



## Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de

L'obtention d'un Diplôme de Master

Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité

Thème :

**Contribution à l'étude de l'effet bio-conservateur des  
feuilles de laurier noble**

Présenté Par : Foughali Nihel

Devant le jury:

Présidente:	Dr. Hennouni N.	M.C.A.	U.C.B.E.T
Encadrante :	Dr. Benabdallah A.	M.C.A.	U.C.B.E.T
Co-promotrice :	Dr. Tlili I.	M.C.A.	INRAT. Tunisie
Examinatrice:	Dr. Toumi A.	M.C.B.	U.C.B.E.T

Année universitaire 2023 - 2024



## *Remerciements*

En premier lieu, je tiens à remercier le bon Dieu qui m'a éclairé la Voie du savoir,

Je remercie aussi mon encadreur Dr. BENABDALLAH Amina, qui a voulu diriger ce modeste travail. Je la remercie pour sa disponibilité, sa patience, sa compréhension, sa confiance et surtout pour ses précieuses orientations qui ont contribué à baliser le parcours de ce présent Mémoire.

Je tiens à remercier Dr. TLILI Imen d'avoir accepté de me co-encadrer, ainsi que Dr. ILAHY Riadh, qui m'a accueilli au sein de leur laboratoire, pour leurs conseils et leurs encouragements, et d'avoir fourni beaucoup d'efforts pour la réussite de mon stage.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury: Dr. HENNOUNI Nacera et Dr. TOUMI Abir, pour l'honneur qu'elles nous font en acceptant de présider et examiner et discuter notre modeste travail.

Je témoigne ma gratitude à BOUSHIH Emna et Dr HAOUEL Soumaya et l'ensemble de l'équipe de l'INRAT,

Je remercie mes enseignants qui m'ont formé tout au long de mon parcours.

Enfin, nous remercions, tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.





## Dédicaces



Je commence ma dédicace au nom de Dieu et le salut sur Mohamed le messager de Dieu

Je voudrais dédier ce modeste travail :

À la mémoire de mon **Grand-père**, le plus chère dans ma vie. J'aurais tellement aimé que tu sois auprès de moi aujourd'hui. Puisse Dieu, le tout puissant, t'avoir en sa sainte miséricorde.

À celle qui a sacrifié pour mon éducation, qui est ma source de tendresse, de don et de confiance et qui a fait tout pour ma réussite ma chère **mère** : Karima. Que Dieu la garde pour moi.

À mon adorable **père** Rezak, l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir. Que Dieu vous garde et vous accorde santé, bonheur et longue vie.

À mes belles **sœurs** Hanine et Nada et À mes chers **frères** Ahmed Rami et Med Zakaria pour leurs encouragements permanents.

À toute la famille **Foughali** et **Iguenane** merci d'être toujours à mes côtés.

À mes **cousines** adorables Je vous souhaite un avenir radieux, je vous aime beaucoup.

À ma cher **encadreur** Madame **Benabdallah** pour son soutien, encouragement, et l'aide précieuse qu'elle m'a apportée tout le long de ce parcours en vue de la concrétisation de ce mémoire

À mon amie intime **Chahinez** celle qui a partagé avec moi les bons et les mauvais moments : les rires et les pleurs, la joie et la tristesse, les différentes pressions. Que Dieu nous garde si tendre si aimante l'une envers l'autre.

À toute Mes amies, et toutes personnes qui m'a aidé d'un mot, d'une idée ou d'un encouragement. À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à me remonter le moral et m'ont soutenu dans les moments difficiles.

Merci d'être toujours là pour moi.

Je dis « **Merci** ».



## Résumé

L'industrie agroalimentaire cherche des alternatives naturelles et durables aux conservateurs chimiques, qui présentent des risques pour la santé. Les huiles essentielles, grâce à leurs propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et insecticides, apparaissent comme des solutions prometteuses. Ce mémoire vise à évaluer l'effet bioconservateur des feuilles de *Laurus nobilis*. Pour ce faire, nous avons évalué la teneur en polyphénols, en flavonoïdes et en vitamine C. L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation des feuilles de laurier. La composition chimique a été réalisée par GC-MS, l'activité antioxydante totale, et l'effet insecticide et répulsif sur le *Tribolium castaneum*, ravageur commun des produits stockés., en étudiant ses propriétés répulsives et insecticides. Le rendement moyen de l'extraction a été de 0,82 %, les principaux composés identifiés étaient le linalol (10,59%), Methyleugenol (8,19%) et le 1-8 cinéole (23,75%), reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et insecticides. Les tests ont révélé une activité antioxydante significative, avec une concentration notable de phénols totaux et de flavonoïdes, contribuant à la capacité à neutraliser les radicaux libres et à prolonger la durée de conservation des aliments. Les tests de répulsion ont montré que l'HELN est efficace contre les adultes de *Tribolium castaneum*, avec une augmentation du pourcentage de répulsion corrélée à la concentration de l'huile et au temps d'exposition. Les tests d'insecticide par fumigation ont démontré une efficacité significative de l'HELN contre les adultes de *Tribolium castaneum*, perturbant leur système nerveux et entraînant leur désorientation et mort. L'HELN présente un potentiel élevé comme alternative naturelle aux conservateurs chimiques et aux pesticides. Ses propriétés antioxydantes prolongent la conservation des aliments, et son effet répulsif et insecticide offre une solution écologique pour la protection contre les ravageurs des produits stockés. Ces résultats soutiennent l'utilisation de l'HELN dans des applications agroalimentaires et de conservation des aliments.

**Les mots-clés :** activité antioxydante, activité insecticide, bioconservateur, huile essentielle, *Laurus nobilis*, *Tribolium castaneum*.

تبحث صناعة الأغذية عن بدائل طبيعية ومستدامة للمواد الحافظة الكيميائية التي تشكل مخاطر صحية. وبفضل خواصها المضادة للميكروبات ومضادات الأكسدة ومبيدات الحشرات، يبدو أن الزيوت العطرية تمثل حلاً واعدة. تهدف هذه الأطروحة إلى تقييم تأثير أوراق لوروس نوبيليس كمواد حافظة حيوية. وللقيام بذلك، قمنا بتقييم محتوى البوليفينول والفلافونويد وفيتامين ج. تم استخلاص الزيت العطري عن طريق التقطير المائي لأوراق الغار. وتم تحديد التركيب الكيميائي بواسطة مطياف الكتلة الغازي-المطياف الكهرومغناطيسي، والنشاط الكلي المضاد للأكسدة، والتأثير الطارد للحشرات على التريبوليوم كاستانيوم، وهو آفة شائعة في المنتجات المخزنة، من خلال دراسة خصائصه الطاردة للحشرات والمبيدة للحشرات. كان متوسط عائد الاستخلاص 0.82%، وكانت المركبات الرئيسية التي تم تحديدها هي اللينالول (10.59%) وميثيل الأوجينول (8.19%) و 1-8 سينول (23.75%) المعروفة بخصائصها المضادة للأكسدة والمبيدة للحشرات. كشفت الاختبارات عن نشاط كبير مضاد للأكسدة، مع تركيز ملحوظ من الفينولات الكلية والفلافونويد، مما يساهم في القدرة على تحييد الجذور الحرة وإطالة العمر الافتراضي للأطعمة. أظهرت اختبارات الطرد أن مادة HELN كانت فعالة ضد الحشرات البالغة من نوع *Tribolium castaneum*، مع زيادة في نسبة الطرد مرتبطة بتركيز الزيت ووقت التعرض. أظهرت اختبارات التبخير بالمبيدات الحشرية فعالية كبيرة لـ HELN ضد البالغين من حشرة تريبوليوم كاستانيوم مما أدى إلى تعطيل الجهاز العصبي لديهم وأدى إلى ارتباكهم وموتهم. يتمتع HELN بإمكانيات كبيرة كبديل طبيعي للمواد الحافظة الكيميائية والمبيدات الحشرية. كما أن خصائصه المضادة للأكسدة تطيل العمر التخزيني للمواد الغذائية، ويوفر تأثيره الطارد للحشرات والمبيد الحشري حلاً صديقاً للبيئة لحماية المنتجات المخزنة من الآفات. وتدعم هذه النتائج استخدام HELN في تطبيقات الأغذية الزراعية وحفظ الأغذية.

**الكلمات المفتاحية:** ، نشاط مضاد للأكسدة، نشاط مبيد حشري، مادة حافظة حيوية، زيت عطري، لوروس نوبيليس، *Tribolium castaneum*

## Abstract

The food industry is looking for natural, sustainable alternatives to chemical preservatives, which present health risks. Thanks to their antimicrobial, antioxidant and insecticidal properties, essential oils appear to be promising solutions. This thesis aims to assess the bioconservative effect of *Laurus nobilis* leaves. To do so, we assessed the polyphenol, flavonoid and vitamin C content. The essential oil was extracted from bay leaves by hydrodistillation. The chemical composition was determined by GC-MS, the total antioxidant activity, and the insecticidal and repellent effect on *Tribolium castaneum*, a common pest of stored products, by studying its repellent and insecticidal properties. The average extraction yield was 0.82%, and the main compounds identified were linalool (10.59% ), Methyleugenol (8.19%) and 1-8 cineole (23.75%), known for their antioxidant and insecticidal properties. Tests revealed significant antioxidant activity, with notable concentrations of total phenols and flavonoids, contributing to the ability to neutralize free radicals and extend food shelf life. Repellency tests showed HELN to be effective against *Tribolium castaneum* adults, with an increase in percentage repellency correlated with oil concentration and exposure time. Insecticide fumigation tests demonstrated significant efficacy of HELN against *Tribolium castaneum* adults, disrupting their nervous system and leading to disorientation and death. HELN has great potential as a natural alternative to chemical preservatives and pesticides. Its antioxidant properties prolong the shelf life of foodstuffs, and its repellent and insecticidal effect offers an ecological solution for pest protection of stored products. These results support the use of HELN in agri-food and food preservation applications.

**Key-words:** antioxidant activity, bio-preservative, essential oil, insecticidal activity, insecticidal activity, *Laurus nobilis*, *Tribolium castaneum*.

## Liste des abréviations

**AAH:** activités antioxydantehydrophilique

**AAL:** activités antioxydantes lipophile

**ABTS :** L'acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)

**AsA :** acide ascorbique

**DHA:** acide déhydroascorbique

**C° :**Degré Celsius.

**Cm:**centimètre

**HD :** Hydrodistillation conventionnelle

**HE :** Huile essentielle

**HELN :** Huile essentielle laurus nobilis

**INRAT :** Institut national de la recherche agronomique

**MHE :** la masse d'huile essentielle

**Mm :**Millimètre

**MS :** la masse sèche

**MWHD :** Hydrodistillation par micro-onde.

**Pf :** poids frais

**PH :**Potentiel hydrogène.

**PR% :** pourcentage de répulsion

**rpm :** Tours par minute.

**TEAC :** Trolox Equivalente antioxidantcapacity

**V/V :**le pourcentage volumique, aussi appelé pourcentage volume/volume

## Liste des Figures

Figure 1. arbre de laurus nobilis. ....	16
Figure 2. Les feuilles de L. nobilis. ....	17
Figure 3. les fleurs de L.Nobilis. ....	17
Figure 4. Les fruits de laurier noble.....	18
Figure 5: Distribution géographique des Lauracées .....	19
Figure 6 . Huile essentielle de laurus nobilis .....	24
Figure 7 . Cycle de vie du Tribolium castaneum (Klingler et al.,2022). ....	31
Figure 8 . Deux stades larvaires de Tribolium castaneum.....	32
Figure 9 . une larve de Tribolium castaneum. ....	32
Figure 10. Tribolium castaneum au stade adulte .....	33
Figure 11. les feuilles séchées dans le mixeur. ....	35
Figure 12. Le poids de de l'échantillon du laurus nobilis.....	35
Figure 13. Hydrodistillateur type Clevenger.....	36
Figure 14 . L'HE dans l'Eppendorf.....	36
Figure 15 .Test de l'activité antioxydante.....	38
Figure 16. Chambre d'élevage. ....	39
Figure 17. Dispositif du test de l'évaluation de l'effet fumigène d'HE.....	40
Figure 18 . dispositif du test de l'évaluation de l'effet fumigène d'HE. ....	40
Figure 19 . Dispositif du test de l'évaluation de l'effet répulsif d'HE. ....	41
Figure 20 . Composition des huiles essentielles de Laurus nobilis L.....	46
Figure 21. Évaluation des mortalité corrigées (%) des adultes de Tribolium castaneum. ....	47
Figure 22. Evaluation de Le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de laurus nobilis (PR) (Taux de mortalité) pour le Tribolium castaneum. ....	48

## Liste des tableaux

Tableau 1. Etymologie de Laurus nobilis(Anton et Lobsein., 2005) .....	16
Tableau 2 . Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de Laurus nobilis.....	44
Tableau 3 . Comparaison de la composition chimique en pourcentage des huiles essentielles de Laurus nobilis collectées en Grèce, en Algérie, en Géorgie et au Maroc). ....	45
Tableau 4. Résultat des teneurs en phénols totaux, flavonoïdes, vitamine C et activité antioxydante de l'extrait et de l'huile essentielle de Laurus nobilis. ....	49

# Table des matières

Résumé.....	1
المُلخَص.....	5
Abstract .....	6
Liste des abréviations .....	7
Liste des Figures .....	8
chapitre I : <i>Laurus nobilis</i> .....	15
<b>1.1. Généralité</b> .....	15
<b>1.2. Etymologie</b> .....	16
1.2.1. L'étymologie de <i>Laurus nobilis</i> présentée dans le tableau suivant .....	16
1.2.2. Description botanique .....	16
a) Les feuilles .....	17
b) Les fleurs .....	17
c) Le fruit .....	18
1.2.3. Position systématique.....	18
1.3. Origine et répartition géographique .....	18
1.4. La valeur nutritionnelle du laurier .....	19
1.5. Polyvalence dans les produits alimentaires .....	20
<b>Chapitre II.....</b>	<b>22</b>
<b>I. Les huiles essentielles</b> .....	<b>22</b>
2.1.1. Définition.....	22
2.1.2. Propriétés Médicinales et Thérapeutiques.....	22
2.1.3. Activités Antioxydantes et Anti-inflammatoires.....	22
2.1.4. Utilisation en Aromathérapie et Cosmétique .....	22
2.1.5. Effets sur les Pathogènes et les Ravageurs.....	22
2.1.6. Composition chimique .....	23
2.1.7. Avantages nutritionnels et thérapeutiques .....	23
2.1.8. Utilisation .....	23
a) En Agro-Alimentaire .....	23
b) Encapsulation pour une meilleure stabilité.....	23
c) Activités pharmacologiques.....	24
d) Utilisations Médicinales et Traditionnelles .....	24
<b>II. Huile essentielle du <i>Laurus nobilis</i></b> .....	<b>24</b>
<b>2.2.1. Nature et composition</b> .....	<b>24</b>

