou plusieurs de ces groupes hydroxyles sont fréquemment méthylés, acétylés, ou sulfatés (**Bruneton, 1999**). Ils existent soit à l'état libre dans ce cas ils sont dits aglycones ou génines, soit sous forme de C- ou O- glycosides, ce qui tend à les rendre hydrosolubles ils sont alors liés à des sucres tels que le glucose, le rhamnose, l'arabinose, le plus souvent aux positions 3 et 7. Ils peuvent en outre être des monomères ou des oligomères (**Dacosta, 2003**).

Les flavonoïdes se différencient par le degré d'oxydation de l'hétérocycle C, par les modes d'hydroxylation des anneaux A et B. Dans toutes les classes de flavonoïdes mentionnées ci-dessous, la biosynthèse justifie la présence fréquente d'au moins trois hydroxyles phénoliques en C-5, C-7 et C-4' de la génine cependant, l'un d'entre eux peut être absent. Six grandes classes de flavonoïdes peuvent être mentionnées. Les flavines et les flavanols sont des composés flavonoidiques les plus répandus, alors que les flavanones, les flavonols, les chalcones et les anthocyanidines sont considérés comme des flavonoïdes minoritaires en raison de leur distribution naturelle restreinte (**Bruneton, 1999 ; Harborne et Williams, 2000 ; Havsteen, 2002 ; Dacosta, 2003**).

a-2. Biosynthèse des flavonoïdes

Tous les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune, de ce fait possèdent le même élément structural de base à savoir l'enchaînement phényl-2 chromane. L'étape clé de la formation des flavonoïdes est la condensation, catalysée par la chalcone synthase, d'une unité phényle propano de (4-coumaroyl-CoA) avec trois unités malonyl-CoA la structure de base en C-15 sous forme d'une chalone soit 4,2',4',6'- tétrahydroxychalone (**Bruneton, 1999**).

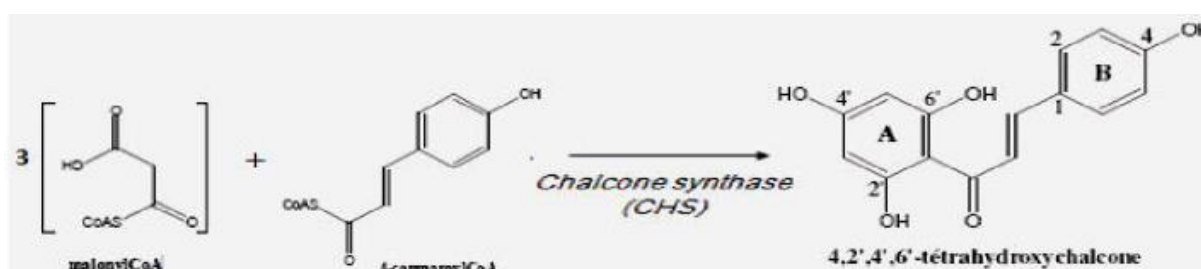


Figure 13: L'étape clé de la formation des flavonoïdes (**Bruneton, 1999**).

Cette chalone c'est l'intermédiaire caractéristique de la synthèse des divers flavonoïdes. Elle est en équilibre avec les flavonoïdes. Cet équilibre étant contrôlé par une enzyme « la chalone isomérase », Cette dernière induit une fermeture stéréospécifique du cycle conduisant à une flavanone. Il est le précurseur de toutes les classes de flavonoïdes comme le montre là (**Remesy et al., 1996**).

b. Tanins

Les tanins sont des substances poly phénoliques hydrosolubles de structure variée , de saveur astringente (**Hurabielle, 1981**) , naturellement produits par les plantes qui ont la propriété de tannage provient de la création de liaisons entre les molécules de tanins et les fibres de collagène de la peau , et à leur aptitude à se combiner à des macromolécule (protéines, polysaccharides ...) et à d'autres polymères organiques tels que des glucides, des acides nucléiques, des gélatines, des stéroïdes est des alcaloïdes pour former un précipité (**Bruneton, 1999**) . Ils sont très répandus dans le règne végétal, mais ils sont particulièrement abondants dans certaine famille comme les conifères, fagacée, rosacée (**Ghestern et al., 2001**). Ils peuvent exister dans divers organes : l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les grains (**Khanbabe et Ree, 2001**) .

On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs trois groupes de tanins différents par leur structure aussi bien que par leur origine biogénétique :

- Les tanins hydrolysables.
- Les tanins non hydrolysables (condensés).
- Les tanins complexes (**Bruneton, 1999**)

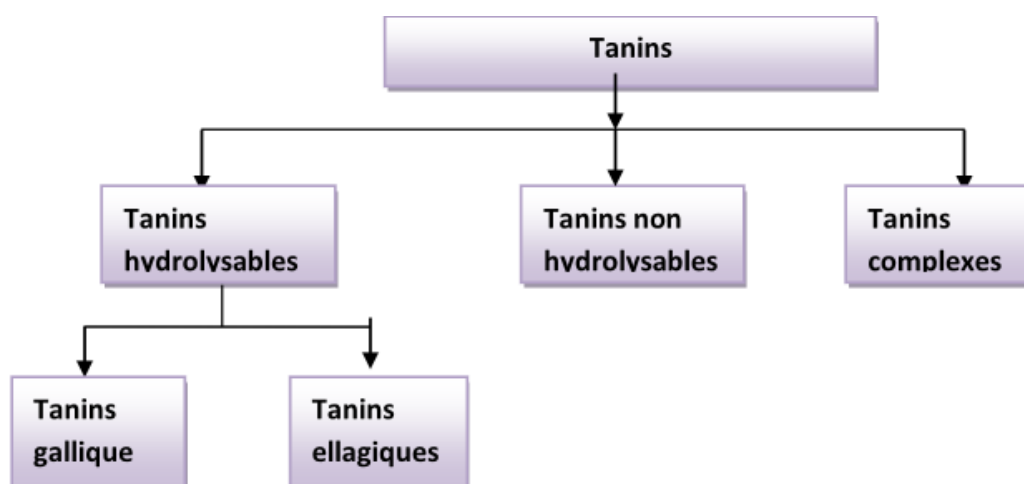


Figure 14 : Classification des tanins selon leur structure chimique (**Wilfred et Ralph, 2006**)

c. Les coumarines

Historiquement le nom de coumarine vient de « cumaru » qui est le nom dans une langue amazonienne, de l'arbre de Tonka (*Dipteryx odorata* Wild Fabaceae) dont les fèves contiennent 1 à 3 % de coumarine.

Les coumarines ont été isolées pour la première fois en 1820 ils sont des 2H-1-benzopyran-2-ones que l'on peut considérer, en première approximation, comme le mélilot, la sauge sclérée et lavande. On la trouve aussi dans le miel le thé vertetc . Les coumarines sont des composés phénoliques végétaux, portant un groupement benzopyrone dans leur structure (**Alignan, 2006**).



Figure15 : Structure de Coumarine

d. Les Lignines

Les lignines sont des molécules hydrophobes, cette propriété explique qualités protectrices contre les bios agresseurs. Les lignines sont très résistantes à la compression, On les trouve dans le sclérenchyme, qui assure la protection, le soutien et la conduction de la sève brute (xylène) et dans les tissus adultes (**Pouzet, 2010**).

Les lignines biopolymères complexes hydrophobes très souvent associés à la cellulose, peuvent être considérées au niveau technologique tout d'abord comme des coproduits résultants d'un prétraitement ou d'une transformation des lignocelluloses pour l'utilisation principale de la cellulose (**Morot-Gaudry, 2016**).

e. Les terpènes

Sont des hydrocarbures produits par de nombreuses plantes, volatiles ou non et représentent une grande famille de molécules du métabolisme primaire et secondaire (Guitton,2012) . La molécule de base de ces composés est l'isoprène de formule C_5H_8 selon le nombre de répétitions de cette dernière on distingue les hémiterpènes (C_5), mono terpènes(C_{10}) sesquiterpènes (C_{15}) di terpènes (C_{20}) sesterpènes(C_{25}). Triterpène (C_{30}) tetraterpène (C_{40}) et polyterpènes (**Van de Braak et leijten, 1999**).

Aujourd'hui, les terpénoides ont plusieurs usages dans différents secteurs, ils sont largement utilisés dans le secteur de la nutrition humaine (saveur ; conservateur) et l'industrie du parfum. Depuis ces dernières années et avec la découverte des caractéristiques anticancéreuses de certains mono terpènes leur importance dans secteur pharmaceutique a été renforcée (**Van de Braak et leijten, 1999**).

e -1. Rôle des terpènes

Les fonctions les plus répertoriées chez les terpènes, toutes catégories confondues sont d'être des insecticides naturels visant certaines familles d'insectes précises et d'être des agents de défense contre divers agresseurs extérieurs (**Phytochemical Society of Europe , 1991**) .

Les terpènes jouent un rôle important dans la défense des arbres car en produisant des quantités différentes de terpènes en période de stress, cela démontre que les arbres sont aptes à répondre à d'autres stimulus et qu'ils ne répondent pas seulement aux variations des saisons.

f. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques azotées d'origine végétale, qui présentent une structure complexe hétérocyclique à caractère alcalin (**Badiaga, 2011**) Typiquement comme les amines primaires, secondaires, ou tertiaires et cela confère la basicité à l'alcaloïde, en facilitant leur isolement et purification comme sels solubles dans l'eau formés en présence des acides minéraux.

f-1. Rôle des alcaloïdes

Ils possèdent une activité pharmacologique significative, bien que beaucoup d'entre eux sont employés pour leurs propriétés analgésiques (comme la morphine , la codéine) ,dans la cadre de protocoles de sédation (anesthésie , antropline) souvent accompagnés des hypnotiques , ou comme agents antipaludéens (quinine , choroquinine) ou agents anticancéreux (taxol , vinblastine, vincristine) mais certains d'entre eux sont toxique (comme la strychnine ou l'aconitine) (**Zenk et Jueng,2007**).

2-2. Rôle biologique des composés phénolique

Selon (**Macheix et al., 2005**) le rôle des composés phénolique est reconnu dans différents aspects de la vie de la plante et dans leur utilisation par l'homme ils peuvent en effet intervenir :

- Dans certains aspects de la physiologie de la plante (régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains parasites).
- Dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV)
- Organes végétaux (fruit, légumes) et des produits qui en dérivent par transformation.
- Dans la protection de l'homme vis-à-vis de certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydantes (**Fleuriet et al., 2005**).