2.2.2. Composition chimique.....	24
2.2.3. Composants mineurs de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> .....	25
2.2.4. Effet de la méthode d'extraction sur l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> .....	25
2.2.5. Effet toxicologique .....	25
<b>III.Principales activités biologiques de l'huile essentielle de laurier noble .....</b>	<b>26</b>
2.3.1Activité antibactérienne .....	26
2.3.2Activité antioxydante .....	26
2.3.3Applications spécifiques .....	26
<b>2.3.4Comparaison avec d'autres huiles essentielles .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.5Activités insecticides d'huile essentielle .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.6Évaluation des propriétés de conservation.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.7Utilisation d'huile essentielle de laurier comme un bio conservateur.....</b>	<b>28</b>
a)L'effet de l'extrait de feuilles de <i>L. nobilis</i> sur la viande fraîche d'agneau .....	28
b)Application de l'HE de <i>L. nobilis</i> dans les grains de blé stockés .....	29
<b>2.3.8 Méthode d'extraction .....</b>	<b>30</b>
Hydro-distillation .....	30
<b>Chapitre III .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.1 Généralité sur <i>Tribolium castеum</i>.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.2 Classification .....</b>	<b>31</b>
3.1.3Description Morphologique .....	31
a)Œufs .....	31
b)Larve .....	32
c)Nymphe.....	32
3.2.1 Biologique .....	33
3.2.2Dégâts .....	33
<b>Partie 02 : Matériel et méthode .....</b>	<b>35</b>
1.1. Matériel végétale.....	35
1.2. L'extraction d'HE de laurier .....	35
1.3. Conservation des huiles essentielles .....	36
1.4. Rendement .....	36
<b>II.Mesures réalisées .....</b>	<b>37</b>
2.1. La détermination de l'activité antioxydante totale .....	37
2.2. Détermination de la teneur en phénols totaux.....	38
2.3. Détermination de la teneur en flavonoïdes .....	38

2.4. Détermination des teneurs en acide ascorbique et en acide déhydroascorbique.....	39
3. Elevage de <i>Tribolium castenum</i> .....	39
3.1 Effet fumigène .....	40
3.2 Effet répulsif des huiles essentielles .....	41
3.3 Détermination du pourcentage de répulsion (PR%) .....	41
<b>Résultats et discussions.....</b>	<b>42</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>51</b>
<b>Références.....</b>	<b>52</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>61</b>

## **Introduction**

L'industrie agroalimentaire est constamment à la recherche de solutions naturelles et durables pour la conservation des aliments. Les conservateurs chimiques synthétiques, bien qu'efficaces, soulèvent des inquiétudes croissantes chez les consommateurs en raison de leurs effets potentiels sur la santé. Dans ce contexte, les huiles essentielles (HE) issues de plantes aromatiques et médicinales émergent comme une alternative prometteuse. Parmi ces HE, l'huile essentielle de *Laurus nobilis*, communément appelée laurier noble, attire l'attention en raison de ses propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et insecticides (Ghalib *et al.*, 2019).

L'huile essentielle de laurier noble est riche en composés bioactifs, tels que le linalol, l'acétate de linalyle et le cinéole, reconnus pour leur activité antioxydante puissante. Ces composés ont la capacité de neutraliser les radicaux libres, des molécules instables impliquées dans le rancissement des aliments et la dégradation des cellules humaines. En neutralisant les radicaux libres, l'huile essentielle de laurier noble contribue à retarder le processus d'oxydation des aliments, prolongeant ainsi leur durée de conservation et préservant leurs qualités nutritives (Aitmbareket *et al.*, 2020).

L'huile essentielle de laurier noble présente également une activité insecticide significative contre divers insectes nuisibles aux produits stockés, tels que les mites, les bruches et les coléoptères. Les principaux composés responsables de cette activité insecticide sont le linalol, l'acétate de linalyle et l'eugénol. Ces composés agissent en perturbant le système nerveux des insectes, provoquant leur désorientation et leur mort. L'utilisation de l'huile essentielle de laurier noble comme insecticide naturel offre une alternative écologique aux pesticides chimiques nocifs pour l'environnement et la santé humaine (Elaissiet *et al.*, 2019).

L'objectif de notre travail est l'étude de l'effet bioconservateur des feuilles de laurier. La teneur en polyphénols, en flavonoïdes, en vitamine C ont été mesurés. La composition chimique par GC/MS, l'activité insecticide ont été évaluées pour l'huile essentielle.

Notre manuscrit sera scindé en deux parties, à savoir :

La première partie bibliographique est divisée en trois chapitres consacrés à une description de la plante *Laurus nobilis* L., et l'étude des huiles essentielles d'une manière générale et de *Laurus nobilis*, et le troisième chapitre sur l'insectes de *Tribolium Casteum*.

La deuxième partie expérimentale est subdivisée en deux chapitres : l'un présente les méthodes et les techniques utilisées pour la réalisation de ce travail et l'autre consacré à la présentation et la discussion des résultats obtenus.

**Partie I**  
**Revue**  
**bibliographique**

**Chapitre I:**  
**Présentation de *Laurus nobilis* L.**

## Chapitre I : présentation de *Laurus nobilis* L.

### 1.1.Généralités

*Laurus nobilis*, communément appelé laurier, est une plante aromatique et médicinale largement cultivée dans de nombreuses régions du monde. Originaires de la région méditerranéenne (Algérie, Tunisie, Maroc et France), cette espèce est reconnue pour ses multiples applications dans les industries alimentaire et pharmaceutique. Il est courant d'utiliser les feuilles de laurier dans l'industrie cosmétique et alimentaire, ainsi que comme composant de parfum. Cependant, elles sont souvent considérées comme un simple condiment en cuisine, alors qu'elles ont de nombreuses propriétés et vertus thérapeutiques (Merghniet *al.*, 2016). Ces propriétés sont largement utilisées et connues comme assaisonnement et herbe médicinale depuis les temps antiques grecs et romains (Demir *et al.*, 2004).

*Laurus nobilis* est un membre de la famille des *Lauraceae*. Il est souvent comparé à une autre espèce du même genre, *Laurus azorica*, bien que les différences morphologiques entre les deux soient minimes, se limitant principalement au *tomentum* des feuilles et au nombre de chromosomes (Ferguson, 1974). En règle générale, l'huile essentielle de *Laurus nobilis* est particulièrement précieuse en raison de sa composition chimique variée, qui dépend des conditions environnementales, de la localisation, de la saison de récolte, des méthodes de séchage, et des conditions d'extraction et d'analyse (paparella *et al.*, 2022).

Les principaux composés volatils identifiés incluent l'*eucalyptol*, l'*α-terpinyl acétate* et le *méthyl eugénol*. 3 ainsi que le *1,8-cinéole*, le *sabinène* et le *linalol*. Ces composés confèrent à l'huile essentielle des propriétés antimicrobiennes et antifongiques significatives (Nafiset *al.*, 2020; Caputo *et al.*, 2017).

Selon Snuossiet *al.* (2016), cette espèce est employée comme un agent aromatisant dans les aliments ou bien comme un bio conservateur et dans le domaine pharmaceutique pour la création de médicaments.

## 1.1 Etymologie

L'étymologie de *Laurus nobilis* est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau 1. Etymologie de *Laurus nobilis*(Anton et Lobsein., 2005)**

<b>Nom scientifique</b>	<i>Laurier Noble</i>
<b>En anglais :</b>	<i>Laurus nobilis ou Bay Laurel</i>
<b>En arabe :</b>	<i>Rand, Waraqelghaar,</i>
<b>Nom commun :</b>	Laurier, laurier-sauce, laurier d'Apollon
<b>Le nom latin</b>	<i>Laurus</i> signifiant « toujours vert »

### 1.2.2 Description botanique :

*Laurus nobilis* est un arbuste ou arbre aromatique au feuillage persistant qui peut atteindre 10 m dans son air naturel. Les rameaux verts la première année, deviennent gris tout en restant lisses. Les feuilles sont *alternes, lancéolés, et coriaces*, légèrement ondulés sur le bord, pointues, vert foncé, brillant dessus et vert pale dessous. Les fleurs apparaissent en avril ou en mai. Elles sont discrètes, petites, blanc jaunâtre. Les fruits sont des baies ovoïdes de la taille d'un gros poids, verts puis noir violacé à la maturité (Polese, 2006).



**Figure 1. arbre de laurus nobilis.**

**a) Les feuilles :**

Sont persistantes, lancéolées (en forme de fer de lance), d'un vert foncé, alternes, coriaces et ondulées aux bords, mesurant de 5 à 8 cm de long et de 3 à 4 cm de large. Son parfum est agréable(Shokoohinia *et al.*,2014).



**Figure 2.Les feuilles de *L. nobilis*.**

**b) Les fleurs :**

Sont jaunes, dioïques (fleurs mâle et femelle sur des pieds distincts), elles sont petites et lobées. La femelle est composée de 2-4 stamines et le mâle de 8 à 12 étamines.La fleur femelle est d'un jaune pâle avec un ovaire supérieur qui renferme un seul pistil avec un ovule et 4 staminodes de 6-7 mm de long (voir figure 03).La fleur mâle présente une teinte jaune pâle, mesurant environ 6-7 mm de long et avec 8-14 staminodes. Les plantes mâles génèrent davantage de fleurs par branche que les plantes femelles, et la durée de vie d'une fleur mâle est plus courte que celle de la fleur femelle (Pacini *et al.*, 2014).Selon (Sari *et al.*,2006), la floraison débute en avril et les fruits sont mûrs en septembre.



**Figure 3 : les fleurs de *L.Nobilis*.**

- c) **Le fruit** : est noir et de forme ellipsoïde ou ovoïde, avec une longueur de 10 à 15 mm (figure04) (Conforti et al., 2006 ; Sari et al., 2006).



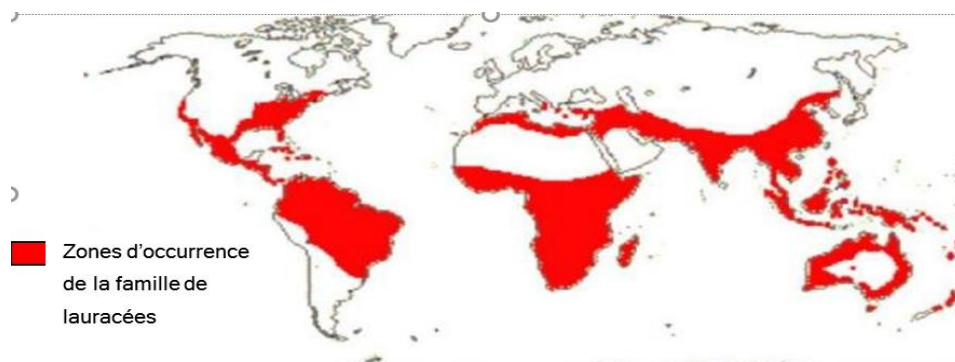
**Figure 4. Les fruits de laurier noble**

### **1.2.3.Position systématique :**

- ✓ **Règne** : Plantes.
- ✓ **Sous règne** : Plantes vasculaires.
- ✓ **Embranchement** : Spermaphytes.
- ✓ **S/Emb**: *Angiospermes*.
- ✓ **Classe** : *Dicotylédones*.
- ✓ **S /classe** : *Dialypétales*.
- ✓ **Ordre** : *Laurales*.
- ✓ **Famille** : *Lauracées*.
- ✓ **Genre** : *Laurus*.
- ✓ **Espèce** : *Laurus nobilis L*

### **1.3 Origine et répartition géographique :**

Les genres de la famille des lauracées sont répartis dans les régions tropicales et subtropicales (Steven, 2001). Le Laurier noble provient des régions méditerranéennes (Yakhlef, 2010), se développe dans les régions humides, et il est cultivé en tant que condiment dans les jardins (Iserin, 2001). Dans de nombreux pays tels que l'Algérie, la Turquie, la Tunisie, la France, la Grèce et le Maroc, la plante est couramment cultivée en tant que plante ornementale et pour la production commerciale (Demir et al., 2004 ; Goudjil, 2016).



**Figure 5: Distribution géographique des Lauracées**

#### **1.4. La valeur nutritionnelle du laurier :**

Les feuilles de laurier (*Laurus nobilis*) sont couramment utilisées dans les applications culinaires pour leurs propriétés aromatiques. Toutefois, des recherches récentes ont mis en évidence leurs avantages potentiels sur le plan de la nutrition et de la santé, notamment leurs effets sur les profils glycémiques et lipidiques, leurs propriétés antioxydantes et leur teneur en nutriments essentiels (**khan et al., 2007**). Il a été démontré que les feuilles de laurier réduisent de manière significative la glycémie, le cholestérol total, le cholestérol LDL et les triglycérides tout en augmentant le cholestérol HDL chez les patients atteints de diabète de type 1 et de type 2 (**aljamalet al., 2007; khan et al., 2017**). Des effets similaires ont été observés dans des études animales, où les feuilles de laurier ont réduit les profils lipidiques sanguins et amélioré les marqueurs de l'état oxydatif (**Casamassima et al., 2017**).

Les feuilles de laurier sont riches en nutriments essentiels tels que les protéines, les fibres et divers minéraux, notamment le calcium, le magnésium, le potassium et le fer. (**Al-Hashimi et al., 2016; Lee et al., 2005**). Elles contiennent également des quantités importantes de vitamines comme la vitamine C et la riboflavine. (**Suharniet al., 2021**). Les feuilles de laurier présentent une forte activité antioxydante en raison de leur teneur élevée en phénols, en flavonoïdes et en autres composés bioactifs. (**Kuna et al., 2020; Batoole et al., 2019**). L'activité antioxydante augmente avec la concentration des extraits de feuilles de laurier (**Al-hashimiet al., 2016**). Les feuilles de laurier ont été identifiées comme une source potentielle de fer et d'autres micronutriments bénéfiques pour les femmes enceintes et allaitantes. (**Damayantiet al., 2021**).

### **1.5.Polyvalence dans les produits alimentaires :**

Les feuilles de laurier peuvent être transformées en divers produits à valeur ajoutée tels que des poudres de thé et des mélanges d'épices, qui conservent leurs propriétés nutritionnelles et antioxydantes **Kunaet al., 2020**).L'incorporation de feuilles de laurier dans des produits alimentaires tels que les biscuits peuvent réduire la réponse glycémique postprandiale sans affecter la palatabilité ni provoquer d'inconfort gastro-intestinal (**khan et al.,2017**).

Les feuilles de laurier ne sont pas seulement un ajout savoureux aux plats culinaires, elles offrent également des avantages significatifs pour la santé. Elles améliorent les profils glycémiques et lipidiques, sont riches en nutriments essentiels et en antioxydants, et peuvent être bénéfiques pour des populations particulières comme les femmes enceintes et les femmes qui allaitent. En outre, les feuilles de laurier peuvent être incorporées efficacement dans divers produits alimentaires, améliorant ainsi leur valeur nutritionnelle et leurs effets bénéfiques sur la santé.

# **ChapitreII**

## **Huile essentielle**

## **Partie II**

### **I. Les huiles essentielles**

#### **2.1.1 Définition**

Les huiles essentielles (HE) sont des mélanges complexes de composés de faible poids moléculaire extraits de plantes par distillation à la vapeur et divers solvants. Les principaux constituants des HE sont les *terpénoïdes* et les *phénylpropanoïdes*, qui leur confèrent des arômes caractéristiques et des propriétés biologiques (Rautet *al.*, 2014). Utilisées depuis le Moyen Âge, les HE possèdent des applications bactéricides, virucides, fongicides, antiparasitaires, insecticides, médicinales et cosmétiques (Bakkali *et al.*, 2008).

#### **2.1.2 Propriétés Médicinales et Thérapeutiques**

Les HE sont prescrits pour divers problèmes de santé dans les systèmes de médecine traditionnelle à travers le monde. Elles possèdent des activités antibactériennes, antifongiques, anticancéreuses, antimutagènes, antidiabétiques, antivirales, anti-inflammatoires et anti protozoaires (Edris, 2007). Par exemple, les huiles essentielles de romarin et de sauge ont montré une activité antimicrobienne significative contre des souches bactériennes et fongiques (Božinet *al.*, 2007).

#### **2.1.3 Activités Antioxydantes et Anti-inflammatoires**

Les HE sont également reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, ce qui les rend intéressantes pour les industries alimentaire et cosmétique ainsi que pour la santé humaine (Sharifiet *al.*, 2017). Les composés volatils des HE, tels que les phénols et les alcools, jouent un rôle crucial dans ces activités (Dafereraet *al.*, 2000).

#### **2.1.4 Utilisation en Aromathérapie et Cosmétique**

Les HE sont largement utilisés en aromathérapie et dans les produits cosmétiques pour leurs effets bénéfiques sur la peau et leur capacité à améliorer la pénétration des médicaments à travers la peau (Edris, 2007). Par exemple, l'huile essentielle de géranium rosat est utilisée dans l'industrie des parfums et en aromathérapie pour ses composés organoleptiques importants (Rao *et al.*, 2002).

#### **2.1.5 Effets sur les Pathogènes et les Ravageurs**

Les HE ont également des effets insecticides et fongicides, ce qui les rend utiles pour la gestion des ravageurs et des maladies des plantes. Elles peuvent repousser les insectes et avoir des actions insecticides de contact et de fumigation contre des ravageurs spécifiques. De plus, elles

montrent une activité contre les bactéries pathogènes, ce qui est crucial face à la résistance croissante des microorganismes aux produits chimiques conventionnels(Nazzaro *et al.* ,2013).

### **2.1.6 Composition chimique**

D'après une étude menée par BELOUED Abd alkadar, les feuilles de *Laurus nobilis* renferment du tanin, un composé amer, du mucilage, des composés résineux et pectiques, ainsi qu'une essence aromatique incolore ou jaune pâle, à saveur chaude, composée d'un mélange de 45% de *cinéol*, de *methylchavicol*, de *pinène*, de *eugénol*, de *géraniol*, de *linacol*, ainsi que des éthers des acides acétiques *isobutyrique* et *valérianiques*(Beloued,2003).

### **2.1.7 Effets nutritionnels et thérapeutiques**

Les échantillons sauvages et cultivés de *Laurus nobilis* présentent des avantages nutritionnels et antioxydants significatifs. Les échantillons sauvages ont tendance à contenir plus de protéines, de sucres libres, d'acides organiques et de tocophérols, tandis que les échantillons cultivés présentent une activité antioxydante plus élevée(Díaset *al.*,2014). Les extraits de la plante se sont avérés posséder des propriétés gastro protectrices, réduisant les dommages gastriques et démontrant une forte capacité antioxydante(Speroniet *al.*, 2011).

### **2.1.8 Utilisation**

#### **a) En Agro-Alimentaire**

##### **Conservation des aliments**

L'HE de *Laurus nobilis* a démontré son potentiel en tant que conservateur alimentaire naturel. Elle inhibe efficacement la croissance de champignons tels que *l'Aspergillus flavus* et réduit la production d'aflatoxines, ce qui la rend adaptée à la conservation du blé et d'autres céréales(Belasliet *al.*, 2020).L'HE peut être utilisée en combinaison avec d'autres méthodes de conservation pour améliorer la sécurité alimentaire et prolonger la durée de conservation(Cherratet *al.*, 2014).

#### **b) Encapsulation pour une meilleure stabilité**

L'encapsulation des extraits de *Laurus nobilis* à l'aide de techniques telles que le séchage par pulvérisation peut protéger les ingrédients actifs, garantissant leur stabilité et leur libération contrôlée dans les produits alimentaires et pharmaceutiques(chaumunet *al.*,2020).

### c) Activités pharmacologiques

Les *terpénoïdes* de *Laurus nobilis* présentent un large éventail d'activités pharmacologiques, notamment des effets anti-inflammatoires, antidiabétiques, antifongiques, antibactériens et antioxydants. Ces activités sont attribuées à la modulation de la perméabilité de la membrane cellulaire et à l'inhibition des réponses inflammatoires (Kamdemet *al.*, 2022).

### d) Utilisations Médicinales et Traditionnelles

*Laurus nobilis* est utilisé en médecine traditionnelle pour ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antivirales (chaumunet *al.*, 2020).

## II. Huile essentielle de *Laurus nobilis*



Figure 6. Huile essentielle de *Laurus nobilis*

### 2.2.1 Nature et composition

De nombreuses études ont été réalisées pour la détermination de la composition chimique des huiles essentielles de *Laurus nobilis*. Les résultats ont prouvé la richesse de ses feuilles en substances actives dont les constituants majoritaires sont *le cinéol, aet B-pinene, sabinene, finalol. Eugenol et terpineol*, dont les proportions varient selon l'origine géographique (Iserin, 2001; Sayyahet *al.*, 2002; Demir *et al.*, 2004).

### 2.2.2 Composition chimique

La composition chimique des huiles essentielles dérivées des feuilles de laurier (*Laurus nobilis*) et de laurier-cerise (*Prunus laurocerasus*) a été largement étudiée en raison de leurs diverses applications dans les industries des arômes, des parfums et des produits pharmaceutiques (Yalcin *et al.*, 2007). Le principal composant de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* est le *1,8-cinéole*, qui constitue une part importante de l'huile, allant de 51,73 % à 68,48 % (Ozcan et Chlchat, 2005; Günes et alma, 2008). Les autres composants notables sont

*l'acétate d'alpha-terpinyle* (4,04-9,87 %), *le sabinène* (4,44-7,75 %), *l'alpha-pinène* (2,93-4,89 %), *le bêta-pinène* (2,58-3,91 %) et *le terpinène-4-ol* (1,33-4,25 %)(**Yalcinet al.,2007; Günes et alma.,2008**).

### **2.2.3 Composants mineurs de l'huile essentielle de *Laurus nobilis***

Les composants mineurs comprennent *l'o-cymène* (1,30 %), *le p-cymène* (1,83 %), *le linalol* (0,19 %), *le myrcénol* (0,10 %), *l'aldéhyde de cumin* (0,24 %), *le diméthylstyrène* (0,08 %), *l'eugénol* (0,16 %), *le méthyl eugénol* (0,05 %) et *le carvacrol* (0,05 %)(**Yalcin et al.,2007**).

### **2.2.4 Effet de la méthode d'extraction sur l'huile essentielle de *Laurus nobilis***

Le rendement et la composition chimique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* peuvent varier en fonction de la méthode d'extraction. L'hydrodistillation par micro-ondes (MWH) tend à augmenter la teneur en monoterpènes oxygénés, en particulier le 1,8-cinéole, par rapport à l'hydrodistillation conventionnelle (HD)(**Günes et Alma.,2008**).L'huile essentielle de *Laurus nobilis* est principalement composée de *1,8-cinéole*, ainsi que d'autres monoterpènes et de composés aromatiques mineurs. La méthode d'extraction influence considérablement le rendement et la composition de l'huile.

### **2.2.5 Effet toxicologique**

Il ne semble pas que les feuilles de laurier et l'huile essentielle qu'ils contiennent aient des effets toxiques importants. Cependant, ces substances peuvent entraîner des réactions de sensibilisation (dermatite de contact allergique) car elles contiennent des lactones sesquiterpéniques, dont le costunolide est le principal (**Bruneton.,2002**). Le potentiel de sensibilisation modéré exercé par la drogue est expliqué par la présence des lactones sesquiterpéniques avec un groupement méthyle exo cyclique. Après la cuisson, la plante reste allergisante, ce qui peut entraîner des symptômes allergiques tels que des inflammations buccales et/ou stomacales (**Anton., 2005**).

L'huile artisanale du fruit présente un profil de réponse similaire à celui de l'huile essentielle des feuilles, avec une probable toxicité hépato-dépendante (**Ballabio., 2010**). Depuis les temps anciens, il a été employé à des fins rituelles et médicinales, avec des composés actifs présents dans les feuilles, les fleurs, les racines et les baies. Ils sont constitués principalement de *1,8-cinéole*, d'eugénol et de géraniol. D'après(**Caldaset al., 2008**), il est possible que des symptômes neurologiques tels que des hallucinations visuelles et auditives, des modifications de la couleur, du temps et de l'espace, des convulsions, des tremblements, de la léthargie, de la confusion, du

délires et de la psychose se manifestent, pouvant durer jusqu'à 2 à 3 jours. N'utilisez jamais de manière interne l'huile essentielle de laurier. L'huile essentielle pure ne doit pas être utilisée sur la peau en raison des risques d'allergie (**Jesse Wagstaff, 2008**).

### **III. Principales activités biologiques de l'huile essentielle de laurier noble**

#### **2.3.1 Activité antibactérienne**

L'huile essentielle de laurier montre une forte activité antibactérienne contre les bactéries responsables de la détérioration des aliments et les pathogènes alimentaires, y compris *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, et *Listeria monocytogenes* (**Ramos et al., 2012; Erkmenet Ozcan., 2008**). L'efficacité antibactérienne de l'huile essentielle de laurier est dépendante de la concentration, avec des concentrations plus élevées montrant une plus grande inhibition des bactéries (**Saleh et al., 2019**).

#### **2.3.2 Activité antioxydante**

L'huile essentielle de laurier possède une activité antioxydante, bien que cette activité soit inférieure à celle des extraits aqueux et éthanoliques de laurier. L'activité antioxydante contribue à la prolongation de la durée de conservation des aliments en réduisant l'oxydation (**Ramos et al., 2012 ; Saleh et al., 2019**). Les recherches ont examiné l'activité antioxydante de trois extraits (huile essentielle, extrait éthanolique et décoction) provenant de dix espèces de plantes médicinales, y compris *Laurus nobilis*. Les valeurs d'activité antioxydante pour chacun des trois extraits ont été élevées, et elles sont plus élevées pour les extraits polaires. L'activité présente dans le laurier peut être attribuée à l'iso quercitrin et aux glycosides flavanol (**Ferreira et al., 2006**).

#### **2.3.3 Applications spécifiques**

L'huile essentielle de laurier est efficace pour la conservation des filets de poisson, en augmentant leur durée de conservation et en améliorant la sécurité alimentaire (**Saleh et al., 2019**). Elle est également utilisée pour l'aromatisation et la conservation des huiles d'olive et des huiles de table, bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires pour établir des méthodes d'authenticité et d'activité (**Ordoudiet et al., 2022**).

#### **2.3.4 Comparaison avec d'autres huiles essentielles**

Comparée à d'autres huiles essentielles méditerranéennes comme l'origan, l'huile essentielle de laurier est moins étudiée mais montre un potentiel similaire en tant que conservateur naturel (**Celikel et Kavas., 2018**). L'huile essentielle de laurier présente des propriétés antibactériennes et

antioxydantes significatives, ce qui en fait un candidat prometteur pour être utilisée comme conservateur biologique dans l'industrie alimentaire. Son efficacité dépend de la concentration utilisée, et elle est particulièrement utile pour la conservation des produits carnés et des poissons. Bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires pour optimiser son utilisation, l'huile essentielle de laurier offre une alternative naturelle aux conservateurs synthétiques.

### 2.3.5 Activités insecticides d'huile essentielle

Récemment, un intérêt croissant pour l'utilisation probable des extraits de plantes comme solution de rechange aux insecticides synthétiques. Treize huiles essentielles dont ceux de *Laurus nobilis* ont été examinées sous leurs formes de vapeur contre *Tribolium castaneum*, ravageurs majeurs des produits stockés. Les résultats ont indiqué que l'huile essentielle des feuilles de *Laurus nobilis* a une action répulsive, réduit la fécondité, diminue l'éclosion des œufs, augmente la mortalité larvaire et influence défavorablement l'apparition de progéniture (**Papachristos et Stamopoulos.,2002**). De même, l'activité fumigène de certains composés comme *le cinéol, l'eugénol et le linalol*, qui sont les constituants principaux de l'huile essentielle de *Laurus nobilis*, a été évaluée contre plusieurs espèces d'insectes ravageurs des produits entreposés. Les résultats ont montré que l'activité insecticide change avec l'espèce d'insecte, le composé et le temps d'exposition (**Mediouni Ben Jemaet al., 2011**). Par ailleurs, ces composés peuvent convenir comme fumigène en raison de leur volatilité élevée, efficacité et leur sûreté (non toxique aux humains) (**Rozmanet al., 2007**).