3. Activités biologiques

3-1. Activité antioxydante

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxylés phénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}^\bullet$) et super oxydes ($\text{O}_2^\bullet$).

a. Antioxydants

Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques. Les antioxydants s'utilisent pour réduire l'oxydation du produit au quel ils sont mélangés. L'effet des antioxydants provient de deux mécanismes :

- Ils neutralisent les radicaux libres et empêchent les réactions en chaîne initialisées par ces derniers.
- Les antioxydants détruisent les hydroperoxydes (composés intermédiaires forment des radicaux libres en interrompant la liaison (O-O), diminuant ainsi la vitesse de formation de radicaux libres.

b. Radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique, molécule, morceau de molécule ou simple atome capable d'avoir une existence indépendante en contenant ou plusieurs électrons célibataires. Cela lui confère une grande réactivité donc une demi-vie très courte. En effet, ce radical aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable il va donc se réduire en oxydant un autre composé.

c. Stress oxydatif

Correspond à un déséquilibre entre la génération l'espèce oxygénées activées (EOA) et les défenses antioxydants de l'organisme, en faveur des premières. Notre mode de vie (tabagisme, alcoolisme, obésité, exercice physique intense), mais aussi nos mauvaises habitudes alimentaires, augmentent de façon anormal la production des EOA dans notre organisme. **(A.Favier,2006).**

Partie2 : Etude expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et Méthode

1. Matériel végétal :

Notre étude a été réalisée sur les feuilles mature et jeune de *laurus nobilis* L. correspondant respectivement au stade mature et juvénile, récoltées en mois de février 2024 dans la région de Relizane. La récolte des feuilles des deux stades a été effectuée très soigneusement de manière à ne pas détériorer les éléments organiques et minéraux présents. Après la récolte les feuilles ont été lavées plusieurs fois avec l'eau de robinet au laboratoire afin d'éliminer toute poussière et matières étrangères et puis ont été séchées pendant un mois dans un endroit sec et à l'abri de la lumière pour préserver au maximum l'intégrité des molécules. Une fois séchées le matériel végétal a été broyé en poudre à l'aide d'un broyeur électrique, étiqueté et conservé jusqu'à utilisation.



Figure 16: les feuilles mature et jeune de *laurus nobilis* L.

2. Etude expérimentale de la plante :

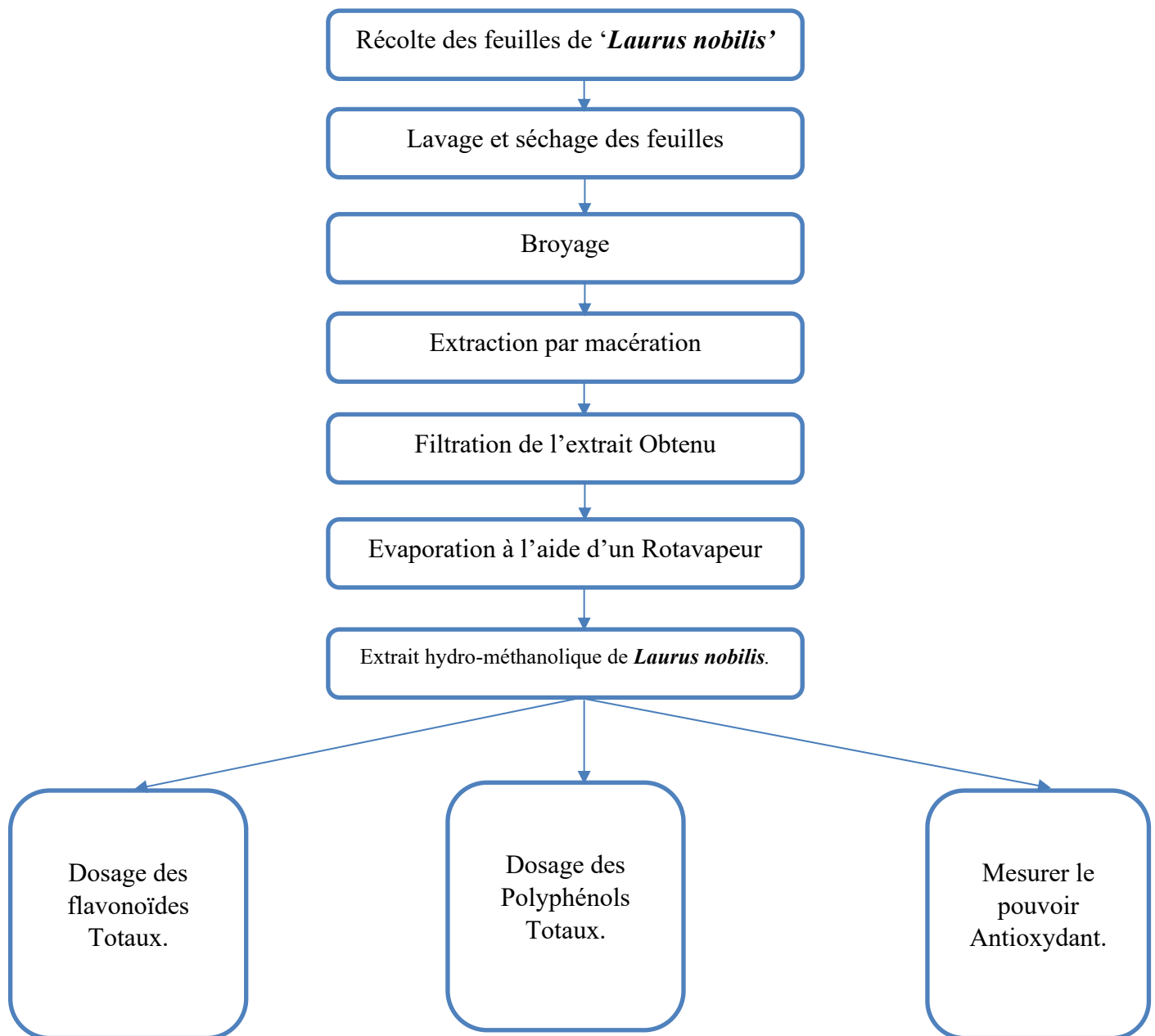


Figure 17: Protocole d'étude expérimentale.

2-1. Extraction :

Ce travail a été réalisé au laboratoire de microbiologie appliqué de la faculté des sciences et technologies de l'université de Relizane.

➤ Objectif

Le but de cette étape compose à extraire le maximum de molécules chimique bioactives contenues dans les parties aériennes de la plante *Laurus Nobilis* L. En utilisant deux phases optimisées (eau / alcool) qui accélèrent et augmentent le rendement d'extraction selon la littérature.

➤ Extraction Solide liquide

100g de la poudre végétale de chaque stade végétatif a été macéré dans un mélange hydro-alcoolique méthanol/eau (70% / 30%) sous agitation et resté 72 heures, le mélange est ensuite filtré sur papier filtre Whatman (0,5 µm) , par filtration sous vide , la macération a été répété trois fois pendant 72 heures avec renouvellement de solvant chaque 24 heures pour permettre la solubilisation maximal des composées .Les trois macéras filtrés sont réunis pour donner l'extrait hydrométhanolique brut ; celui-ci est réduit par évaporation à sec sous pression à 43 C° au rotavapeur et pesé après séchage total pour déterminer le rendement d'extraction, le poids du résidu sec et conservé dans une boîte de pétri comme extrait brut jusqu'à l'utilisation.

➤ Rendement d'extraction

Le rendement de l'extraction correspond au pourcentage de métabolite secondaire dans un solvant organique ou aqueux utilisé pour l'extraction (Abe et al., 2010). Il est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenue après évaporation du solvant et la masse de la poudre végétale utilisé. Ce rendement est calculé par l'équation suivant :

$$R (\%) = [M1/M0] * 100$$

R (%) : Rendement des extraits exprimé en pourcentage %. **M1** : La masse de l'extrait sec.

M0 : La masse de poudre la poudre végétale.

A- Macération :

➤ Principe

La macération est une méthode qui laisse la poudre de matériel végétal en contact prolongé avec un solvant, pour en extraire les principaux actifs. Elle se déroule à température ambiante ce qui est très positif pour conserver l'intégrité des molécules.

➤ Protocol

On a utilisé 100g des parties aériennes de la plante *Laurus Nobilis* L. dans les deux stades mature et juvénile sous forme de poudre dans un flacon, contenant un mélange solvant : (Méthanol : Eau) (70 : 30) : (V/V) et puis laisser macérer pendant 72 heures. Cette macération est répétée 3 fois. Les macérats hydro-méthanoliques ont été filtrés.



Figure 18: Le macérât hydro-méthanolique Cette étape (Macération) est répétée 03 fois.

B- Filtration :

Après la macération nous obtenue un extrait mélange il faut faire une filtration en utilisant le papier de Whateman pour récupérer un extrait pur.



Figure 19: Filtration de macérât hydro-méthanolique

C- Evaporation à sec :

Elle est réalisée à l'aide d'un évaporateur rotatif (Rotavapeur) à une température comprise entre 40 et 43C°. Afin obtenir un extrait sec.



Figure 20: Evaporateur rotatif

Après cette étape on ajoute une goutte de méthanol et on gratte l'extrait organique brut par une spatule pour le récupérer dans une boîte de pétri en verre stérile puis conservé jusqu'à l'utilisation.

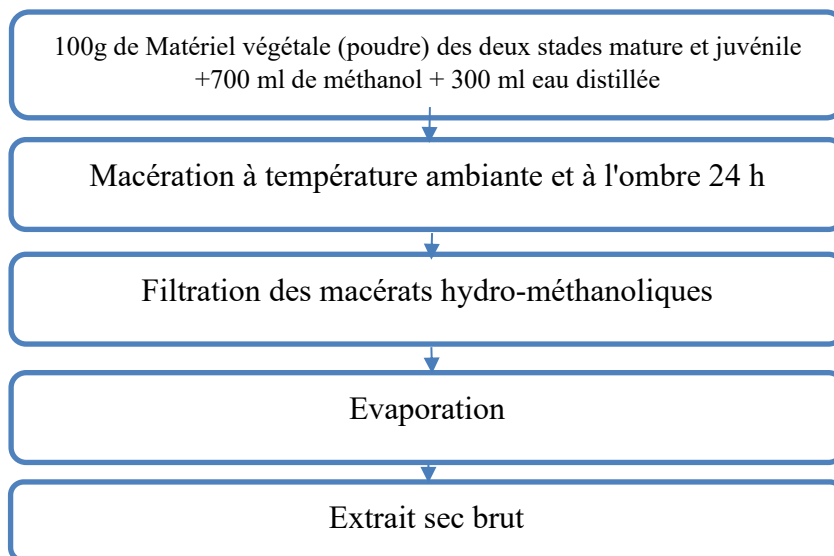


Figure 21: Protocol de préparation de l'extrait sec par macération.

2-2. Le Rendement d'extraction :

Le rendement de l'extraction est déterminé par le rapport entre la masse des Polyphénols extraits et la masse de la matière première végétale traitée. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$\text{Rdt (\%)} = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

P1 : Poids du ballon après évaporation.

P2 : Poids du ballon avant évaporation.

P3 : Poids de la matière végétale de départ.

3. Dosage des Polyphénols Totaux :

Cette partie a été réalisée au niveau du Laboratoire de recherche des Microorganismes Bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé (LMBAFS), université de Mostaganem.

Principe : Ce dosage repose sur la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin Ciocalteu. Ce dernier est constitué d'un mélange d'acide Phosphotungstique (H₃ PW₁₂ O₄) et d'acide Phosphomolybdique (H₃ PMO₁₂ O₄₀). L'oxydation des phénols réduit ce réactif en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle au taux de composés phénoliques oxydés dont l'absorbance est comprise entre 725 et 760 nm (Lit et al., 2007).

A. Méthode :

Un Volume de 0.2 ml d'extrait a été mélangé avec 1.5 ml de Folin Ciocalteu (10%). Après 5 minutes, on rajoute 1.5 ml d'une solution de Carbonate de sodium (6%). Le mélange est soumis sous agitation puis incubé à température ambiante à l'obscurité pendant 2h et l'absorbance est lue à 765 nm sur un Spectrophotomètre. L'acide gallique est utilisé comme standard de référence. Les résultats sont exprimés en microgramme équivalents d'acide gallique par g d'extrait sec (µg EA/g d'extrait).

$$\text{Polyphénols} = a. f/C$$

a : Concentration de Polyphénols (μg Eq acide gallique/g d'extrait) déterminée à partir de la courbe étalon.

f : Facteur de dilution ($\times 22$).

C : Concentration de l'extrait.

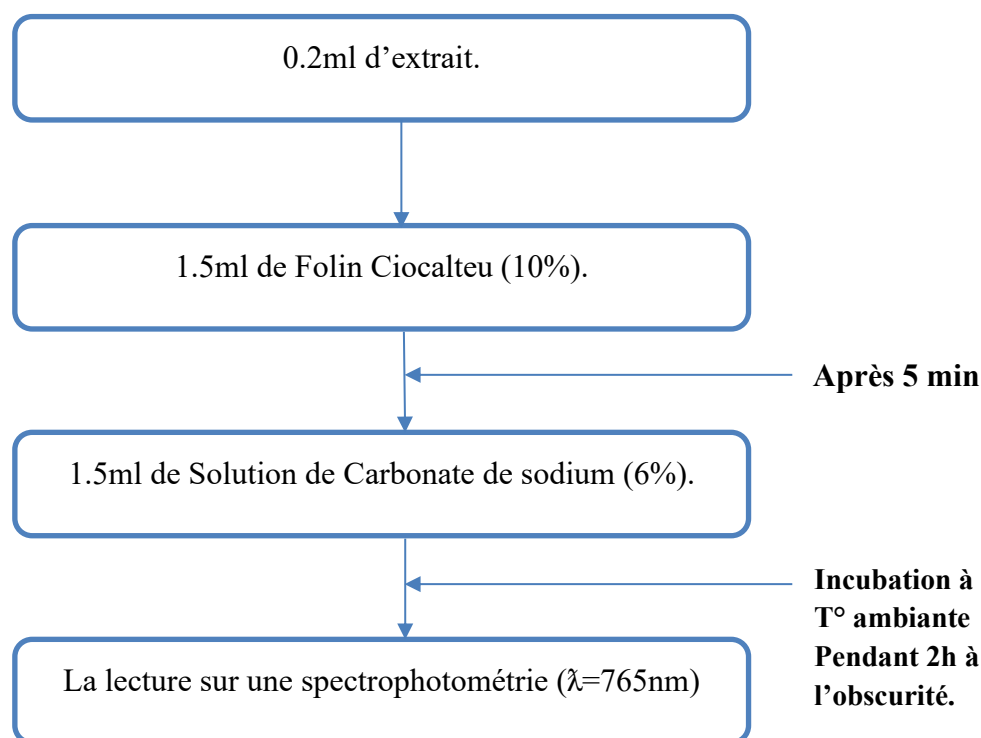


Figure 22: Protocol de dosage des Polyphénols totaux (Lit et al., 2007)

B. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique AG:

La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations de 0.1 à 10 $\mu\text{g/l}$, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme équivalents d'acide gallique par gramme de matière végétale.

4. Dosage des Flavonoïdes totaux :

Principe : Les flavonoïdes sont quantifiés par une méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium (AlCl₃) 2%. Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes, qui absorbe dans le visible à 510 nm (Ardestani et Yazdanparast, 2007).

A. Méthode :

Un Volume de 1 ml d'extrait a été additionné à 1 ml de Trichlorure d'aluminium à 2% (AlCl₃). Le mélange a été placé à température ambiante et a l'obscurité pendant 10 min puis l'absorbance a été mesurée à 430 nm sur un Spectrophotomètre. La Quercétine est utilisé comme standard de référence. Les résultats sont exprimés en microgramme équivalents Quercétine par g d'extrait sec (µg EQ/g d'extrait).

$$\text{Flavonoïdes} = a. f/C$$

a : Concentration de flavonoïdes (équivalent de catéchine/mg d'extrait) déterminée à partir de la courbe étalon.

f : Facteur de dilution (×10).

C : Concentration de l'extrait

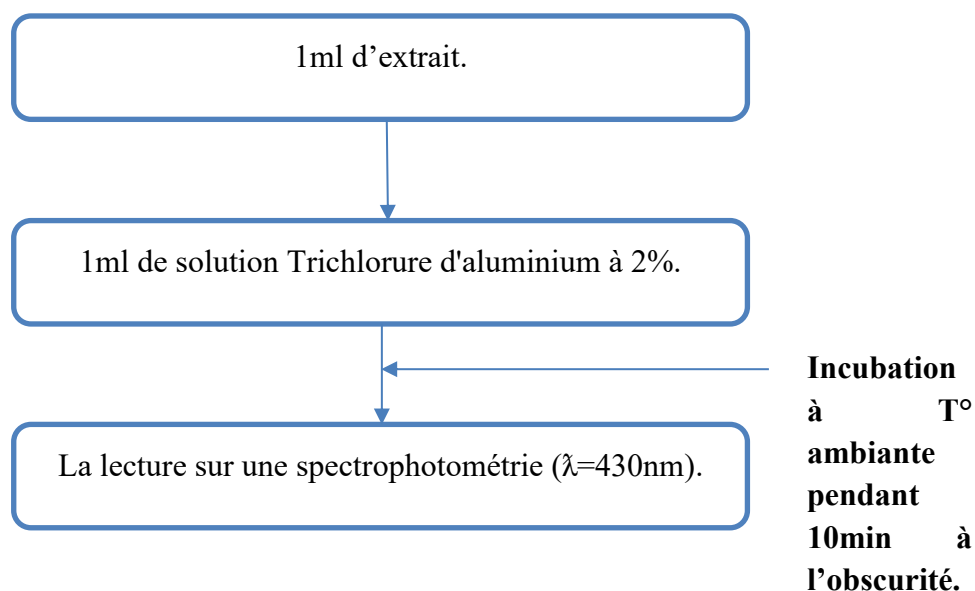


Figure 23 : Protocol de dosage des Flavonoïdes totaux (Ardestani et Yazdanparast, 2007)

B. Courbe d'étalonnage de la Quercétine :

La courbe d'étalonnage est effectuée par la Quercétine à différentes concentrations de 0.1 à 10 µg/l, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme équivalents de Quercétine par gramme de matière végétale.

5. Etude du pouvoir antioxydant :

De nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante, *in vitro* et *in vivo* des composés Phénoliques purs ou d'extrait. Dans notre étude nous avons utilisé des tests chimiques qui mesurent la réduction du piégeage du radical libre DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) (Sharma et al., 2009 ; Bourkhiss et al., 2010).

A. Évaluation de l'activité Anti-radicalaire du DPPH :

L'activité anti-radicalaire libre est déterminée par le dosage du DPPH (Blois, 1958). La méthode du DPPH utilise un radical relativement stable, dont les antioxydants réduisent ce radical ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphényl picryl hydrazine (Figure 19). Les absorbances mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du DPPH ; dont la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants donneur de proton présents dans l'échantillon (Sanchez Moreno, 2002 ; Parejo et al., 2003).

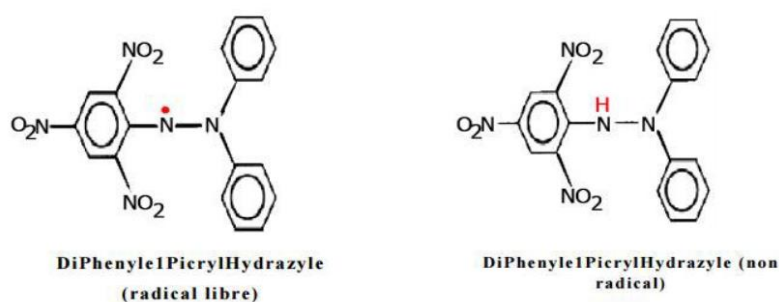


Figure 24 : Structure Chimique du radical libre et non radical (Molyneux, 2004)

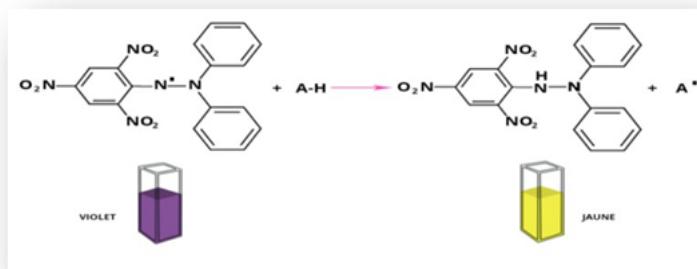


Figure 25: Transformation du radical DPPH• en DPPH, H

B. Mode Opératoire :

Le but est de tester le pouvoir de piégeage des deux extraits des feuilles matures et jeune du *Laurus nobilis* sur la réduction du DPPH selon le Protocole suivant (**Benariba et al., 2013**).