### 2.3.6 Évaluation des propriétés de conservation

Les HE sont utilisés dans l'industrie alimentaire pour donner de la saveur à une grande variété de produits. En raison de leur composition chimique complexe, les HE exercent des propriétés biologiques. Certaines d'entre elles, antibactériennes, antifongiques et antioxydantes, revêtent une importance technologique, car elles peuvent indirectement contribuer positivement à la conservation des produits, car elles peuvent indirectement contribuer positivement à la conservation des produits (**Fallehet al.,2020**). En particulier, l'HE de baies de laurier contient des hydrocarbures monoterpéniques ( *$\alpha$ - et  $\beta$ -pinène, sabinène*), des hydrocarbures monoterpéniques oxygénés (*1,8-cinéol, acétate d' $\alpha$ -terpinyle, linalol,  $\alpha$ -terpinéol*) et des composés aromatiques (*eugénol et méthyl-eugénol*) qui peuvent présenter des propriétés de conservation par différents mécanismes (**Chahalet al., 2017**). L'effet inhibiteur contre les bactéries d'origine alimentaire (telles que *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Listeria monocytogenes Salmonella spp*,

*Shigella spp*, *Bacillus subtilis*) et les champignons appartenant aux genres *Aspergillus*, *Fusarium*, *Eurotium* et *Penicillium* sont associés à la présence des deux catégories d'hydrocarbures (Anzano *et al.*, 2022). Ces catégories sont incluses dans la liste des arômes utilisés dans les aliments sans restriction, conformément à la législation de l'UE (EU, 2012).

En outre, les propriétés antioxydantes sont associées à la présence de composés aromatiques de composés aromatiques. Parmi lesquels l'eugénol, un piègeur de radicaux connu (Amorati *et al.*, 2013). Alors que l'eugénol figure sur la liste des arômes autorisés de l'UE, le méthyleugénol, qui est bio synthétiquement apparenté à l'eugénol, n'est pas autorisé dans l'UE. Biosynthétiquement apparenté (Muhlemann *et al.*, 2014 ; Yahya *et al.*, 2019), et généralement présent à des niveaux plus élevés que l'eugénol, a été signalé comme toxique, ce qui limite son utilisation directe dans l'industrie alimentaire et cosmétique (IARC, 2013).

### 2.3.7 Utilisation d'huile essentielle de laurier comme un bio conservateur

#### a) L'effet de l'extrait de feuilles de *L. nobilis* sur la viande fraîche d'agneau

Les effets de la pulvérisation de 10 % (v/v) d'huile essentielle de *L. nobilis* sur la viande d'agneau fraîche ont montré des changements dans les caractéristiques microbiologiques et physicochimiques de la viande d'agneau. *Enterobacter hormaechei*, *P. helmanticensis*, *S. aureus*, *P. vulgaris*, *Cedecealapagei*, *Enterobacter cancerogenus* et *Klebsiella pneumonies* ont été isolés et identifiés à partir de la viande d'agneau fraîche non traitée. Après pulvérisation des échantillons d'agneau avec 10 % (v/v) d'extrait de *L. nobilis*, il a été constaté que *S. aureus* et *P. vulgaris* disparaissaient des échantillons de viande traités conservés à la fois à température ambiante et à la température de réfrigération. Les autres bactéries, dont *E. hormaechei*, *P. helmanticensis*, *C. lapagei* et *E. cancerogenus*, et *K. pneumoniae* ont encore été détectées dans les échantillons de viande traitée conservés aux deux températures, mais elles ont montré une diminution de l'incidence de ces bactéries traitées conservés aux deux températures, mais leur nombre a diminué par rapport aux échantillons de viande fraîche non traités. Il a été constaté que la viande d'agneau non traitée conservée à température ambiante (25-30°C) présentait des changements après 24 heures.

- La couleur de la viande était rouge-jaunâtre avec des points verts.
- Le pH était d'environ 5,1, l'odeur forte et désagréable.
- La viande dégageait une forte mucoïde sur la viande et une grande quantité de mucus et de bulles de gaz ont été observées sur la viande.

D'autre part, la viande d'agneau traitée avec 10 % (v/v) d'huile essentielle de *L. nobilis* et conservée à température ambiante n'a pas montré de changement d'aspect de la viande jusqu'à 3

jours d'incubation. Après 3 jours, Les points blancs et une légère mauvaise odeur ont commencé à être observés dans la viande. Les changements dans la viande d'agneau non traitée, conservée au réfrigérateur, n'ont été observés qu'après 6 jours. De petites bulles de gaz, une fine couche mucoïde à la surface de la viande et de petits points blancs ont été observés. La viande traitée, conservée au réfrigérateur, n'a montré aucun changement au cours des 13 premiers jours. Ensuite, de très petits points blancs ont commencé à apparaître à la surface de la viande. (Hamdan et al., 2020)

#### **b) Application de l'HE de *L. nobilis* dans les grains de blé stockés**

Protection contre *A. flavus* par fumigation :

L'HE a été obtenue à partir de *L. nobilis* algérien, et des lots d'échantillons de grains de blé ont été fumigés avec cette HE en tant que conservateur naturel potentiel. Les grains de blé ont été inoculés avec des champignons pathogènes (*A. flavus*) et stockés pendant 6 mois à 15°C et 62% d'humidité relative. Les échantillons de grains de blé ont été analysés pour la croissance d'*A. flavus*. L'utilisation potentielle de l'HE de *L. nobilis* comme conservateur du blé a été basée sur le pourcentage de protection contre *A. flavus* dans les grains de blé traités à l'HE de *L. nobilis* par rapport aux échantillons non traités (contrôle). L'HE a montré une efficacité remarquable dans les échantillons de blé fumigés pendant une période de stockage allant jusqu'à 6 mois, assurant une protection de 51,5 % à 76,7 % des grains de blé contre la contamination par *A. flavus*. En général, pour obtenir dans les produits alimentaires des effets protecteurs similaires à ceux observés in vitro, des concentrations plus élevées d'HE sont nécessaires que ceux observés in vitro, il convient d'utiliser des concentrations plus élevées d'HE (Kedia et al., 2014 ; Tian et al., 2011).

Cela peut s'expliquer par le fait que lorsque les HE sont en contact avec la matrice alimentaire, certaines substances volatiles actives sont liées à la matrice alimentaire. En outre, les lipides alimentaires peuvent former un revêtement autour des micro-organismes, les protégeant des agents antimicrobiens. En outre, la plus faible teneur en eau des grains par rapport aux milieux de laboratoire pourrait entraver le transfert des molécules antimicrobiennes vers le site actif de la cellule microbienne (Prakash et al., 2014).

Il a donc été l'hypothèse que la pénétration des huiles dans les parties internes du grain pourrait s'améliorer en présence d'eau, et que les microorganismes toxigènes pourraient être plus facilement contrôlés dans les parties internes des graines humides. Par conséquent, la nature du système alimentaire, la densité de l'inoculum fongique, les conditions de stockage et leur teneur en eau doivent être pris en considération lors de la détermination de la concentration in vivo des HE contre la contamination des aliments par les moisissures. Il semble que les HE à forte teneur en composés phénoliques aient des activités antifongiques plus importantes.

Selon (**Prakashet al.,2012**), les HE devraient être plus bénéfiques que les conservateurs synthétiques en raison de leur nature biodégradable. Les HE sont un mélange de différents composants majeurs et mineurs qui agissent ensemble pour leurs activités biologiques. Pour cette raison, il y a moins de risques de développer des souches fongiques résistantes, comme c'est le cas pour de nombreux conservateurs synthétiques. À l'heure actuelle, de nombreuses formulations d'HE de marque pourraient être utilisées dans les cultures agricoles conformément au cahier des charges de l'agriculture biologique. Les HE étant volatiles, les vapeurs peuvent facilement être éliminées des aliments fumigés après séchage au soleil à l'air libre. À cet égard, les technologies d'emballage actif et de microencapsulations peuvent être utilisées avec les HE pour le stockage des denrées alimentaires (**Bouzidi, Lakhlef, Hellal, & Djenane, 2019 ; Djenane et al., 2019 ; García-Díaz, Patiño, Vázquez, & Gil-Serna, 2019 ; Li et al., 2019**).

De ce fait, l'HE de feuilles de laurier pourrait jouer un rôle important dans la protection des grains de blé stockés, en réduisant les risques associés à l'utilisation d'insecticides synthétiques. Étant donné l'impact négatif présumé des fongicides synthétiques sur la santé humaine, l'utilisation d'agents antifongiques d'origine végétale a suscité un intérêt considérable dans les industries agroalimentaires.

### **2.3.8 Méthode d'extraction :**

#### **Hydro-distillation :**

L'hydro-distillation (water distillation) consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition (Figure). La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. La durée d'une hydro-distillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait (**Abderrahim, 2011**).

## Chapitre III:

### 3.1.1 Généralité sur *Tribolium castaneum* :

*Tribolium castaneum* est un ravageur cosmopolite et polyphage. Il s'attaque aux denrées stockées: riz, blé, farine, semoule, son...(Lepesme, 1994). Les farines infestées par cet insecte sont fortement dépréciées, en partie en raison de l'odeur qui leur est communiquée (Delobel et al., 1978). En cas de pullulation, les larves et les adultes sont cannibales et se nourrissent de leurs propres œufs et nymphes.

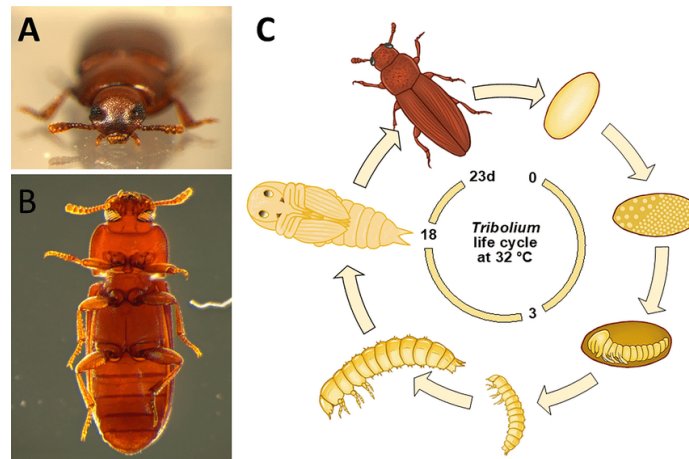


Figure 7. Cycle de vie du *Tribolium castaneum* (Klingler et al., 2022).

### 3.1.2 Classification

Selon Weidner et al. (1984), la classification de ce ravageur se résume comme suit :

- ☒ Règne : Animale
- ☒ Embranchement : Arthropodes
- ☒ Classe : Insectes
- ☒ Ordre : Coléoptères
- ☒ Sous-ordre : Polyphaga
- ☒ Famille : Tenebrionidae
- ☒ Genre : *Tribolium*
- ☒ Espèce : *Tribolium castaneum*

### 3.1.3 Description Morphologique :

- a) **Œufs** : sont blanchâtres ou sans couleur et microscopiques, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface (Christine, 2001).



**Figure 8. Deux stades larvaires de Tribolium castaneum**

**b) Larve :** elle est vermiforme, de 6 à 7 mm de longueur de couleur jaune très pale à maturité alors que la tête et le dessus du corps sont bruns pales. Le dernier segment abdominal est terminé par une paire d'urogomophes recourbés vers le haut, dans un plan perpendiculaire à celui du corps (Christine, 2001) (Figure 09).



**Figure 9. une larve de Tribolium castaneum.**

**c) Nymphe :** Ce stade est caractérisé par une forme cylindrique. Elle est de couleur blanchâtre virant vers le jaune. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (**Christine, 2001**).

**d) Adulte:** Il est de couleur brun rougeâtre, mesure 0,4 cm de longueur (Dave et al., 2001). La tête et la partie supérieure du thorax sont couvertes de minuscules ponctions ainsi que les ailes élytres qui sont caractérisés par des stries bien nettes et parallèles (Delobel et al., 1978). Le dimorphisme sexuel s'observe à la base du fémur antérieur qui possède chez le mâle un tubercule pilifère arrondi qui est absent chez la femelle (**Delobel et al., 1978**).



**Figure 10.***Tribolium castaneum* au stade adulte

### **3.2.1. Biologie**

Les larves et les adultes se nourrissent de grains brisés. Le développement de l'œuf à l'adulte est bouclé en 28 jours lorsque les conditions de température et d'humidité sont optimales (31°C et 15 %). Le développement est plus lent en présence de faibles conditions d'humidité (8%) (**Dave et al., 2001**). Dès le troisième jour, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui éclosent au bout de 5 jours à 30 °C. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphosent sans cocon. Selon le régime alimentaire, la durée du cycle peut atteindre 120 jours à des températures comprises entre 35 et 38°C. La femelle pond entre 500 et 800 œufs (**Kassimi, 2014**).

### **3.2.2 . Dégâts**

*Tribolium castaneum* est un ravageur cosmopolite et polyphage. Il s'attaque aux denrées stockées: riz, blé, farine, semoule, son... (**Lepesme, 1994**). Les farines infestées par cet insecte sont fortement dépréciées, en partie en raison de l'odeur qui leur est communiquée (**Delobel et al., 1978**). En cas de pullulation, les larves et les adultes sont cannibales et se nourrissent de leurs propres œufs et nymphes.

Partie 02 :  
Matériel et Méthodes

## **Partie 02 :Matériel et méthode**

### **1.1.Matériel végétale**

Collecte et préparation :

Les feuilles du laurus nobilis sontchoisi de la région d'Annaba au mois d'avril2024.

Les feuilles séchées sont ensuite broyées dans un mixeur et utilisées pour extraire les huiles essentielles.



**Figure 11. les feuilles séchées dans le mixeur.**

### **1.2.L'extraction d'HE de laurier :**

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par un hydro-distillateur a été réalisée en laboratoire de recherche de notre faculté SNV université d'El Taref. L'extraction a été réalisée selon le protocole suivant on émerge 100g de l'échantillon du laurus nobilis dans 500 ml d'eau. L'ensemble est porté à ébullition pendant 3 heures sous pression atmosphérique grâce à un chauffe-ballon.