➤ Préparation Du DPPH :

3.15 mg de DPPH est dissous dans 50ml du méthanol pur pour obtenir une solution de DPPH.

➤ Préparation des échantillons :

Un Volume de 1ml de nos extraits est dissout dans 500µl de solution méthanolique de DPPH (0.16 mmol/ml), fraîchement préparée. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 0.1ml du méthanol avec 1ml d'une solution méthnolique de DPPH à la même concentration utilisée. Le mélange obtenu est ensuite agité, puis gardé à l'abri de lumière à température ambiante pendant 30min. Ensuite la lecture ce fait a l'aide d'un Spectrophotomètre de la densité optique à 517nm (**Figure 21**).

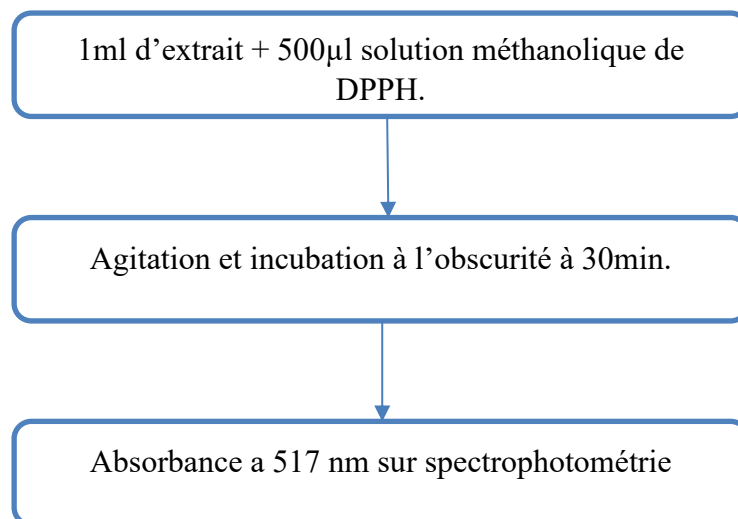


Figure 26 : Protocol du test de l'activité antioxydante du DPPH (Benariba et al., 2013)

Pourcentage D'inhibition du radical DPPH

$$I\% = ((Ac - At) / Ac) * 100$$

Ac : absorbance du contrôle négatif.

At : absorbance de l'extrait.

L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle positif à différentes concentrations. Le mécanisme réactionnel du test DPPH est présenté dans la Figure suivante (Figure 22)

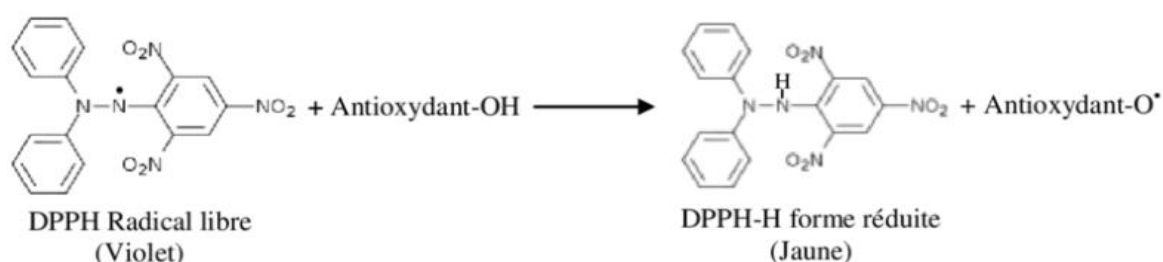


Figure 27 : Mécanisme réactionnel du test DPPH (Molyneux, 2004).

La valeur IC50 est la concentration d'extrait qui assure la réduction de 50% du DPPH, déterminée graphiquement par la régression linéaire, pour chaque extrait à partir de la courbe du pourcentage de réduction en fonction de la concentration (Samarth et al., 2008).

Donc IC 50 de chaque extrait est calculé :

$$IC50 = (Y - b) / a$$

C. Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique :

La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide ascorbique à différentes concentrations de 0.1 à 10 µg/l, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme équivalents d'acide ascorbique par gramme de matière végétale.

Chapitre 2 : Résultats et discussion

1. Résultats :

1-1. Rendement d'extraction des feuilles de *Laurus nobilis* L. :

Le rendement de l'extraction se calcule par le rapport entre la masse de l'extrait obtenu et la masse de la matière première végétale traitée. Après extraction et récupération d'extrait, leur rendement a été déterminé par rapport à 100 g de matière végétale exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$\text{Rdt (\%)} = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

P1 : poids du ballon après évaporation.

P2 : poids du ballon avant évaporation.

P3 : poids de la matière végétale de départ.

- **Feuilles de laurier mature** : **P1** : 226.3g / **P2** : 224.2g / **P3** : 100g.
- **Feuilles de laurier jeune** : **P1** : 393.1g / **P2** : 390.3g / **P3** : 100g.

Les rendements des extraits préparés des feuilles de Laurier par le mélange (eau/méthanol) sont présentés dans la **Figure 28**.

Les rendements des extraits en fractions organiques varient de **21%** à **27%** pour les stades mature et juvénile respectivement.

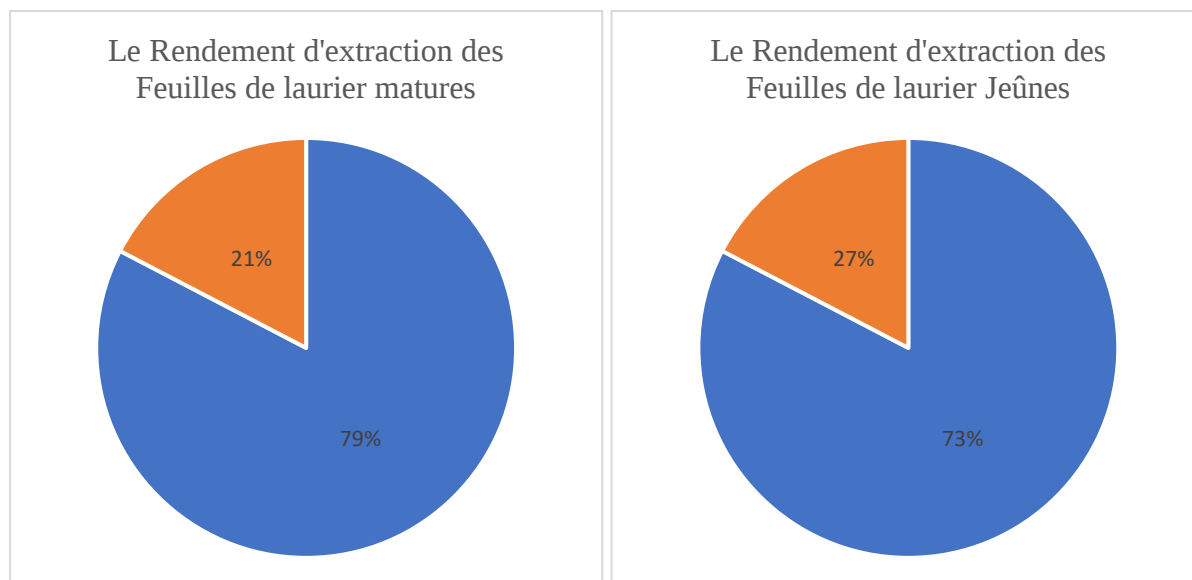


Figure 28 : Rendement d'extraction des feuilles de *Laurus nobilis* L.

Selon les résultats, on remarque que les rendements varient d'un extrait à l'autre. Cela repose sur plusieurs facteurs à savoir la température d'extraction, de la matière végétale initiale (en poudre ou en fragments), l'humidité et la différence de solubilité des composés chimiques dans le solvant d'extraction, à leur degré de polymérisation ou à leur implication dans autres structures moléculaires formant ainsi des complexes insolubles (**Wattiaux, 1994**).

Selon **Michel et al. (2012)**, le rendement d'extraction dépend principalement de la nature du solvant utilisé pour l'extraction et des propriétés chimiques des molécules à extraire. De même, la méthode d'extraction (macération, décoction, infusion) joue également un rôle important dans la détermination du rendement ainsi que la composition chimique de l'extrait préparé (**Tefiani, 2015**).

Le résultat de rendement d'extraction trouvé à partir de cette méthode d'extraction des feuilles de *Laurus nobilis* avec le méthanol est supérieur à celui déterminé par **Aymanet al., 2019** qui ont révélé que le rendement par une macération en (80%) de méthanol est égal à **(15,49%)**, et inférieur par rapport aux résultats de l'étude de **Humaira et al., 2019**, **(52% MeOH)** de rendement.

Tolba et al., 2021 ont optimisé une méthode d'extraction des feuilles de *Laurus nobilis* par macération avec différents solvants (méthanol, chloroforme, éther de pétrole) et ont révélé que l'extrait de méthanol a représenté le rendement le plus élevé **12,975%**.

La bonne solubilité a été détecté dans le méthanol, puisque la polarité des solvants utilisés est influencée par la solubilité différentielle des différents composés phénoliques et d'autres métabolites secondaires contenus dans l'extrait méthanolique et ses fractions (**Ghazghazia et al., 2013**).

Le rendement qui est lié à la quantité de métabolites présents dans la plante n'est que relatif et dépend des propriétés génétiques, de l'origine géographique, la durée de stockage, la récolte et de la méthode et des conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée (**Lee et al., 2003**), et le pH et la température du milieu, le temps d'extraction (**Quy Diem Do et al., 2014**).

1-2. Dosage des Composés Phénolique :

I.2.1 Teneur des Polyphénols totaux dans les extraits des feuilles de *Laurus nobilis* L.

L'étude quantitative des extraits bruts, préparés à partir des feuilles de *Laurus nobilis*, par le moyen des dosages spectrophotométriques avait pour objectif la détermination de la teneur des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux.

La raison principale pour le choix de ces substances réside dans le fait que la majorité des effets pharmacologiques des plantes leur sont attribués.

La mise en évidence des polyphénols dans les extraits méthanoliques de la plante *Laurus nobilis* L. étudié a révélé que cette espèce est très riche en polyphénols.

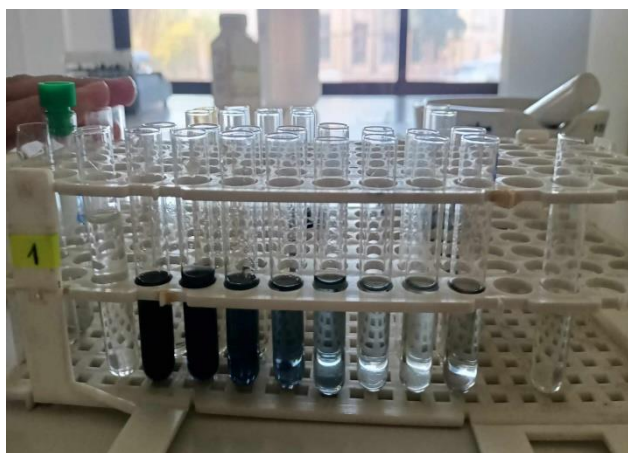


Figure 29 : Le criblage des polyphénols totaux chez l'espèce *Laurus nobilis* L.

La teneur en polyphénols totaux de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage linéaire ($y = ax+b$) (**Figure 30**) et exprimée en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g ES) réalisée à différentes concentrations.

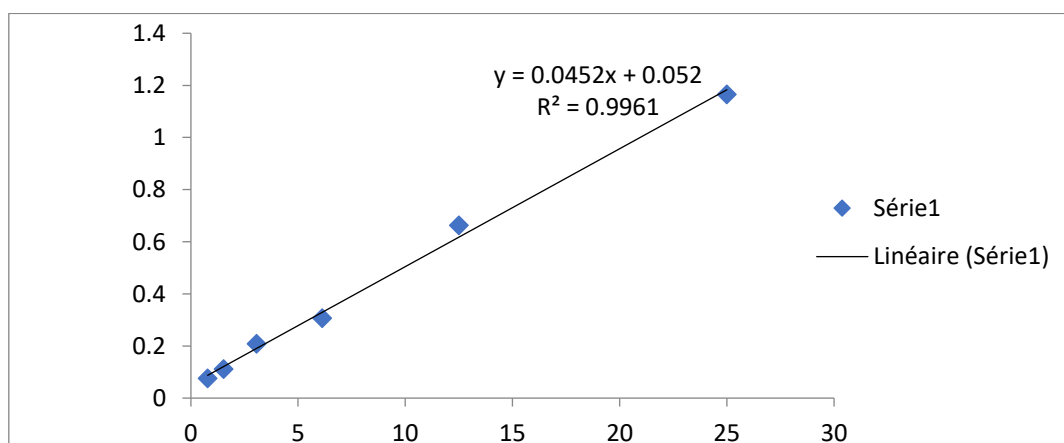


Figure 30: Courbe étalon de l'acide gallique.

Tableau 03. La Teneur des polyphénols totaux des extraits des feuilles de laurier matures et Jeûnes.

Feuilles de ' <i>Laurus nobilis</i> L' matures : (mg EAG/g)	Feuilles de ' <i>Laurus nobilis</i> L' jeûnes : (mg EAG/g)
204.955 ± 0.26	219.11 ± 0.17

Les résultats du dosage des composés phénoliques totaux des feuilles matures et jeunes de *Laurus nobilis* L sont représentés dans le tableau ci-dessus.

On observe que les résultats obtenus montrent que les feuilles jeunes de *Laurus nobilis* L possèdent une teneur en polyphénols totaux égale à **(219.11 mg EAG/g)** et supérieure à celle trouvé chez les feuilles matures de la même plante qui possèdent une teneur en polyphénols totaux égale à **(204.955 mg EAG/g)** ce qui s'explique par la diminution du profil phénolique au cours de la maturation des végétaux. D'une manière générale, l'estimation de la teneur des phénols totaux, indique que cette plante est riche en ces composés.

Nos résultats ont montré des valeurs relativement plus supérieures à ceux trouvé par **DIAS et al., 2014** qui ont trouvé un taux en polyphénols totaux de **(55.38mg EAG/g)**.

Par rapport aux résultats obtenus, nos résultats sont relativement supérieures avec les résultats de **Ameni, 2018** qui a obtenu une valeur de **(14,37±0,79 mg EAG/g)**. Mais sont relativement similaires à ceux trouvés par **Yakhlef, 2010** qui ont obtenu des teneurs en polyphénols de l'extrait méthanolique de **(166,81±8,69 mg EAG/g)**.

La variation du taux de polyphénols peut être due à la diversité aux différents procédés d'extraction tels que; le type de solvant, la température et le temps d'extraction (**Politeo et al., 2007**), ou peut être due à la faible spécificité du réactif de «Folin Ciocalteau» qui est l'inconvénient principal de ce dosage colorimétrique. Il a été montré que le réactif est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes d'hydroxyles non seulement celles des composés phénoliques, mais également de certains sucres et protéine. La teneur phénolique d'une plante dépend aussi à certains facteurs tels que, les conditions climatiques, les conditions de stockage et stade végétatif de la plante (**Saab, 2015**).

I.2.2 Dosage des Flavonoïdes totaux dans l'extrait des feuilles de '*Laurus nobilis* L.' :

Le dosage des flavonoïdes a été calculé à l'aide d'une courbe d'étalonnage linéaire ($y = ax+b$) (**Figure 31**) et est réalisée avec des solutions étalons de la Quercétine à différentes concentrations (mg EQ /g ES).

La teneur en flavonoïdes de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 430 nm, les résultats sont portés sur le (**Tableau 04**)

La mise en évidence des flavonoïdes dans les extraits méthanoliques de la plante *Laurus nobilis* L. a révélé que cette espèce présente une faible teneur en flavonoïdes.

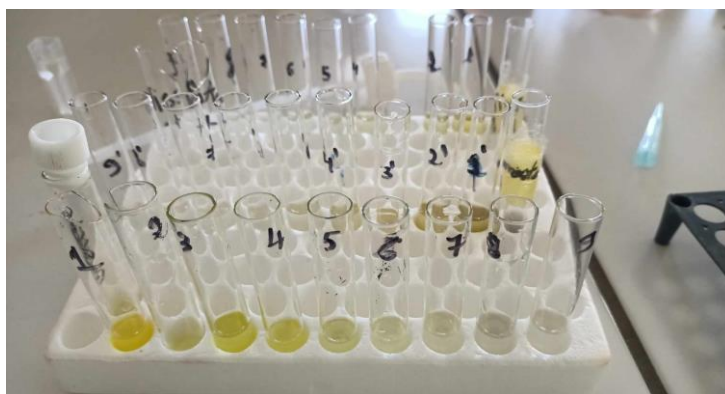


Figure 31 : Dosage des flavonoïdes totaux chez l'espèce *Laurus nobilis* L.

L'Équations de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage exprimées en mg Eq. Quercétine par g d'extrait (**Figure 32**).

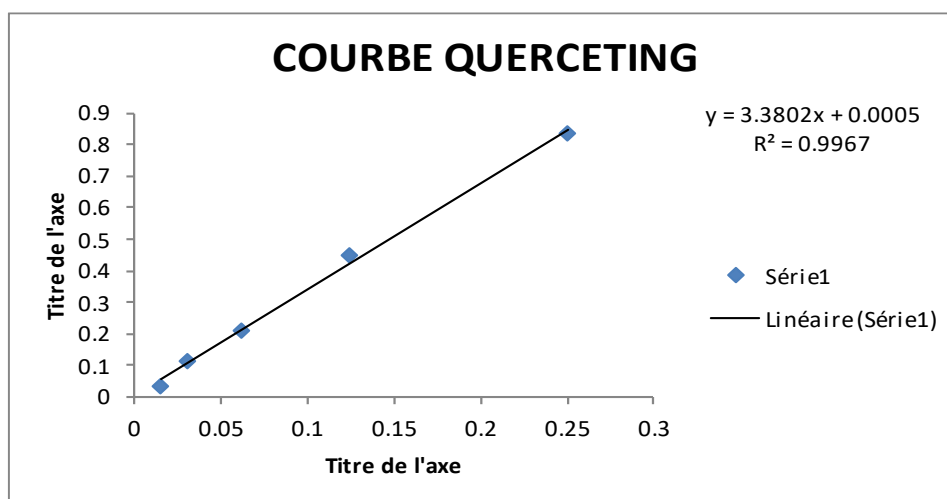


Figure 32 : Courbe étalon de Quercétine.

Tableau 04. La teneur en flavonoïdes totaux dans les feuilles de *Laurus nobilis* L. matures et Jeûnes.

Feuilles de ' <i>Laurus nobilis</i> L' matures : (mg EqQ/g)	Feuilles de ' <i>Laurus nobilis</i> L' jeûnes : (mg EqQ/g)
0.40 ± 0.001	0.42 ± 0.01

Suivant le tableau on remarque que les teneurs des flavonoïdes dans les deux extraits sont faibles proportionnées vont de **0.40 mgEqQ/g** à **0.42 mgEqQ/g**, la valeur la plus élevée a été détecté dans la stade juvénile (**0.42 ± 0.01 mgEqQ/g**). La quantité enregistrée avec les deux extraits sont presque similaire dans les deux stades mature et juvénile.

Alors les différentes teneurs des flavonoïdes totaux des feuilles de *Laurus*, révèlent que cette plante est pauvre en flavonoïdes.

Nous pouvons expliquer la différence des résultats entre les extraits d'une part, par le nombre différent des structures sécrétoires dans les divers tissus végétaux d'autre part, par la sélectivité de chaque solvant utilisé pour le fractionnement, car les flavonoïdes constituons le groupe le plus hétérogène des composés phénoliques, dont certaines classes sont solubles dans les solvants polaires tandis que, d'autres (les flavonoïdes aglycones) sont solubles dans les solvants

apolaires donc on peut dire que *Laurus nobilis* possède les flavonoïdes polaires qu'apolaires (Macheix et al., 2006; Kaurinovic et al., 2010; Ghedira, 2005).

L'étude réalisée par Yakhlef, 2010 sur les feuilles de la même espèce a trouvé une teneur importante en flavonoïde pour l'extrait méthanolique ($4,75 \pm 0,03$ mg EQ/g d'extraits) par rapport à nos extraits.