**Figure 12.Le poids de de l'échantillon du laurus nobilis.**



**Figure 13. Hydrodistillateur type Clevenger.**

### **1.3. Conservation des huiles essentielles**

Afin d'éviter la dégradation des huiles essentielles due à l'action de l'air et de la lumière, on conserve les échantillons (jusqu'à leur utilisation) au réfrigérateur à (-4°C) dans des Eppendorf stériles couverts de papier pour les protéger de la lumière.



**Figure 14. L'HE dans l'Eppendorf.**

### **1.4 Rendement**

Le rendement en huiles essentielles est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue (MHE) et la masse sèche du matériel végétal à traiter (MS) selon la formule de Kaid Slimane (2004). Avec:

$$R = \left( \frac{MHE}{MS} \right) \times 100$$

R: rendement en huiles essentielles exprimé en %

MHE: masse des huiles essentielles en gramme

MS: masse du matériel végétal en gramme

## II. Mesures réalisées :

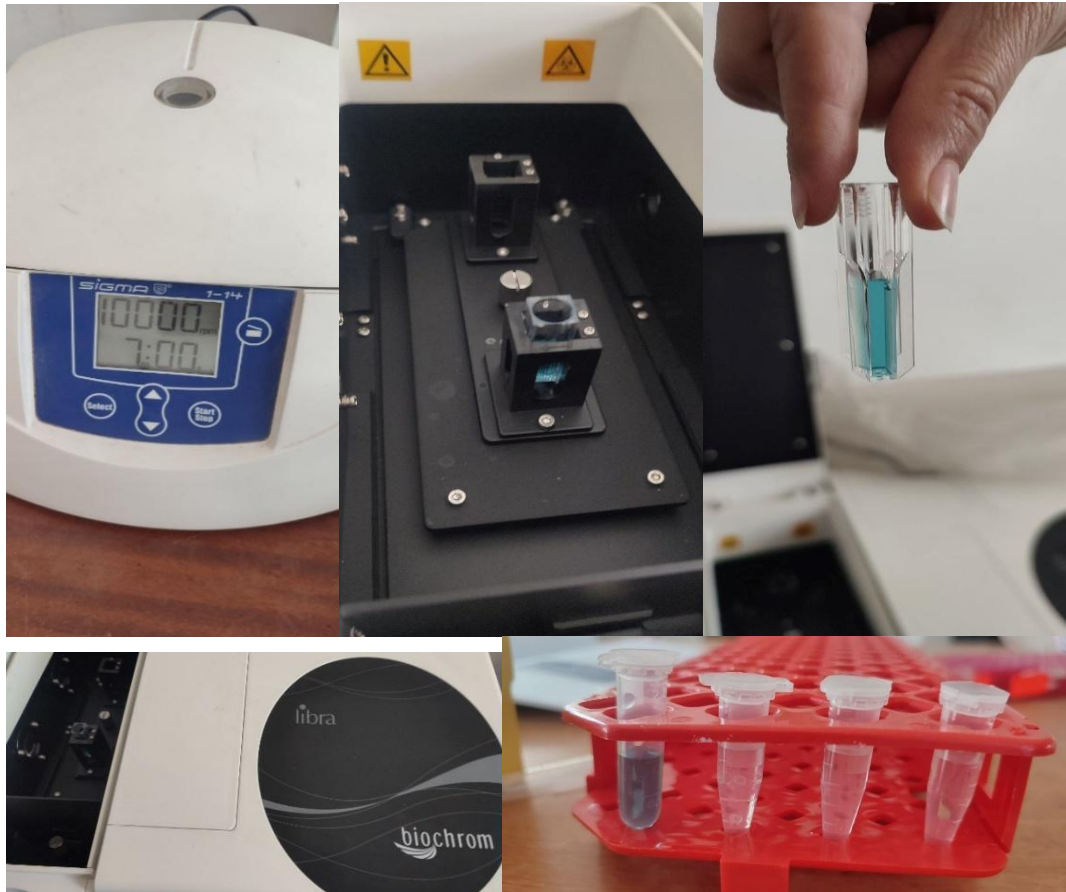
### 2.1. La détermination de l'activité antioxydante totale :

La mesure de l'activité antioxydante totale a été effectuée en utilisant la méthode de la capacité antioxydante en équivalents trolox (TEAC). L'activité antioxydante a été mesurée en utilisant la méthode de décoloration de l'ABTS (*Pellegrinet al., 2007*).

La méthode de TEAC est utilisée d'une manière standard pour la détermination de l'activité antioxydante de diverses matrices végétales, ces nombreux avantages consistent en sa reproductibilité, sa simplicité et sa bonne estimation de l'activité antioxydante des composés purs et des matrices complexes (*Ilahy et al., 2018*).

Les antioxydants présents au niveau de l'extrait et de l'huile essentielle de *L. nobilis* ont été extraits à partir de 0.1 g (trois répétitions) avec 50% méthanol à 4° C sous agitation constante (300 rpm) pendant 12 h. Les échantillons ont été centrifugés à 10,000 g pendant 7 min et les surnageants ont été récupérés et utilisés pour les mesures de l'activité antioxydante. L'activité antioxydante a été mesurée à 734 nm dans un spectrophotomètre. Pour la détermination de l'activité antioxydante totale, une courbe d'étalonnage a été dressée en utilisant une solution de trolox fraîchement préparée. Les valeurs ont été exprimées en mmole trolox par 100 g.





**Figure 15 .Test de l'activité antioxydante**

### **2.2.Détermination de la teneur en phénols totaux**

Les phénols totaux ont été extraits comme a été décrit par (**Ilahy *et al.*,2018**) sur trois aliquotes de l'extrait et de l'huile essentielle (0.1 g). En bref, 5 mL de méthanol aqueux à 80 % et 50  $\mu$ L HCL à 37 % ont été ajoutés à chaque échantillon. L'extraction a été effectuée à 4 °C, pendant 2 h, sous agitation constante (300 rpm). Les échantillons ont été centrifugés à 10000 g pendant 15 min. La détermination des phénols totaux a été effectuée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu comme a été décrit par (**SpanosetWrolstad,1990**) sur trois répétitions d'une aliquote de 50  $\mu$ L du surnageant. L'absorbance a été lu à 750 nm en utilisant un spectrophotomètre. Les résultats ont été exprimés en équivalents d'acide gallique (EAG)/ gps.

### **2.3.Détermination de la teneur en flavonoïdes**

La teneur en flavonoïdes a été déterminé selon(**Zhishenet *al.*, 1950**) sur trois répétitions d'aliquotes de l'extrait et de l'huile essentielle (0.1 g). Cinquante microlitres de l'extrait méthanolique ont été utilisés pour la détermination des flavonoïdes. Les échantillons ont été dilués avec de l'eau distillée à un volume final de 0.5 mL, et 30  $\mu$ L de 5% NaNO<sub>2</sub> a été ajouté. Après 5 min, 60  $\mu$ L de 10% AlCl<sub>3</sub> a été ajouté et finalement 200  $\mu$ L de 1 M NaOH a été ajouté

après 6 min. L'absorbance a été lu à 510 nm par un spectrophotomètre Beckman DU 650 et la teneur en flavonoïdes a été exprimée en mg d'équivalents catechine par g de ps (mg ER/kg pf).

#### **2.4.Détermination des teneurs en acide ascorbique (vitamine C) et en acide déhydroascorbique**

Les teneurs en acide ascorbique (AsA) et déhydroascorbique (DHA) ont été déterminées selon (Kampfenkelet *al.*, 1995) sur un triple échantillon de l'extrait et de l'huile essentielle (0.1 g). AsA et DHA ont été extrait en utilisant 6% d'acide métaphosphorique et détectés à 525nm par un spectrophotomètre.

#### **2.5.Activités insecticides par fumigation des huiles essentielles**

Les activités insecticides des huiles essentielles de *laurus nobilis* ont été testées sur les adultes du *Tribolium castenum* suivant deux tests:

- Effet fumigène
- Effet répulsif

### **3. Elevage de *Tribolium castenum***

L'élevage du *Tribolium castenum* a été réalisé au laboratoire de Biotechnologie Appliquée à l'Agriculture, section entomologie de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis (INRAT). L'élevage a été dans des boîtes en plastiques contenant diverses denrées alimentaires: farine, son de blé ou semoule. Les boîtes sont maintenues dans une chambre d'élevage à température maintenue en 25 C° pendant 45 jours pour obtenir des adultes qui sont récupérés pour faire les différents essais d'activités insecticides.



**Figure 16. Chambre d'élevage.**

### 3.1. Effet fumigène

Ce test consiste à mettre 10 adultes de *Tribolium castenum* nouvellement immergés dans des crachoirs en plexiglas de 40 ml de volume. Ainsi, l'huile est déposée à l'aide d'une micropipette sur des disques de papier filtre de 2 cm de diamètre afin de favoriser la diffusion de l'huile dans tout le volume du crachoir. L'ensemble est fermé vigoureusement. Par la suite, les adultes ont été exposés à 3 doses croissantes des huiles essentielles: 2µL., 4µL, 6 µl. L'essai a été répété trois fois pour chaque dose et la mortalité a été suivie chaque heure pendant 24h.

Un témoin non traité maintenu dans les mêmes conditions a été également considéré.

L'efficacité des huiles essentielles sur la mortalité des insectes a été effectuée en utilisant la formule d'Abbot (Abbot, 1925) suivante :

$$TR = 1 - \left( \frac{N-T}{N-C} \right) * 100$$

TR: taux de mortalité corrigée.

N: nombre total des insectes

T: mortalité témoin

C: mortalité traitée



Figure 17. Dispositif du test de l'évaluation de l'effet fumigène d'HE.



Figure 18. dispositif du test de l'évaluation de l'effet fumigène d'HE.

### 3.2. Effet répulsif des huiles essentielles

L'effet répulsif des huiles essentielles à l'égard des adultes a été évalué en utilisant la méthode décrite par McDonald et al. (1970). Pour relaiser ce test on a préparé des disques en papier filtre de 8 cm de diamètre coupés en deux parties égales et qui couvre toute la surface de la boîte de pétri. Ainsi, on a placé dans la première partie du disque une dose d'huile dilué dans 0,5 mL. D'acétone alors que l'autre partie du papier filtre servant comme témoin a été traité pur l'acétone uniquement. Les 3 doses d'huile qui ont été testées sur les adultes de *Tribolium castenum* sont : 0,5µL., 1 µL, 1,5 µL. Ainsi, un lot de 10 insectes a été mis au niveau de la ligne de juxtaposition de chaque boîte de pétri qui ont été fermées ensuite à l'aide du parafilm afin d'éviter l'évaporation de l'huile essentielle d'une part et la sortie des insectes d'autre part. Le suivi de ce test se fait par le dénombrement des individus présents dans la partie traité et le nombre des individus présents dans la partie témoin après 1h, 3h, 5h et 24h



**Figure 19. Dispositif du test de l'évaluation de l'effet répulsif d'HE.**

### 5.3.Détermination du pourcentage de répulsion (PR%)

Le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle (PR) est calculé par la formule suivante :

$$PR = (N \text{ témoin} - N_{\text{traité}}) / (N_{\text{traité}} + N \text{ témoin})$$

N témoin : nombre d'insecte se trouvant sur la surface non traitée

N traité: nombre d'insecte se trouvant sur la surface traitée.

## **Résultats et discussions**

### **Rendement des huiles essentielles :**

Les huiles essentielles des feuilles de *Laurus nobilis* ont été obtenues par hydrodistillation. Elles sont de couleur jaune clair, presque incolore avec un aspect liquide et caractérisé par une

forte odeur. Les résultats relatifs à la détermination du rendement d'extraction de l'huile essentielle est de 0.82%.

Effectivement, les données de recherche que vous avez évoquées, ainsi que d'autres études, suggèrent que le rendement en huile essentielle de *Laurus nobilis* (laurier noble) peut atteindre environ (0,82%). Cependant, il convient de noter que cette valeur n'est qu'une moyenne statistique et que le rendement réel peut être très variable en fonction de divers facteurs, tels que :

Les feuilles sont généralement plus productives que les autres parties de la plante, ce qui en fait une partie de la plante utilisée. L'hydrodistillation est la méthode d'extraction la plus répandue, mais d'autres méthodes peuvent fournir des rendements plus élevés.

La composition chimique de la plante et son rendement en huile essentielle sont influencés par le climat et les conditions du sol dans la région de culture. Les conditions culturelles : Il est possible que des éléments tels que l'irrigation, la fertilisation et la lutte contre les parasites jouent également un rôle. Voici quelques exemples de rendements obtenus dans différentes études :

En étudiant l'huile essentielle de *Laurus nobilis* récolté en Bulgarie, Hafize et al. (2019), ont constaté une augmentation du rendement par rapport à notre propre étude (3.25%). Cela peut être attribué à la différence climatique et à la séparation géographique entre les deux pays (Algérie et Bulgarie).

Selon **Chibahi et Djouaher (2018)**, le rendement de l'huile essentielle de *Laurus Nobilis* récolté de Al-Attaf de janvier à avril est de 0,58%. Ce taux de rendement est inférieur à celui de notre échantillon.

Il est important de prendre en compte ces variations de rendement lors de l'utilisation de l'huile essentielle de laurier noble, car la concentration des composés actifs peut varier en fonction du processus d'extraction et des conditions de croissance de la plante.

En résumé, le rendement de 0,82% pour l'huile essentielle de laurier noble est une valeur moyenne indicative qui peut varier selon plusieurs facteurs. Il est crucial de considérer ces variations lors de l'utilisation de cette huile essentielle pour garantir son efficacité et sa sécurité.

**La composition chimique d'HE par GCMS :**

**Tableau 2.Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de Laurus nobilis :**

	Temps de rétention	Composés	%
1.	5,3	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	0,34%
2.	5,497	3-Carene	1,82%
3.	6,646	Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	1,51%
4.	6,739	Cyclohexane, 1-methylene-4-(1-methylethenyl)-	3,60%
5.	7,334	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	0,33%
6.	8,004	3-Carene	0,23%
7.	8,899	<b>Eucalyptol</b>	<b>23,75%</b>
8.	9,922	.gamma.-Terpinene	0,72%
9.	10,234	Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	0,55%
10.	11,152	1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	0,32%
11.	11,562	Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	0,39%
12.	11,787	<b>Linalool</b>	<b>10,59%</b>
13.	13,364	3-Carene	0,12%
14.	14,502	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-	0,21%
15.	14,595	.alpha.-Terpineol	0,34%
16.	15,074	Terpinen-4-ol	2,93%
17.	15,698	L-.alpha.-Terpineol	2,82%
18.	17,454	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	0,47%
19.	18,101	D-Carvone	0,10%
20.	18,788	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate	0,38%
21.	20,059	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-	0,23%
22.	21,503	Cyclohexane, 1-methylene-4-(1-methylethenyl)-	1,14%
23.	22,635	(1S,4R,5R)-1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octan-5-yl acetate	0,28%
24.	23,046	<b>.alpha.-Terpinylacetate</b>	<b>11,05%</b>
25.	23,294	Eugenol	0,98%
26.	24,807	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	0,90%
27.	25,524	<b>Methyleugenol</b>	<b>8,19%</b>
28.	25,934	Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene-4,8,8-trimethyl-4-vinyl-	1,80%
29.	26,812	alpha.-Guaiene	0,23%
30.	29,376	Benzene, 1,2-dimethoxy-4-propenyl-, (Z)-	1,21%
31.	29,584	Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]-	0,70%
32.	32,525	1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1a-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	1,07%
33.	32,738	2-((2R,4aR,8aS)-4a-Methyl-8-methylenedecahydronaphthalen-2-yl)prop-2-en-1-ol	1,31%
34.	36,92	Tau-Cadinolacetate	0,66%
35.	48,97	<b>Tetracosane</b>	<b>8,96%</b>

L'examen du tableau 02 montre que l'huile essentielle de L. nobilis provenant de l'Algérie est composée essentiellement de 1,8-cinéole (Eucalyptol) avec un pourcentage de (23,75%), Linalool avec (10,59%). Methyleugenol présente également un pourcentage de (8,19%). L'alpha-terpinyl acétate est présent avec un pourcentage (11,05%). En plus, l'huile est riche en

Tétracosane avec un pourcentage de (8,96%) et D-Carvone avec le minimum pourcentage de (0,10%).

Il existe beaucoup de facteurs externes pouvant influencer la composition chimique de l'huile essentielle comme la température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol est autant de facteurs d'ordre environnemental susceptibles d'exercer des modifications chimiques. (Anzano et al., 2022). Des travaux antérieurs ont indiqué que l'huile essentielle de *L. nobilis* collectée présentait les composés majeurs suivantes : *1,8-cinéole* (23,75%), *Linalol* (10,59%), *α terpinyl acétate* (11,05%), *Méthyleugenol* (8,19%).

**Tableau 3. Comparaison de la composition chimique en pourcentage des huiles essentielles de *Laurus nobilis* collectées en Grèce, en Algérie, en Géorgie et au Maroc).**

Composés	(Lic et al., 2024) Georgia	(Stefanova et al., 2020) Grèce	(Nabila et al., 2020) Algérie	(Belbachir et al., 2024) Moroc
1,8-cinéole	39.4%	30.8 %	41.0%	34.86%
Linalol	13.9%	≤ 0,05 %	12.2%	29.47%
α terpinyl acétate	11.2%	14.9 %	14.4%	9.90%
Méthyleugenol	5.7%	3.6 %	Non détecté	3.53%
Alpha-Guaiène	0.1%	0.1%	0.8%	Non détecté
Alpha - Terpineol	3.7%	8.0%	3.7%	3.10%
Gamma-Terpinène	0.5%	3.3%	0.22%	0.63%

L'examen du tableau 3 montre que les 4 provenances Algérie, la Grèce, Georgia et le Maroc. Présentent les mêmes composés majeurs mais avec des différents pourcentages. Ces composés présentent une grande variabilité dans chaque provenance le *1,8-cinéole* enregistre un pourcentage de (41,0%) pour l'Algérie tant que valeur la plus élevée, tandis que la Grèce reçoit la valeur la plus faible (30,08%), et (39,4%) pour la Géorgie et (34,86%) pour le Maroc.

Le composé *α-terpineol* présente le pourcentage le plus élevé en la Grèce avec une valeur de (8,0%) puis l'Algérie et Georgia avec la même valeur (3,7%) et en fin le Maroc (3,1%).

Ensuite  $\alpha$ -terpinylacétate présente une variation importante selon la localité avec des pourcentages respectifs de 14,9% pour la Grèce. Concernant, le Linalol, le pourcentage le plus élevés été observé pour l'huile essentielle de le Maroc avec 29,47% et <0,05% dans la Grèce.

Des différentes valeurs de la *Methyleugenolla* Géorgie a obtenu la grandevaleur (5,7%) et leur absence dans l'Algérieet présent aussi dans l'huile de provenance de Grèce et le Maroc avec des pourcentage 3,6% et 3,53%.

Si on compare les résultats de notre étude avec ceux du tableau 3, on constate que nos valeurs de le *1,8-cinéole* sont inférieures 23,75 %.

A  $\alpha$ -terpinyl acétate, il est supérieur au pourcentage du Maroc avec une valeur de 10,59%.

Ensuite, nous obtenons la valeur la plus élevée avec un pourcentage de 8,19 % dans la *Methyleugenol*, et enfin une valeur supérieure à celle du Linalol en Grèceavec 10,59%.

Plusieurs travaux de recherche ont rapporté que l'origine géographique, variation saisonnière, variation génétique, stade de développement, la partie de la plante utilisée peuvent influencer la composition chimique des huiles essentielles (Anwar et al., 2009). En plus, plusieurs travaux ont montré que la composition chimique des huiles essentielles varie selon la région géographique (Van Vuuren et al.,2007). Ont rapporté aussi que la composition des huiles essentielles varie significativement de la région du développement de la plante. Des travaux antérieurs conduits par Mansouri et al. (2011), et Milos et al., (2001), ont indiqué que la différence de la composition chimique des huiles essentielles pourrait s'expliquer par une adaptation aux facteurs biotiques et abiotiques, tels que le climat spécifique aux régions de provenance des échantillons, aux facteurs géographiques comme l'altitude et la nature du sol.

### Variabilité interspécifique des composés majeurs des huiles essentielles étudiées :

La variation des pourcentages des composés majeurs communs des huiles essentielles de *L nobilis* dans la figure :

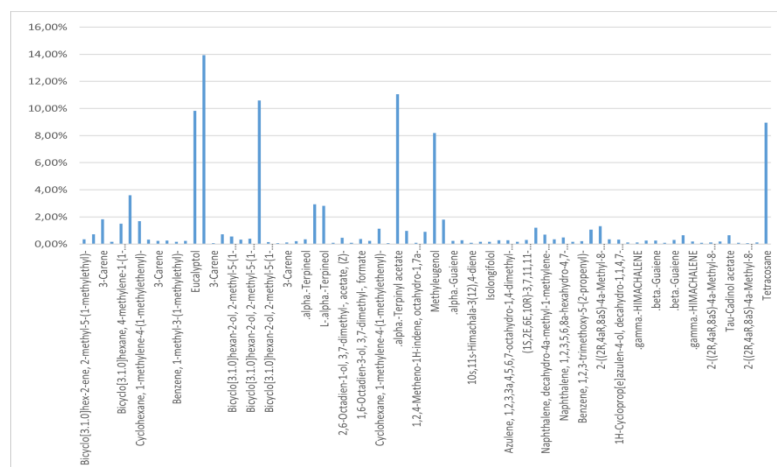
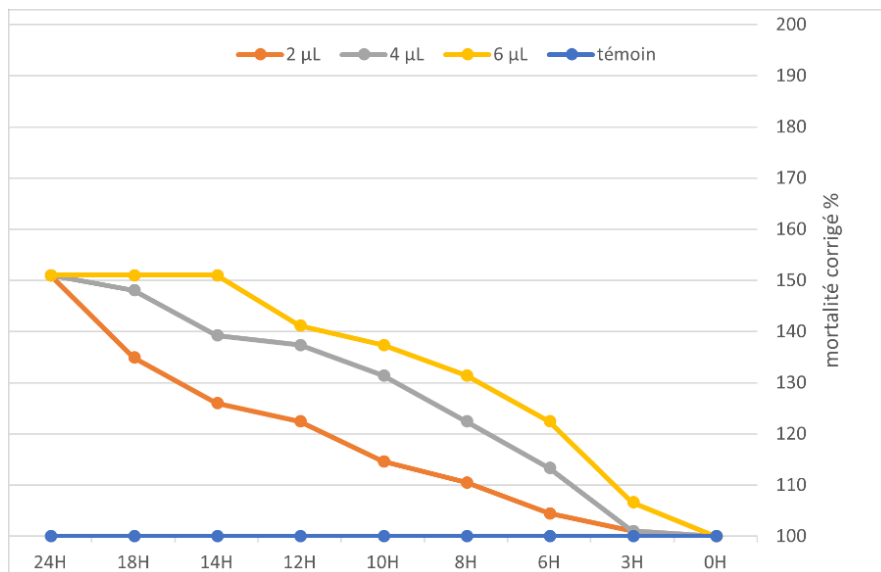


Figure 20. Composition des huiles essentielles de *Laurus nobilis* L.

L'analyse de la figure 23 indique que l'eucalyptol c'est le composé de la plus grande valeur puis le alpha terpinyl acétate, une étude comparative menée par Marzouki et al. (2002) a indiqué que les huiles essentielles de laurier ont présenté des composés communs majeurs dans des proportions variables tels que le *1,8-cindole*, le *linalol*, le *alpha terpinyl acétate*, la *méthyle eugenol*, le *etracosane* et le *Benzene*, *1-methyl-3-(1-methylethyl)*.

### Évaluation de l'activité insecticide d'huile essentielle *L. nobilis* Cas de *Tribolium castaneum* :

#### Effet fumigène :



**Figure 21. Évaluation des mortalité corrigées (%) des adultes de *Tribolium castaneum*.**

La figure montre l'effet de différentes concentrations d'une substance insecticide sur la mortalité des adultes de *Tribolium castaneum*. Les adultes ont été exposés à 2, 4 et 6 µL d'huile essentielle de *Laurus nobilis*, ainsi qu'à un témoin sans insecticide. La mortalité des adultes a été évaluée après 24, 18, 14, 12, 10, 8, 6, 3 et 0 heures d'exposition.

La figure montre que la mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* augmente avec la concentration de la substance insecticide HE *L. nobilis* et le temps d'exposition.

À 2 µL, la mortalité est faible et ne dépasse pas 20 % à aucun moment. À 4 µL, la mortalité est plus élevée et atteint 50 % après 24 heures d'exposition. À 6 µL, la mortalité est encore plus élevée et atteint 100 % après 12 heures d'exposition.

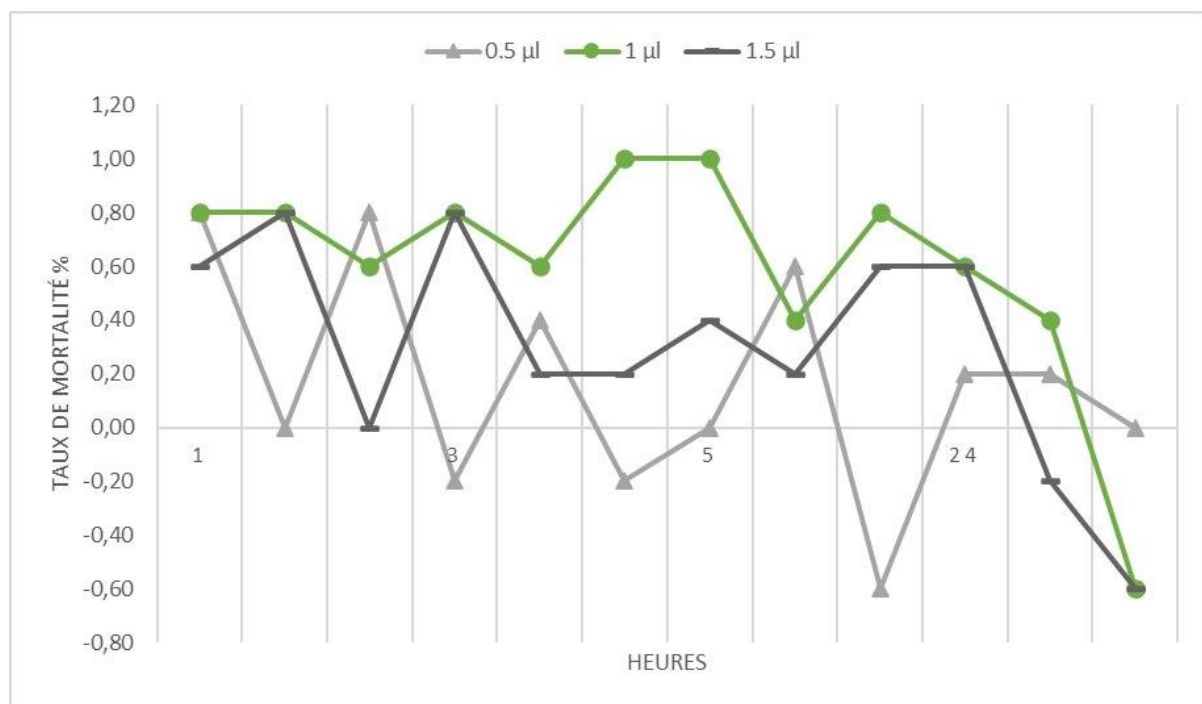
Les résultats de cette figure suggèrent que la substance insecticide est efficace pour tuer les adultes de *Tribolium castaneum*. L'efficacité d'huile essentielle augmente avec la concentration

et le temps d'exposition. À 6  $\mu\text{L}$ , la substance insecticide est capable de tuer tous les adultes de *Tribolium castaneum* en 12 heures.

La figure montre que l'huile essentielle de *laurus nobilis* est efficace pour tuer les adultes de *Tribolium castaneum*. L'efficacité de la substance insecticide augmente avec la concentration et le temps d'exposition. Cette HE pourrait être utilisée pour lutter contre les infestations de *Tribolium castaneum* dans les produits stockés.