Ces résultats sont en accord avec le travail de Guerdouh, 2017 qui a trouvé une faible quantité des flavonoïdes 0.76 ± 2.15 mg EqQ/g.

Il est important de souligner que l'utilisation de plante d'origine géographique et climatique distinctes ainsi que des méthodes d'extraction et de dosage différentes réduisent la fiabilité d'une comparaison entre les études (Patrakar et al., 2012).

1-3. Evaluation du pouvoir antioxydant :

I.3.1 Test de réduction du radical libre le DPPH :



Figure 33 : Résultats du test de DPPH.

L'activité antioxydante dépend de la mobilité des atomes d'hydrogène du groupe hydroxyle des composés phénoliques. En présence d'un radical libre DPPH, l'atome H est transféré sur ce dernier ainsi transformé en une molécule stable DPPH, ceci provoque une diminution de la concentration du radical libre et également de l'absorbance pendant le temps de réaction à l'appauvrissement du donneur d'hydrogène donc de sa capacité antioxydante. Le DPPH a une couleur violette mais lorsqu'il est piégé par des substances antioxydantes, sa couleur vire au jaune pâle. Le virage vers cette coloration et son intensité dépendent de la nature, de la concentration et de la puissance de la substance anti-radicalaire (Patrakar et al., 2012).

L'activité antioxydante des extraits de plante étudiée et l'antioxydant standard (acide ascorbique) vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH•) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 517 nm. Dans ce test, le substrat est un radical libre qui, en réagissant avec une molécule antioxydante, se transforme en DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) avec perte de son absorbance caractéristique à 517 nm. Les réactions ont lieu à température ambiante et en milieu éthanolique, qui permet une bonne solubilisation de la plupart des antioxydants. Ce test est très utilisé, car il est rapide et facile, malgré qu'elle soit coûteuse.

La teneur en vitamine C est exprimée en microgramme équivalent d'acide ascorbique par gramme d'extrait (**Figure 34**).

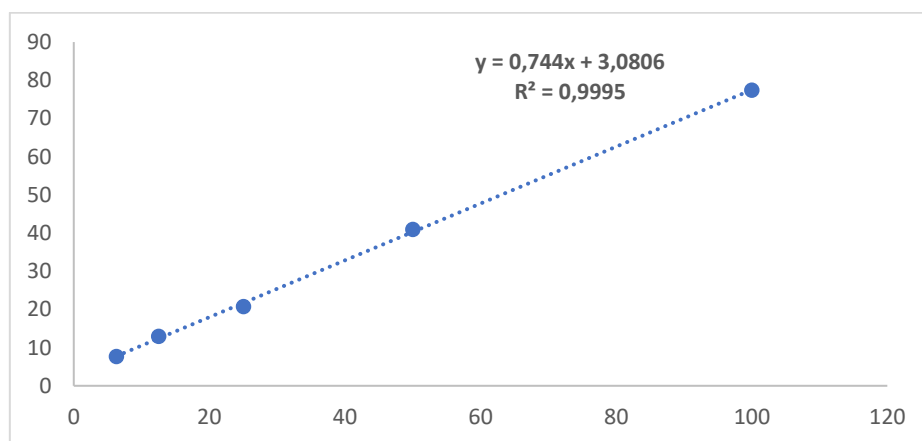


Figure 34: Courbe étalon d'acide ascorbique.

Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires. Les pourcentages d'inhibition des radicaux libres ainsi que les valeurs EC50 (autrement appelée concentration inhibitrice à 50%). L'inhibition radicalaire de DPPH est généralement présentée par la valeur EC50, celle-ci est la concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du radical libre DPPH• présent dans le milieu réactionnel.

Les EC50 sont calculées graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testées. Elle est exprimée en milligramme d'extrait par gramme de DPPH (**Sangun et al., 2007; Patrakar et al., 2012**). Le EC 50 a été calculé à partir d'équation de la courbe voir la **Figure 35** et le **Tableau 05**.

I.3.2 Calcul des pourcentages d'inhibitions I% :

Les résultats du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par l'extrait méthanolique des feuilles de '*Laurus nobilis L*' sont illustrés dans le **Tableau 05** et la **Figure 35**.

Ces résultats sont comparés aux pourcentages d'inhibition par un puissant antioxydant (acide ascorbique) utilisé dans cette étude comme témoin positif (**Figure 35**).

Nous avons calculé les pourcentages d'inhibition par la formule suivante :

$$I\% = ((Ac - At) / Ac) * 100$$

Ac : Absorbance du contrôle négatif. / **At** : Absorbance de l'extrait.

Les résultats sont représentés sur la **Figure 35** et le **Tableau 05**

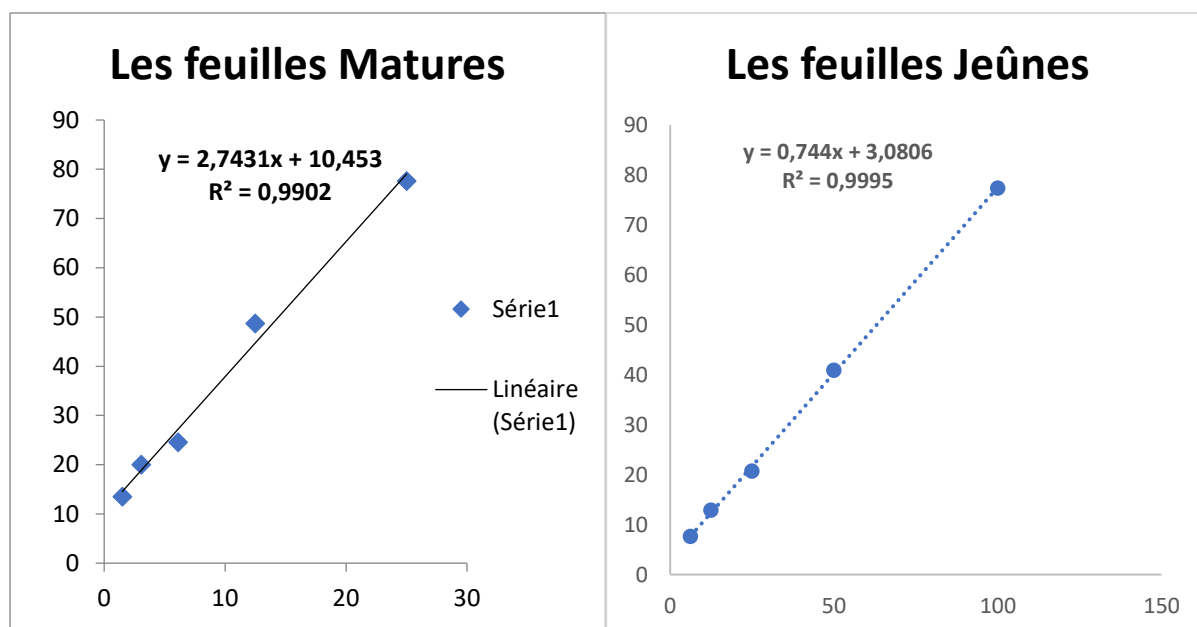


Figure 35 : le taux d'inhibition en (%) des extraits hydrométhanoliques des feuilles de '*Laurus nobilis L*' mature et jeune en fonction des concentrations du radical libre DPPH.

Tableau 05: Les taux d'inhibition des extraits méthanoliques (teste DPPH) par rapport à l'acide ascorbique et en fonction des concentrations testés.

						IC 50
Concentrations testées (µg/ml)	25	12.5	6.25	3.12	1.56	/
Pourcentage d'inhibition de l'acide ascorbique (%)	77.34	40.92	20.70	12.91	7.67	63.06 ± 00 µg/ml
Pourcentage d'inhibition de l'extrait des Feuilles de laurier matures (%)	77.62	48.71	24.59	20	13.52	144.16 ± 0.08µg/ml
Pourcentage d'inhibition de l'extrait des Feuilles de laurier Jeûnes (%)	99.81	73.85	48.68	30.47	20.24	73.61 ± 0.009 µg/ml

I.3.3 Evaluation de l'IC50 :

L'IC50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée.

Une faible valeur d'IC50 indique une activité antioxydante forte, les résultats des tests ont montré que le pourcentage d'inhibition des radicaux libres augmente avec l'augmentation de la concentration pour le produit témoin d'acide ascorbique (vitamine C) ainsi que les extraits testés.

La concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du DPPH radicalaire, est calculée par régression linéaire des pourcentages d'inhibition calculés en fonction de différentes concentrations d'extrait préparé.

La concentration de l'acide ascorbique qui inhibe 50% du DPPH (IC50) est évaluée graphiquement. L'acide ascorbique présente donc un faible (IC50), ce qui est en accord avec le pouvoir antioxydant élevé obtenu.

Selon les valeurs obtenu de l'IC50 déterminé à partir de la courbe d'inhibition du radical libre DPPH enregistré dans cette étude ont montrés une IC50 de (**144.16 ± 0.08 µg/ml**) chez le stade mature qui a présenté un faible pouvoir antioxydant ensuite vient le stade jeune avec (**73.61 ± 0.009 µg/ml**) qui était le plus active, ces valeurs sont supérieures à celle d'acide ascorbique qui a montré l'IC50 la plus basse (**63.06 ± 0.00 µg/ml**) qui représente le standard le plus puissant en piégeage des radicaux libres.

Nos résultats montrent que les feuilles jeunes ont un pouvoir antioxydant plus élevé que les feuilles matures.

En comparant nos résultats de IC₅₀ de l'extrait méthanolique avec les résultats de **Yakhlef, 2010** dans la même plante, nous constatons que nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par **Yakhlef, 2010 (IC₅₀ 6.33 ± 0.136 µg/ml)**. Nos résultats sont également supérieurs à ceux de **Tolba, 2021 (IC₅₀ 27.218 ± 00 µg/ml)** enregistré avec l'extrait méthanolique.

Nous pouvons déduire que l'extrait méthanolique de la plante de notre région est un très bon antioxydant.

Plusieurs études ont eu pour objet la détermination du pouvoir antioxydant de certains extraits de *Laurus nobilis*, on cite celles de **Vétérinaires, 2013** qui a trouvé un **IC₅₀=25.3 µg/ml** de l'extrait des feuilles qui est plus proche de nos résultats de l'extrait méthanolique.

D'un autre côté **Khodjaa et al., 2021** indiquent que l'extrait brut éthanolique des feuilles de *Laurus nobilis* présente une activité remarquable vis-à-vis du piégeage du DPPH avec un **IC₅₀= 0,198µg/ml**.

L'activité antioxydante des extraits méthanolique (bruts et graissés) des feuilles, d'écorce et des fruits de *Laurus nobilis* ont été étudiés au niveau de la peroxydation de lipide (LP) dans les liposomes. Les résultats ont montré que tous les extraits de recherche présentaient une activité antioxydante. L'extrait dégraissé des feuilles a montré une inhibition plus élevée du LP que l'extrait brut et que tous les autres extraits et le maximum de son activité (**68,4%**) a été atteint avec une plus petite quantité (2,0 mg) (**Sangun al., 2007**).

La forte inactivation des radicaux DPPH par les polyphénols présents dans les feuilles de *Laurus nobilis* pourraient s'expliquer par le degré élevé de corrélation qu'est observé entre la teneur totale en phénol et la capacité de l'extrait méthanolique à neutraliser les radicaux DPPH. Ceci est indiqué par le fait que les composés phénoliques jouent un rôle clé dans la neutralisation des radicaux libres qui se produit par le mécanisme du transfert d'hydrogène (**Kaurinovic et al., 2019**), leur pouvoir piègeur des radicaux libres ont montré que l'activité anti-radicalaire est dépendante du nombre, de la position et de la nature des substituants sur les cycles B et C (groupements hydroxyles, glycosyles) et le degré de polymérisation (**Azimzadeh et al., 2018**).

Conclusion

Conclusion

L'utilisation des plantes médicinales a reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale, et la recherche concernant les composés phénoliques fait l'objet d'une forte stimulation au cours des dernières années, ainsi qu'ils sont une source biologique active naturels, et également le besoin de la recherche d'une meilleure médication par une thérapie plus douce sans effets secondaires.

Dans ce travail, nous intéressons à l'étude phytochimique par le dosage des polyphénols et des flavonoïdes suivi par l'évaluation d'activité biologique comme l'activité antioxydante, par l'extrait (Eau/Méthanol) des feuilles de *Laurus nobilis* chez deux stades différents jeune et mature afin de déterminer l'évolution de ce pouvoir antioxydant au cours de la maturation qui sont utilisées largement en médecine traditionnelle à travers le monde et dans l'art culinaire.

L'étude phytochimique a permis de détecter les différentes familles de composées chimiques existantes dans les feuilles du *Laurus nobilis*, la présence des Polyphénols en quantité plus élevés, avec des flavonoïdes en faible teneur.

Sur la base des résultats obtenus pour les rendements des extraits a montré une rentabilité importante en extraits polaires (MeOH) par (27%) chez les feuilles jeunes, alors qu'elle s'affaiblit en passant aux extraits du stade mur par (21%).

A propos de l'analyse quantitative des polyphénols totaux l'extrait de MeOH chez le stade jeune le plus élevées que le stade mature par ($219.11 \pm 0.17 \text{ mgEqAG/g}$ d'extrait), cela indique que le phénol diminue progressivement que la plante mûrie.

Les flavonoïdes indiquent des pourcentages vont de (0.42 ± 0.01 à $0.40 \pm 0.001 \text{ mgEq/g}$) beaucoup plus faibles que les phénols totaux chez les deux extraits.

L'étude du pouvoir antioxydant par la méthode du DPPH a confirmé les propriétés puissantes que possèdent les composés phénoliques dans l'extrait méthanolique, sa valeur d'IC₅₀ la plus importante est égale à $73.61 \pm 0.009 \text{ } \mu\text{g/ml}$ chez les feuilles jeunes suivi par le stade mur avec IC₅₀ $144.16 \pm 0.08 \text{ } \mu\text{g/ml}$.

Ce test montre que la plante possède une activité antioxydante très élevé, cette activité est liée en grande partie à la richesse des extraits en composés phénoliques dans les feuilles jeunes de la plante (les phénols totaux les flavonoïdes).

Ces derniers résultats montrent que les extraits du laurier noble constituent une bonne source d'antioxydants naturels et peuvent donc être employés comme conservateur pour prévenir l'oxydation des produits alimentaires et cosmétiques ou pour l'enrichissement des matrices alimentaires.

En perspectives,

Nos résultats préliminaires montrent que les extraits testés témoignent d'activité antioxydante in vitro, d'autres études approfondies sont nécessaires et se résument dans les points suivants :

- 1) Ces résultats peuvent être considérés comme un point de départ pour la recherche de nouvelles molécules biologiquement actives.
- 2) La substance peut être très active in vitro, puis perdre cette activité une fois pénétrée dans le corps, c'est pourquoi il est conseillé de mener une étude in vivo est souhaitable, pour obtenir une vue globale sur l'activité antioxydante des extraits testés.
- 3) Isolement des composés actifs dans les différents extraits par des méthodes plus spécifiques.
- 4) Evaluation d'autres effets biologiques in vitro comme in vivo des extraits et de leurs composés actifs en utilisant différentes techniques.
- 5) Elargir la culture de la plante.

Références Bibliographiques

Références Bibliographique :

-A-

ANTON R, LOBSTEIN A. (2005) - Plantes aromatiques. Epice, aromates, condiments et huiles essentielles- Tec & Doc, Paris (France).

Atanda O.O., Akpan I., Oluwafemi F. (2007) The potential of some spice essential oil in the control of *A. parasiticus* CFR 223 and aflatoxin production, Food Control 18: 601-607.

Abdille M.H., Singh R.P., Jayaprakasha G.K., Jena B.S., (2005). Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits, Food Chemistry, 90(4). 891- 896.

Ardestani, A. and Yazdanparast, R. (2007) Antioxidant and Free Radical Scavenging Potential of *Achillea santolina* Extracts. Food Chemistry, 104, 21-29.

Abu-Dahab & Kasabri, Violet, Rana & Afifi, Fatma. (2013). "Evaluation of the volatile oil composition and antiproliferative activity of *Laurus nobilis* L. (Lauraceae) on breast cancer cell line models". Records of Natural Products.

Aqilikhorsani MS. (1992). Collection of drugs (Materia media). Enqelab-e-Eslami.

A. Favier, 2006, Stress oxydant et pathologies humaines, Annales Pharmaceutiques Françaises, Volume 64, Issue 6, Pages 390-396, ISSN 0003-4509,
[https://doi.org/10.1016/S0003-4509\(06\)75334-2](https://doi.org/10.1016/S0003-4509(06)75334-2)

Ameni, D. (2018). Effets antioxydants des extraits de la plante médicinale *daphne gnidium* L. utilisée en Algérie (Doctoral dissertation).

Azimzadeh, B., & Jahadi, M. (2018). Effect of chitosan edible coating with *Laurus nobilis* extract on shelf life of cashew. Food Science & Nutrition, 6(4), 871-877.

-B-

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

Ben Jemâa J.M., Tersim N., Taleb Toudert K., Khouja M.L. (2012). Insecticidal activities of essential oils from leaves of *Laurus nobilis* L. from Tunisia, Algeria and Morocco, and comparative chemical composition. Journal of Stored Products Research. 48, pp : 97-104.

Beloued A. (2001) - Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires. Alger, p124.

- Brongniart, Adolphe (1837a).** "Notice historique sur Antoine-Laurent de Jussieu". Annales des sciences naturelles. Botanique. 2nd series VIII: 5–24.
- Beloud A. (2005).** Plantes médicinales d'Algérie .5ème édition. Ben aknoun .
- Beloued A.,2005.** Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires. Alger. 124p.
- Botineau M,Pelt J., 2015.** Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques. Paris: Ed.
- Bouchaale I, Kahalerras A, Zouaoui S. (2015).** Etude comparative de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Laurus nobilis* de deux régions (Algérie et Tunisie).
- Bechkri C et Meslem B. (2018).** L'évaluation de l'activité anticoagulante des polysaccharides isolés de feuille de *Laurus nobilis* L.
- 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.
- Brown J. E., Khodr H., Hider R. C., Rice-Evans C. (1998)** Structural dependence of flavonoid interactions with Cu²⁺ ions. *Biochem. J.* 330 : 1173-1178.
- Bruneton J. (1999)** Pharmacognosie et photochimie des plantes médicinales. 3ème Ed Tec&Doc. Paris.
- Blois MS. (1958).** Antioxidant determinations by the use of a stable Free Radical. *Nature*, vol .4617, n°181, p1119-1200
- Bourkhiss et al., 2010.** Parties de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters du Maroc. *Bulletin de la société royale des sciences de liège*. 141-154.
- 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.
- BAUDOUX D, 2008.** L'aromathérapie se soigner par les huiles essentielles. Bruxelles: Ed. Amyris; 256 p.

-C-

Codina, C. (2003). Investigation of Bolivian plant extracts for their radical scavenging activity and antioxidant activity. *Life Sciences*, 73(13), 1667-1681.

Chanderbali, A. S., van der Werff, H., & Renner, S. S. (2001). Phylogeny and Historical Biogeography of Lauraceae: Evidence from the Chloroplast and Nuclear Genomes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 88(1), 104–134. <https://doi.org/10.2307/2666133>

COUIC MARINIER F (2014). Se soigner avec les huiles essentielles : 101 maux de A à Z soulagés par l'aromathérapie. Paris: Ed. Solar;. 160 p.

-D-

Demir V, Guhan T, Yagcioglu AK, Degirmencioglu A. (2004). Mathematical Demir V. E. D. A. T., Gunhan T. U. N. C. A. Y., Yagcioglu A. K., & Degirmencioglu A. D. N. A. N. 2004. Mathematical modelling and the determination of some quality parameters of air-dried bay leaves. *Biosystems engineering* 88(3): 325-335.

Demo A., Petrakis C., Kefalas P., Bosliou D., 1998, Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plants leaves. *Food Research international*. 31 (5) : 351-354. des feuilles de *Glycyrrhiza glabra*. [These] : Biochimie : Université Oran

Dacosta, Y. (2003) Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris. 317 p.

-E-

Epifano, F., Genovese, S., Menghini, L., ET Curini, M., (2007). Chemistry and pharmacology of oxyprenylated secondary plant metabolites. *Photochemistry*, 68:939. pp: 953. espèces du genre *Pinus* poussant en Algérie. [These]: Chimie Organique Appliquée: essential oil of *Laurus nobilis* against streptococci and etrazole- and maximal electroshock-induced seizures. *Phytomedicine*, Vol. 9, n°3, pp : 212-216 et de persil. [Thèse] : Chimie organique : Université Oran.