Les résultats de cette étude sont en accord avec les résultats d'autres études qui ont montré que l'HE *L. nobilis* a un effet insecticide sur les insectes nuisibles. Par exemple, une étude de (Jemâa et al.,2012) a montré que l'HELN a une activité insecticide significative contre les adultes de *Sitophilusoryzae*, un coléoptère ravageur des céréales. Une autre étude de (caputo et al.,2017) a montré que l'HELN a une activité répulsive significative contre les adultes de *Aedes aegypti*, un moustique vecteur de maladies.

#### Effet répulsif :



**Figure 22. Evaluation de Le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de *laurus nobilis* (PR) (Taux de mortalité) pour le *Tribolium castaneum*.**

La figure 25 montre l'effet de différentes concentrations d'huile essentielle de *laurus nobilis* (HELN) sur la répulsion des adultes de *Tribolium castaneum*. Les adultes ont été exposés à 0,5, 1 et 1,5  $\mu\text{L}$  d'HELN, ainsi qu'à un témoin sans HELN. Le pourcentage de répulsion des adultes a été évalué après 1, 3, 5, et 24 heures d'exposition.

La figure montre que le pourcentage de répulsion des adultes de *Tribolium castaneum* augmente avec la concentration d'HELN et le temps d'exposition. À 0.5 µL, le pourcentage de répulsion est d'environ 20 % après 24 heures d'exposition. À 1 µL, le pourcentage de répulsion est d'environ 40 % après 24 heures d'exposition. À 1.5 µL, le pourcentage de répulsion est d'environ 60 % après 24 heures d'exposition.

Les résultats de cette figure suggèrent que l'HELN est efficace pour repousser les adultes de *Tribolium castaneum*. Le pourcentage de répulsion observé à toutes les concentrations d'HELN indique que l'HELN a un effet répulsif significatif sur les adultes de *Tribolium castaneum*.

La figure montre que l'HELN est efficace pour repousser les adultes de *Tribolium castaneum*. L'HELN peut être une méthode efficace de lutte contre les infestations de *Tribolium castaneum*.

Les résultats de cette étude sont en accord avec les résultats d'autres études qui ont montré que l'HELN est efficace pour repousser les adultes de *Tribolium castaneum*. Par exemple, une étude de McDonald et al., (2011) a montré que l'HELN était efficace pour repousser les adultes de *Tribolium castaneum* à des concentrations de 0.1, 0.5 et 1 %. Une autre étude de Chaieb et al., (2018) a montré que l'HELN était efficace pour repousser les adultes de *Tribolium castaneum* à des concentrations de 0.25, 0.5 et 1 %.

En résumé, la figure montre que l'HELN est un répulsif efficace contre les adultes de *Tribolium castaneum*. L'HELN peut être une méthode efficace de lutte contre les infestations de *Tribolium castaneum*.

#### **Résultats des activités antioxydantes:**

**Tableau 4. Résultat desteneurs en phénols totaux, flavonoïdes, vitamine C et activité antioxydante de l'extrait et de l'huile essentielle de *Laurus nobilis*.**

Echantillon considéré de <i>L. nobilis</i>	Phéols totaux (mg EAG/g PS)	Flavonoïdes (mg EC/g PS)	Vitamine C (mg/g PS)	Activité antioxydante totale (mmole Trolox/g)
Extrait	33.64±1.26	16.73±0.8	4.3±0.2	0.524±0.036
Huile essentielle	21.6±1.32	18.40±0.75	2.2±0.11	0.618±0.015

Le tableau présente les teneurs en phénols totaux, flavonoïdes, vitamine C et activité antioxydante de l'extrait et de l'huile essentielle de *Laurus nobilis*.

### **Phénols totaux**

L'extrait présente une teneur en phénols totaux plus élevée que l'huile essentielle (33,64 mg EAG/g PS contre 21,6 mg EAG/g PS). Cela suggère que l'extrait est plus riche en composés phénoliques que l'huile essentielle. Les composés phénoliques sont des antioxydants qui peuvent protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres.

### **Flavonoïdes**

L'huile essentielle présente une teneur en flavonoïdes légèrement plus élevée que l'extrait (18,40 mg EC/g PS contre 16,73 mg EC/g PS). Cela suggère que l'huile essentielle est plus riche en flavonoïdes que l'extrait. Les flavonoïdes sont un type de composé phénolique qui a des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

### **Vitamine C :**

L'extrait présente une teneur en vitamine C plus élevée que l'huile essentielle (4,3 mg/g PS contre 2,2 mg/g PS). Cela suggère que l'extrait est plus riche en vitamine C que l'huile essentielle. La vitamine C est un antioxydant puissant qui peut protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres. Elle est également importante pour le maintien du système immunitaire.

### **Activité antioxydante :**

L'huile essentielle présente une activité antioxydante légèrement plus élevée que l'extrait (0,618 mmoleTrolox/g contre 0,524 mmoleTrolox/g). Cela suggère que l'huile essentielle est plus efficace pour neutraliser les radicaux libres que l'extrait.

Les résultats de cette étude montrent que l'extrait et l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sont riches en composés phénoliques, flavonoïdes et vitamine C. Ces composés ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires qui peuvent être bénéfiques pour la santé. L'huile essentielle présente une activité antioxydante légèrement plus élevée que l'extrait, mais l'extrait présente une teneur en phénols totaux et en vitamine C plus élevée.

## Conclusion

*Laurus nobilis* L. est une plante polyvalente qui a des applications importantes dans l'industrie agroalimentaire. Ses huiles essentielles et ses extraits présentent de puissantes propriétés antioxydantes et antimicrobiennes, ce qui en fait des conservateurs naturels efficaces. En outre, la plante présente des avantages nutritionnels et thérapeutiques, et ses composés bioactifs peuvent être stabilisés par encapsulation pour être utilisés dans divers produits alimentaires et pharmaceutiques. Les diverses activités pharmacologiques de ses terpénoïdes augmentent encore sa valeur dans les applications de sécurité alimentaire et de santé.

L'huile essentielle de *Laurus nobilis* se présente comme un conservateur alimentaire prometteur, offrant une alternative naturelle et durable aux conservateurs chimiques traditionnels. Ses propriétés antioxydantes et insecticides remarquables permettent de prolonger la durée de conservation des aliments, de préserver leurs qualités nutritives et de lutter contre les infestations d'insectes nuisibles. Des recherches continues sont nécessaires pour optimiser son utilisation et évaluer son efficacité à grande échelle dans l'industrie alimentaire.

L'huile essentielle de laurier noble peut être incorporée dans divers emballages alimentaires ou appliquée directement sur la surface des aliments pour les protéger de l'oxydation et des infestations d'insectes. Elle peut être utilisée pour conserver une large gamme de produits alimentaires, tels que les viandes, les volailles, les fruits secs, les céréales et les légumineuses. Des études ont montré que l'huile essentielle de laurier noble est efficace pour retarder le rancissement des viandes et des volailles, prévenir la contamination des fruits secs par les mites, et protéger les céréales et les légumineuses des attaques des bruches.

## Références

### A

1. Ait Mbarek, A., et al. (2020). Antibacterial and antifungal activities of *Laurus nobilis* L. essential oil: A review. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 592
2. Al-Hashimi, A., & Mahmood, S. (2016). THE NUTRITIONAL VALUE AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BAY LEAVES (*Laurusnobilis* L.). , 15, 246-259..
3. Al-Hashimi, A., & Mahmood, S. (2016). THE NUTRITIONAL VALUE AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BAY LEAVES (*Laurusnobilis* L.). , 15, 246-259.
4. Aljamal, A. (2010). Effects of Bay Leaves on Blood Glucose and Lipid Profiles on the Patients with Type 1 Diabetes. *International Journal of Medical and Health Sciences*, 4, 409-412.
5. Amorati, R.; Foti, M.C.; Valgimigli, L. Antioxidant activity of essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 2013, 61, 10835–10847. [CrossRef] [PubMed]
6. ANTON R, LOBSTEIN A. (2005) - Plantes aromatiques.Epice, aromates, condiments et huiles essentielles- Tec & Doc, Paris ( France ).
7. Anzano, A.; de Falco, B.; Grauso, L.; Motti, R.; Lanzotti, V. Laurel, *Laurus nobilis* L.: A review of its botany, traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Phytochem. Rev.* 2022, 1–51. [CrossRef]
8. Aputo, L., Nazzaro, F., Souza, L., Aliberti, L., Martino, L., Fratianni, F., Coppola, R., &Feo, V. (2017). *Laurus nobilis*: Composition of Essential Oil and Its Biological Activities. *Molecules : A Journal of Synthetic Chemistry and Natural Product Chemistry*, 22.
9. AqiliKhorasani M.S. Collection of Drugs (Materia Media) Enqelab-e-Eslami Publishing and Educational Organization; Teheran, Iran: 1992. pp. 624–630.

### B

10. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., &Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils--a review.. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 46 2, 446-75 .
11. BALLABIO R, GOETZ P. Huile de graine/fruit de laurier *Laurusnobilis* L., *Laurusazorica* (Seub.) Franco, *Laurusnovocariensis* Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E. Dias, J.C. Costa et C. Aguiar. *Phytothérapie.* 2010;8(2): pp. 141-144.

12. Batool, S., Khera, R., Hanif, M., & Ayub, M. (2019). Bay Leaf. *Medicinal Plants of South Asia*, 63 - 74.
13. Belasli, A., Miri, Y., Aboudaou, M., Ouahioune, L., Montañés, L., Ariño, A., & Djenane, D. (2020). Antifungal, antitoxigenic, and antioxidant activities of the essential oil from laurel (*Laurus nobilis* L.): Potential use as wheat preservative. *Food Science & Nutrition*, 8, 4717 - 4729.
14. Belbachir, Y., El Farissi, H., Dahmouny, M. E., Bellaouchi, R., Beraich, A., Neffa, M., ... & Talhaoui, A. (2024). Multidisciplinary study of *Laurus Nobilis* essential oil: From chemical composition to molecular interactions. *Moroccan Journal of Chemistry*, 12(3), 1022-1041.
15. Beloued A. 2003. *Plantes medicinales d'Algerie*. Alger : Office des publications Universitaires.
16. Božin, B., Mimica-Dukić, N., Samojlik, I., & Jovin, E. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55 19, 7879-85 .
17. Bruneton J., (2002)- *plantes toxiques, végétaux dangereux pour l'homme et les animaux- 3<sup>ème</sup>*.

### C

18. Caldas l, caldas m .(2008)-The laurel leaves toxicity may also be responsible for the
19. Caputo, L., Nazzaro, F., Souza, L. F., Aliberti, L., De Martino, L., Fratianni, F., ... & De Feo, V. (2017). *Laurus nobilis*: Composition of essential oil and its biological activities. *Molecules*, 22(6), 930.
20. Casamassima, D., Palazzo, M., Vizzarri, F., Coppola, R., Costagliola, C., Corino, C., & Costanzo, A. (2017). Dietary effect of dried bay leaves (*Laurus nobilis*) meal on some biochemical parameters and on plasma oxidative status in New Zealand white growing rabbit. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101, e175–e184..
21. Celikel, N., & Kavas, G. (2018). Antimicrobial Properties of Some Essential Oils against Some Pathogenic Microorganisms. *Czech Journal of Food Sciences*, 26, 174-181.
22. Chahal, K.; Kumar Singh, D.; Panchbhaiya, A.; Singh, N.; Chahal, C.K.; Kaur, M.; Bhardwaj, U.; Singla, N.; Kaur, A. A review on chemistry and biological activities of *Laurus nobilis* L. essential oil. *J. Pharmacogn. Phytochem. JPP* 2017, 6, 1153–1161.

23. Chaieb, I., Ben Hamouda, A., Tayeb, W., Zarrad, K., ThameurBouslema, T., et Laarif, A. (2018): The Tunisian Artemisia Essential Oil for Reducing Contamination of Stored Cereals by *Tribolium castaneum*. doi: 10.17113/ftb.56.02.18.5414.
24. Chaumon, M., Goëlo, V., Ribeiro, A., Rocha, F., & Estevinho, B. (2020). In vitro evaluation of microparticles with *Laurus nobilis* L. extract prepared by spray-drying for application in food and pharmaceutical products. *Food and Bioproducts Processing*, 122, 124-135.
25. Chaumon, M., Goëlo, V., Ribeiro, A., Rocha, F., & Estevinho, B. (2020). In vitro evaluation of microparticles with *Laurus nobilis* L. extract prepared by spray-drying for application in food and pharmaceutical products. *Food and Bioproducts Processing*, 122, 124-135.
26. Cherrat, L., Espina, L., Bakkali, M., García-Gonzalo, D., Pagán, R., & Laglaoui, A. (2014). Chemical composition and antioxidant properties of *Laurus nobilis* L. and *Myrtus communis* L. essential oils from Morocco and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes for food preservation.. *Journal of the science of food and agriculture*, 94 6, 1197-204 .
27. compounds of lamiaceae and lauraceae to three stored-product insects, *Journal of stored products*
28. Conforti, F., Statti, G., Uzunov, D., et Menichini, F. (2006). Comparaison de la composition chimique et des activités antioxydantes des feuilles sauvages et cultivées de *Laurus nobilis* L. et de *Foeniculum vulgare* subsp. *Graines de piperitum* (Ucria) coutinho. *BULLETIN BIOLOGIQUE ET PHARMACEUTIQUE*, 29 , 2056–2064.

#### D

29. Daferera, D., Ziogas, B., & Polissiou, M. (2000). GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*.. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48 6, 2576-81 .
30. Damayanti, D., Latifah, L., Jati, S., & , R. (2021). The Potential Minerals of Bay Leaf (*Syzygium Polyanthum*): To Support Woman in Pregnancy and Breastfeeding. *Proceedings of the International Conference on Health and Medical Sciences (AHMS 2020)*.
31. Demir V., Guhan T., Yagcioglu A.K., Ddegirmencioglu A., (2004) Mathematical modeling and the Determination of some Quality Paramaters of Air-dried Bay leaves. *Biosystems Engineering*. 88 (3) : 325-335.

32. Días, M., Barros, L., Dueñas, M., Alves, R., Oliveira, M., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I. (2014). Nutritional and antioxidant contributions of *Laurus nobilis* L. leaves: would be more suitable a wild or a cultivated sample?. *Food chemistry*, 156, 339-46. édition,TEC&DOC. pp. 381-382, Paris, France.

#### E

33. Edris, A. (2007). Pharmaceutical and therapeutic Potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. *Phytotherapy Research*, 21.
34. Elaissi, A., et al. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of essential oils from *Laurus nobilis* L. leaves grown in Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8), 1977-1984.
35. Erkmen, O., & Ozcan, M. (2008). Antimicrobial effects of Turkish propolis, pollen, and laurel on spoilage and pathogenic food-related microorganisms.. *Journal of medicinal food*, 11 3, 587-92.
36. European Commission. Commission implementing regulation (EU) No 872/2012. *Off. J. Eur. Union* 2012, L 267, 161.

#### F

37. Falleh, H.; Ben Jemaa, M.; Saada, M.; Ksouri, R. Essential oils: A promising eco-friendly food preservative. *Food Chem.* 2020, 330, 127268. [CrossRef].
38. Ferguson, D. (1974). On the taxonomy of recent and fossil species of *Laurus* (Lauraceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 68, 51-72.
39. 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.

#### G

40. Ghalib, A., Jaber, A., & Ben Mansour, A. (2019). Antimicrobial and antioxidant effects of *Laurus nobilis* essential oil on foodborne bacteria and lipid oxidation in chicken meat. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 323-330.
41. Gharsallaoui, J., et al. (2016). Essential oils of *Laurus nobilis* L. and *Myrtus communis* L.: A comparative study of their chemical composition and antimicrobial activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 190, 175-183.
42. Goudjil M.(2016).Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques. [These] :Genie des procédés et environnement:UniversiteKasdiMerbah Ouargla.

43. Günes, M., & Alma, M. (2008). The Effects of Microwave Irradiation Power on the Chemical Composition of Essential Oil from the Leaves of Turkish Bay Laurel. *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, 22, 2205 - 2216.

## H

44. Hamdan, M. S., & Masoud, W. M. (2020). The antibacterial activity of *Laurus nobilis* leaf extract and its potential use as a preservative for fresh lamb meat. *African Journal of Microbiology Research*, 14(11), 617-624.
45. *Handbook of spices, seasonings, and flavorings*. Second edition. Raghavan S. Taylor .
46. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans A Review of Human Carcinogens: Some Chemicals in Industrial and Consumer Products, Food Contaminants and Flavourings, and Water Chlorination By- Products. IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risks Humans 2013, 101, 407–433.

## I

47. Ilahy, R., Siddiqui, M. W., Tlili, I., Montefusco, A., Piro, G., Hdider, C., & Lenucci, M. S. (2018). When color really matters: horticultural performance and functional quality of high-lycopene tomatoes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 37(1), 15-53.
48. Ilahy, R., Tlili, I., Siddiqui, M. W., Hdider, C., & Lenucci, M. S. (2019). Inside and beyond color: Comparative overview of functional quality of tomato and watermelon fruits. *Frontiers in Plant Science*, 10, 455060.
49. Iserin P. (2001). *Encyclopédie des plantes médicinales*. 2 ème Ed. Larousse. Londres Pp : 143 et 225-226.

## J

50. Jemâa, J. M. B., Tersim, N., Toudert, K. T., & 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, 97-104.
51. JESSE WAGSTAFF D .(2008)-*International poisonous plant checklist*- CRC Press. London.

## K

52. Kamdem, B., Kamto, E., Soh, D., Pegnyemb, D., Zingué, S., Paumo, H., Katata-Seru, L., Abou, A., Rosinah, M., Mbah, J., & Boyom, F. (2022). Pharmacological activity and mechanisms of action of terpenoids from *Laurus nobilis* L. *The Natural Products Journal*.

53. Khan, A., Zaman, G., & Anderson, R. (2007). Bay Leaves Improve Glucose and Lipid Profile of People with Type 2 Diabetes. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 44, 52 - 56.
54. Khan, I., Shah, S., Ahmad, J., Abdullah, A., & Johnson, S. (2017). Effect of Incorporating Bay Leaves in Cookies on Postprandial Glycemia, Appetite, Palatability, and Gastrointestinal Well-Being. *Journal of the American College of Nutrition*, 36, 514 - 519.
55. Klingler, M., & Bucher, G. (2022). The red flour beetle *T. castaneum*: elaborate genetic toolkit and unbiased large scale RNAi screening to study insect biology and evolution. *EvoDevo*, 13(1), 14.
56. Kuna, A., Sahoo, M., Mandarapu, S., Mayengbam, P., Dasgupta, M., & Mulinti, S. (2020). Nutrient, antioxidant and anti nutrient composition of value added products made with underutilized forest produce Bay leaf (*Cinnamomum tamala*). *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*, 22, 226-234.

#### L

57. Lee, O., Lee, H., Lee, J., Son, J., Rhee, S., Kim, H., Kim, Y., & Lee, B. (2005). Chemical Properties of Olive and Bay Leaves. *Journal of The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 34, 503-508.
58. lic, Z., Sunic, L., Stanojevic, L., Milenković, L., Milenkovic, A., Stanojevic, J., & Cvetkovic, D. (2024). Chemical Profiles and Antioxidant Activities of Essential Oil from Different Plant Parts of Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.).

#### M

59. Marino, S., Borbone, N., Zollo, F., Ianaro, A., Meglio, P., & Iorizzi, M. (2004). Megastigmane and phenolic components from *Laurus nobilis* L. leaves and their inhibitory effects on nitric oxide production.. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52 25, 7525-31 .
60. McDonald L.L., Guy R.H. & Speirs R.D., 2011. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insects. *Marketing. Res. Rep. n° 882*. Washington: Agric. Res. Service, US. Dept of Agric., 183 p
61. Merghni, A.; Marzouki, H.; Hentati, H.; Aouni, M.; Mastouri, M.(2016). Antibacterial and antibiofilm activities of *Laurusnobilis* L. essential oil against *Staphylococcus aureus* strains associated with oral infections. *Pathol. Biol.* 2016, 64, 29–34.

62. MESSAOUDI S. (2008)-Les plantes médicinales. Troisième édition, Dar Elfikr,
63. Muhlemann, J.K.; Woodworth, B.D.; Morgan, J.A.; Dudareva, N. The monolignol pathway contributes to the biosynthesis of volatile phenylpropenes in flowers. *New Phytol.* 2014, 204, 661–670. [CrossRef] [PubMed]

## N

64. Nabila, B., Piras, A., Fouzia, B., Falconieri, D., Kheira, G., Fedoul, F. F., &Majda, S. R. (2022). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Laurus nobilis* leaves. *Natural Product Research*, 36(4), 989-993.
65. Nafis, A., Kasrati, A., Jamali, C., Custódio, L., Vitalini, S., Iriti, M., & Hassani, L. (2020). A Comparative Study of the in Vitro Antimicrobial and Synergistic Effect of Essential Oils from *Laurus nobilis* L. and *Prunus armeniaca* L. from Morocco with Antimicrobial Drugs: New Approach for Health Promoting Products. *Antibiotics*, 9.
66. Nazzaro, F., Fratianni, F., Martino, L., Coppola, R., &Feo, V. (2013). Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. *Pharmaceuticals*, 6, 1451 - 1474.

## O

67. Ordoudi, S., Papapostolou, M., Nenadis, N., Mantzouridou, F., &Tsimidou, M. (2022). Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.) Essential Oil as a Food Preservative Source: Chemistry, Quality Control, Activity Assessment, and Applications to Olive Industry Products. *Foods*, 11.
68. Ozcan, M., &Chalchat, J. (2005). Effect of different locations on the chemical composition of essential oils of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves growing wild in Turkey.. *Journal of medicinal food*, 8 3, 408-11.

## P

69. Pacini, E., Sciannandrone, N., et Nepi, M. (2014). Biologie florale de l'espèce dioïque *LAURUSNOBILIS* L. (Lauraceae). *FLORA-MORPHOLOGIE, DISTRIBUTION, ECOLOGIE FONCTIONNELLE DES PLANTES*, 209 (3), 153–163.

70. Papachristos D.P., Stamopoulos D.C. (2002) Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelidesobtecus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), J. Stored products Research. 38 : 117-128
71. Paparella, A., Nawade, B., Shaltiel-Harpaz, L., &Ibdah, M. (2022). A Review of the Botany, Volatile Composition, Biochemical and Molecular Aspects, and Traditional Uses of *Laurus nobilis*. Plants, 11.
72. Politeo, O.; Jukić, M.; Miloš, M. Chemical composition and antioxidant activity of free volatile aglycones from laurel (*Laurus nobilis* L.) compared to its essential oil. Croat. Chem. Acta 2007, 80, 121–126.

## R

73. Ramos, C., Teixeira, B., Batista, I., Matos, O., Serrano, C., Neng, N., Nogueira, J., Nunes, M., & Marques, A. (2012). Antioxidant and antibacterial activity of essential oil and extracts of bay laurel *Laurus nobilis* Linnaeus (Lauraceae) from Portugal. Natural Product Research, 26, 518 - 529.
74. Ramos,C.; Teixeira, B.; Batista, I.; Matos, O.; Serrano, C.; Neng, N.R.; Nogueira, J.M.F.; Nunes, M.L.; Marques, A. Antioxidant and antibacterial activity of essential oil and extracts of bay laurel *Laurus nobilis* Linnaeus (Lauraceae) from Portugal. Nat. Prod. Res. 2012, 26, 518–529. [CrossRef] [PubMed]
75. Rao, B., Kaul, P., Syamasundar, K., & Ramesh, S. (2002). Water soluble fractions of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) essential oil. Bioresource technology, 84 3, 243-6.
76. Raut, J., &Karuppayil, S. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. Industrial Crops and Products, 62, 250-264.Research. Vol.43.pp. 349-355.
77. ROZMAN V, KALINOVIC I, KORUNIC K.(2007)-Toxicity of naturally occurring

## S

78. Saleh, E., Al-Hawary, I., &Elnajar, M. (2019). ANTIBACTERIAL AND ANTI-OXIDANT ACTIVITIES OF LAUREL OIL AGAINST *Staphylococcus aureus* AND *Pseudomonas fluorescens* IN *Oreochromis niloticus* FILLETS. SLOVENIAN VETERINARY RESEARCH.
79. Sari, AO, Oguz, B. et Bilgic, A. (2006). Rupture de la dormance des graines de laurier (*LAURUSNOBILIS* L.). NEW FORESTS, 31 , 403–408.

80. Sayyah, M., J. Valizadeh, and M. Kamalinejad, 2002: Anticonvulsant activity of the leaf essential oil of *Laurusnobilis* against spentylenetetrazole- and maximal electroshockinducedseizures. *Phytomedicine*, 9(3): p. 212-6
81. Sharifi- Rad, J., Sureda, A., Tenore, G., Daglia, M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., Tundis, R., Sharifi-Rad, M., Loizzo, M., Ademiluyi, A., Sharifi-Rad, R., Ayatollahi, S., &Iriti, M. (2017). Biological Activities of Essential Oils: From Plant Chemoeology to Traditional Healing Systems. *Molecules : A Journal of Synthetic Chemistry and Natural Product Chemistry*, 22.
82. Shokoohinia, Y., Yegdaneh, A., Amin, G., &Ghannadi, A. (2014). Seasonal variations of LAURUSNOBILIS L. leaves volatile oil components in Isfahan, Iran. *RESEARCH JOURNAL OF PHARMACOGNOSY*, 1(3), 1–6.
83. Snuossi M, Trabelsi N, Ben Taleb S, Dehmeni A, Flamini G, De Feo V. *Laurusnobilis*, *Zingiberofficinale* and *Anethumgraveolens* Essential Oils: Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Bacteria Isolated from Fish and Shellfish. *Molecules*. 2016;21(10):1414.
84. Speroni, E., Cervellati, R., Dall'acqua, S., Guerra, M., Greco, E., Govoni, P., &Innocenti, G. (2011). Gastroprotective effect and antioxidant properties of different *Laurus nobilis* L. leaf extracts.. *Journal of medicinal food*, 14 5, 499-504 .
85. Speroni, E., Cervellati, R., Dall'acqua, S., Guerra, M., Greco, E., Govoni, P., &Innocenti, G. (2011). Gastroprotective effect and antioxidant properties of different *Laurus nobilis* L. leaf extracts.. *Journal of medicinal food*, 14 5, 499-504 .
86. Stefanova, G., Girova, T., Gochev, V., Stoyanova, M., Petkova, Z., Stoyanova, A., &Zheljazkov, V. D. (2020). Comparative study on the chemical composition of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves from Greece and Georgia and the antibacterial activity of their essential oil. *Heliyon*, 6(12).
87. STEVEN P.S. (2001). « Angiosperm Phylogeny Website ».
88. Suharni, S., Indarto, D., &Cilmiaty, R. (2021). Comparison of Ethanol and Methanol Extracts of Bay Leaves (*Syzygiumpolyanthum*) in Terms of Vitamin C, Iron and Phytochemical Levels. *Proceedings of the 1st International Seminar on Teacher Training and Education, ISTED 2021, 17-18 July 2021, Purwokerto, Indonesia*. trance of the Delphic pythia-Toxicology Letters. Vol.180.pp.232-246, Brazil.

89. Yahyaa, M.; Berim, A.; Nawade, B.; Ibdah, M.; Dudareva, N.; Ibdah, M. Biosynthesis of methyleugenol and methylisoeugenol in *Daucus carota* leaves: Characterization of eugenol/isoeugenol synthase and O-Methyltransferase. *Phytochemistry* 2019, 159,179–189. [CrossRef] [PubMed]
90. YAKHLEF G.( 2010)- Etude de l'activite biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L. Thèse Magister. Université EL hadj lakhdar–Batna, p78.
91. Yalcin, H., Anik, M., Sanda, M., &Cakir, A. (2007). Gas chromatography/mass spectrometry analysis of *Laurus nobilis* essential oil composition of northern Cyprus.. *Journal of medicinal food*, 10 4, 715-9.

Annexes : attestation de séminaire



## ATTESTATION DE PRÉSENCE

DÉLIVRÉE À

*Nihel Foughali*

*CABI DIGITAL LIBRARY WORKSHOP*



<i>Institut National de Recherche Agronomique de Tunis</i>	<i>22 mai 2024</i>	<i>CABI</i>	<i>Brahim Jrah</i>
<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>
Lieu de la formation	Date	Organisateur(s)	Directeur générale