Effendi, L., et Yajun, Y., (2008). Pharmacologie 2ème Ed : Médecine Flammarion. Paris, pp : 289.

-F-

Ferreira A., Proença C., Serralheiro M.L.M., Araújo M.E.M. (2006) The in vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal. *J. Ethnopharmacology*. 108: 31-37.

Fang F, Shengmin S, Kuang YC, Alexander G, Chi-Tang H, Robert TR. (2005). Étude des caractéristiques microbiologiques du lait bovin réfrigéré et supplémenté en huile essentielle de *Laurus nobilis* L.

Fiorini, P., & Shiller, Z. (1998). Motion planning in dynamic environments using velocity obstacles. *The international journal of robotics research*, 17(7), 760-772.

-G-

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

Guedouari R. (2012). Etude comparative de la pharmacognosie des différentes parties du *Laurus nobilis* l. essais de formulations thérapeutiques. Thèse de Magister université m'hamedbougara boumerdes.

Gürbüz Ö., Üstün O., Yeşilada E., Sezik E., Akyürek N. (2002) In vivo gastroprotective effects of five Turkish folk remedies against ethanol-induced lesions, *J. Ethnopharmacol.* 83: 241-244.

Gee J.M., Johnson I.T. (2001) Polyphenolic compounds : interactions with the gut and implications for human health. *Current Medicinal Chemistry*. 8 : 1-182.

Ghestem, A., Seguin, E., Paris, M., et Orecchioni, A.M., (2001). Le préparateur en pharmacie dossier 2ème Ed TEC&DOC. Paris. pp275. (cited in Djemai Zoueglache S, 2008).

Ghazghazia, H., Chediab, A., Abderrazakb, M., & Brahima, H. (2013). Comparaison des contenus en polyphénols et de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de quatre plantes collectées du nord de Tunisie. *Microbiol Hyg Alim*, 25(73), 37-41.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4), 162-169.

-H-

Harborne J. B., Williams C. A. (2000) advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*. 55 : 481-504.

Hess M., 2002. *Alkaloids, Nature's Curse or Blessing* 1ère édition. Ed. WileyVCH, New York. USA. 297 p.

-I-

Iserin P ; Masson M ; Restellini J.P YBERT E DE LA ROQUE R ET VICAN P, (2001) : Larousse encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparations , soin Edit : Larousse, Paris, 335 pp Isolation and identification of cytotoxic compounds from Bay leaf (*Laurus nobilis*).

-J-

Jeun, J. M., Annie.,F.,et Chrystian, J. L. ,(2005). les composés phénoliques des végétaux.pp 203- 204.

JOLLOIS R, PENOËL D, FRANCHOMME P, 2001. L'aromathérapie exactement: encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles : fondements, démonstration, illustration et applications d'une science médicale naturelle. Limoges: Ed. Roger Jollois; 490 p.

-K-

Kivçak, Bijen & Mert, Tuba. (2002). Preliminary evaluation of cytotoxic properties of *Laurus nobilis* leaf extracts. *Fitoterapia*. 73. 242-3. 10.1016/S0367-326X(02)00060-6.

Kaurinovic, B., Popovic, M., & Vlaisavljevic, S. (2019). In vitro and in vivo effects of *Laurus nobilis* L. leaf extracts. *Molecules*, 15(5), 3378-3390.

Khodjaa, Y. K., Bachir-bey, M., Ladjouid, R., Katiac, D., & Khettalb, B. (2021). In vitro antioxidant and antibacterial activities of phenolic and alkaloid extracts of *Laurus nobilis*. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 11(3).

-L-

Lin W-W, Karim M, (2007). A cytokine-mediated link between innate immunity, inflammation, and cancer.

-M-

Myose M.,Paris R., 1976. Précis des matières médicales. Ed Masson. 161-162p.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 26(2), 211-219.

Marouf,A.,Reynaud,J.(2007). La botanique de A à Z.DUNOD.paris, pp :114 ,175,295. Med Liege.62: 10 pp 628-638.Mentouri Constantine.P19.

Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C.(2006).Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR presses polytechniques..p3-13.

-N-

Nadeem M. A., Aasim M., Kırıcı S., Karık Ü., Nawaz M. A., Yılmaz A, ... & Baloch F. S. 2018. Laurel (*Laurus nobilis* L.): A less-known medicinal plant to the world with diffusion, genomics, phenomics, and metabolomics for genetic improvement. *Biotechnological*

Approaches for Medicinal and Aromatic Plants: 631-653.of nitrogenous compounds. *Phytochemistry*, 68, pp : 2757- 2772.

-O-

Olivier Gand Imaël H N B. (2017). Essential Oils as an Alternative to Pyrethroids' Resistance against Anopheles Species Complex Giles.

-P-

Pariente L., 2001. Dictionnaire des sciences pharmaceutiques et biologiques. 2ème Ed Académie nationale de pharmacie. Paris. 1643p.

Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Saavedra, G., Murcia, M. A., & 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.

Paganga G., Miller N., Rice-Evans C. A. (1999) The polyphenolic content of fruit and vegetables and their antioxidant activities. *Free Radic Res.* 30 : 62-153.

Politeo, O., Jukić, M., & Miloš, M. (2007). Chemical composition and antioxidant activity of free volatile aglycones from laurel (*Laurus nobilis* L.) compared to its essential oil. *Croatica chemica acta*, 80(1), 121-126.

Patrakar, R., Mansuriya, M., & Patil, P. (2012). Phytochemical and pharmacological review on *Laurus nobilis*. *International journal of pharmaceutical and chemical sciences*, 1(2), 595-602.

-Q-

Quezel P. et Santa, S., 1963. La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II. Ed CNRS. Paris. 360-361 p.

Quezel P. et Santa S. (1962)- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed C.N.R.S. Tome I. 565 p.

-R-

Remesy C., Manach C., Demigne C., Texier O., Regerat F. (1996) Intérêt nutritionnel des flavonoïdes. *Méd. Nut.* 32 : 17-27. Resistance against Anopheles Species Complex Giles (Diptera: Culicidae). *Molécules*,

Rodríguez-Sánchez, F., Guzmán, B., Valido, A., Vargas, P. and Arroyo, J. (2009), Late Neogene history of the laurel tree (*Laurus* L., Lauraceae) based on phylogeographical analyses of Mediterranean and Macaronesian populations. *Journal of Biogeography*, 36: 1270-1281.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02091.x>

-S-

Steven,(2001)-Distribution des Lauracées à travers le monde (2001). La famille des Lauracées est composée d'arbres et arbustes aromatiques à feuilles persistantes pour la plupart des espèces (STEVEN, 2001).

Stursa J., 2001. Arbres et Arbustes à feuilles persistantes .Grand.Paris. P118-203.

Simiü M.,Kundakoviü T., Kovapeviü N. (2003) Preliminary assay on the antioxidant activity of *Laurus nobilis* extracts. *Fitoterapia*. 74: 613-616.

Sayyah M,Valizadeh J, Kamalinejad M. (2002). Anticonvulsant activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* against pentylenetetrazole- and maximal electroshock-induced seizures.

Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry*, 113(4), 1202-1205. / Bourkhiss, M. B., Hnach, M., Paolini, J., Costa, J., Farah, A., & Satrani, B. (2010). Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des huiles essentielles des différentes .

Sanchez-Moreno C. (2002). Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Sci Technol Int* 8:121-137.

Samarth R.M., Panawar M.,Soni A., Kumar M., (2008). Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radioprotective plant extract, *Food Chemistry*, 106,868-873.

Saab, A. M., Guerrini, A., Zeino, M., Wiench, B., Rossi, D., Gambari, R., ...&Efferth, T. (2015). *Laurusnobilis* L. seedextractrevealscollateralsensitivity in multidrug-resistant p-glycoprotein-expressingtumorcells. *Nutrition and cancer*, 67(4).

Sangun, M. K., Aydin, E., Timur, M., Karadeniz, H., Caliskan, M., &Ozkan, A.(2007). Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurusnobilis* L. leaves and fruits fromdifferentregions of Hatay, Turkey. *Journal of EnvironmentalBiology*, 28(4).

-T-

Tolba, Ibtissem.(2021). Détermination d'un méta-paramètre pour l'estimation de la capacité antioxydante globale des thés, tisanes et jus. Diss. Université du Québec à Trois- Rivières. P 9-12, 23-26, 33.

-U-

Uchiyama, M., Miyoshi, T., Kajihara, Y., Sakamoto, T., Otani, Y., Ohwada, T., & Kondo, Y. (2002). Generation of functionalized asymmetric benzynes with TMP-zincates. Effects of ligands on selectivity and reactivity of zincates. *Journal of the American Chemical Society*, 124(29), 8514-8515.

-V-

Van de Braak S.A.A.J et Leijten, G.C.J.J. 1999. Essential oils and oleoresins : a survey in the Netherlands and other major markets in the European Union. CBI, Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries. Rotterdam. 116verticillata de la région de Tlemcen.[Mémoire Ingénieurat]: Technologie des Industries Agro-Vol, 22, n°10, p13-21

Vétérinaires, A. (2013). EFFET ANTIOXYDANT DE LA URUS NOBILIS L. Membres du comité de lecture, (04), 72-76.

-W-

Wang J, Ho L, Zhao W, Ono K, Rosensweig C, Chen L. (2008).

"Grapederivedpolyphenolics prevent Abeta oligomerization and attenuate cognitive deterioration in a mouse model of Alzheimer's disease". Journal. Neurosci, Vol.28, p 6388-6392.

-X-

Xuedong Kang, Alexander Szallies, Marc Rawer, Hartmut Echner, Michael Duszenko J Cell Sci 15 June 2002; GPI anchor transamidase of *Trypanosoma brucei*: in vitro assay of the recombinant protein and VSG anchor exchange. 115 (12): 2529–2539. doi: <https://doi.org/10.1242/jcs.115.12.2529>

-Y-

Yakhlef, G. (2010). Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).

-Z-

Zhiri A.,Baudoux D., Breda ML., 2005. Huile essentielles chémotypées et leurs synergies. Ed. Inspir développement. 46p.

Zenk, Mh., Et Jueng, M., (2007). Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds.