



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2021

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
FRADJ Mayada, SERIDJI Houda

Le :mardi 29 juin 2021

Etude de quelque effets biologiques des extraits du *Laurier "Laurus nobilis"*

Jury :

M	Ahmed ATHEMENA	MCB	Université de Biskra	Président
Mme.	Fadjeria YAACOUB	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
Mme	Fatiha BENGUERAICHI	MAB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2020 – 2021

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nous remercions les plus distingués au Mme " **Yaakoub Fadjeria** " Maître Assistante Classe A au département de biologie, faculté des sciences exactes de la nature et de la vie, l' Université Mohamed Khider (Biskra), pour sa supervision éclairée tout au long de la rédaction du mémoire, pour sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous remercions aux membres de jury, chacun en son nom, d'approuver le verdict et d'examiner notre travail.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de notre travail et Nous remercions Madame **Boudjedjou Lamai** pour son aide.

Nous remercions beaucoup l'ensemble des enseignants du département de Biologie pour la formation qu'il nous ont assurée tout le long de notre cursus universitaire.

Merci à tous

Houda /Mayada

Dédicace

C'est avec toute de mes sentiments que je dédie ce travail a:

A ma famille, berceau de ma culture, sans elle je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.

A mes grands- pères **Abed lkader** et **Sebti** et à mes grands-mères **Oum Al-Khaire** et **Saida** pour leurs prières pour moi.

Aux personnes les plus chères à mon cœur et qui ont attendu avec patience les fruits de leur bonne éducation mes chers parents, **Fateh** et **Hadda**, qui ont été mon ombre durant toutes les années de mes études, et je les remercie d'être un exemple de persévérance, de foi en l'avenir, d'ambition et de m'avoir appris que la patience est la clé de la réussite.

A mes chères sœurs : **Warda**, **Omaima** et ma petite princesse **Inès**.

A mes chers frères : Youssef, **Oussama** et **Ali**.

Et je dédie sincères remerciements à ce qui était mon frère avant mon oncle **Nabil**, Si j'en suis là aujourd'hui, c'est grâce à DIEU et à toi, je t'aime très fort.

A tous ma famille **un** par **un** qui m'a soutenu à sa manière.

A mes chères copines et sœurs pour tous les moments que nous avons passés : **wafa**, **Hanane**, **Asma**, **Saida**, **khaira**, **khaoula**, **Amel**, **faiza** , **Raouia**, **Souzi**, **Sokra**, **Nani**, **Mina**, **Randa**.

A ma magnifique Binôme : Mayada.

A toute la promotion de master 2021.

A tous ce qui j'aime et qui m'aime.

Houda.

Dédicaces

Je dédie ce modeste ouvrage à : Ma bougie c'est ma vie, ma mère et mon père

Le comble de l'amour ne cesse de me plaire. Que Dieu leur donne une bonne santé et une longue vie.

L'homme de ma vie, mon idéal éternel, mon soutien moral et source de joie et Le bonheur, la personne qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir, que Dieu te protège en lui Le paradis est à toi, papa.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, l'âme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; Ma mère que j'adore.

A mes frères **Abdo** et **Nizar** et mon petit frère **Thamer**, sans oublier mon modèle dans l'ijtihad, **Hamza** et mon deuxième père, **Abdel Majid**, et mon âme sœur, **chouchou** et **Douja**.

Aux personnes chères à mon cœur et qui ont patiemment attendu les fruits de ma bonne éducation, je les remercie d'avoir donné l'exemple de persévérance et de foi en l'avenir, d'ambition et de m'apprendre que la patience est la clé du succès.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui ont toujours été à mes côtés, Et ceux qui m'ont accompagné durant mes études supérieures, mes bons amis, camarades de classe, frères de cœur et tous les moments que nous avons passés : **Nour**, **Aicha**, **Yousra**, **Fatima**, **Hasina**, **Wahiba**, **Amina**, **Khaira**, **Soukra**, **Djazia** et bien sûr avec des sincères appréciations au créateur, mon partenaire dans la lutte, **Houda**.

Pour toute la classe **Masters 2021**.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à rendre ce projet possible, et à tous ceux qui m'aiment.

Mayada.

Sommaire

Liste des tableaux.....	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction.....	1

Première partie: Synthèse Bibliographique

Chapitre 1. Généralités sur la plante

1.1. La famille des <i>Lauracées</i>.....	3
1.2. La plante <i>Laurier</i>.....	3
1.3. <i>Laurus nobilis</i>.....	4
1.3.1. Généralités	4
1.3.2. Historique.....	4
1.3.3. Noms populaires	5
1.3.4. Description de la plante	5
1.3.5. Classification botanique.....	6
1.3.6. Composition chimique.....	6
1.3.7. Huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i>	7
1.3.8. Propriétés principales et usage thérapeutique	7

Chapitre 2 Les effets biologiques de l'extrait de *Laurus nobilis*

2.1 Les effets biologiques de <i>Laurus</i>	9
2.1.1 Effet antifongique	9
2.1.2 Effet antioxydant.....	9
2.1.3 Effet antibactérien.....	9
2.1.4 Effet antibiofilm.....	9
2.1.5 Autres effets	10

Deuxième partie Partie expérimental

Chapitre 3 Matériel et méthodes

3. Matériel et méthodes.....	11
-------------------------------------	-----------

3.1. Préparation et extraction du matériel végétal	11
3.1.1. Macération	12
3.1.2. Ultrasons	13
3.1.3. Extraction à solvant organique	13
3.1.4. Hydrodistillation	13
3.1.5. Identification des huiles essentielles	14
3.2. Effet antifongique	15
3.2.1. Préparation de l'huile essentielle	16
3.2.2. Test antifongique des huiles essentielles de <i>Laurus nobilis</i>	16
3.2.3. Evaluation la croissance mycélienne	18
3.2.4. Taux d'inhibition (TI%).....	19
3.2.5. Détermination de la vitesse de croissance mycélienne (VCM)	19
3.3. Effet antioxydant	20
3.3.1. Test de piégeage des radicaux ABTS	20
3.3.2. Test de blanchiment B	21
3.3.3. Capacité antioxydant réductrice du cuivre CUPRAC.....	21
3.4. Effet antibactérienne	22
3.5. Effet antibiofilm	23
3.5.1. Détermination de la croissance bactérienne.....	23
3.5.2. Évaluation de la biomasse des biofilms (coloration au cristal violet)	23
3.5.3. Réduction de la croissance et du développement des biofilms.....	24
3.5.4. Évaluation de l'activité métabolique des biofilm (test de réduction MTT)	24
3.5.5. Analyse des résultats.....	25
3.6. Analyse statistique des résultats	25

Chapitre 4 Résultats et discussion

4. Résultats et discussion	26
4.1. Analyse par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse d'huile essentielle	26
4.2. Effet antifongique	28

4.3. Activités antioxydants	33
4.4. Activités antibactériennes.....	34
4.5. Effet antibiofilm	36
Conclusion	43
Références Bibliographiques	45
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau 1. Présenter les noms populaires de <i>Laurus Nobilis</i>	5
Tableau 2. La classification botanique de <i>Laurus nobilis</i>	6
Tableau 3. Le tableau montre les points de différence entre les différents travaux sur l'effet antifongiques d'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i>	15
Tableau 4. Différentes régions et bactéries utilisé pour étudiée l'effet antibactérienne.	22
Tableau 5. Représenté les différentes souches étudiées pour l'effet antibiofilm de <i>Laurus nobilis</i>	23
Tableau 6. Variations de la composition chimique de l'huile essentielle de <i>Laurier</i> pour les différentes régions géographiques et périodes d'étude.	27
Tableau 7. Activité antifongique des huiles essentielles de <i>Laurus nobilis</i> contre certains pathogènes	30
Tableau 8. Valeurs CMI des huiles essentielles et des médicaments antifongiques contre les espèces de <i>Candida</i>	31
Tableau 9. Effet des HE et du 1,8-cinéole sur le taux de croissance par <i>Aspergillus carbonarius</i> après 6 jours d'incubation et Pourcentage d'inhibition de la germination des spores (%) <i>d'Aspergillus carbonarius</i> après 7 jours d'incubation	32
Tableau 10. Les capacités inhibitrices minimale et bactérienne des huiles essentielles de <i>Laurus nobilis</i> de Gafsa et de Sousse.	35
Tableau 11. Effet de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> sur la formation de biofilms par voie orale <i>S. aureus</i> (inhibition du biofilm (%) \pm SD)	37
Tableau 12. Effets inhibiteurs de <i>Laurus nobilis</i> HE et de la nystatine sur l'adhésion initiale de <i>C. albicans</i> ATCC 60193, la formation de biofilm mature et la réduction du biofilm mature. Les valeurs sont exprimées en pourcentage d'inhibition (I%)	38
Tableau 13. Effet des extraits de <i>Laurier</i> sur la formation de biofilm (méthode des cristal violets)	39

Liste des figures

Figure 1. Aspect morphologique de <i>Laurus nobilis</i>	6
Figure 2. Feuilles de <i>L. nobilis</i>	11
Figure 3 . Schéma représenté les différentes méthodes de l'extraction de la plante " <i>Laurus nobilis</i> ".	12
Figure 4. Schéma de " <i>Laurus nobilis</i> " extraction d'huiles essentielles (hydrodistillation)	14
Figure 5. Schéma de synthèse présentant les étapes de l'ensemencement des souches dans des boîtes de pétri.	17
Figure 6. Schéma présenté les différentes méthodes du l'étude de l'effet antioxydant.	20
Figure 7. Composants majoritaires de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i>	26
Figure 8. Cinétique de croissance mycélienne en fonction du temps et de la concentration des huiles essentielles de <i>Laurus nobilis</i>	28
Figure 9. Taux d'inhibition des souches en fonction de la concentration en huiles essentielles de <i>Laurus nobilis</i>	29
Figure 10. Effets des huiles essentielles <i>L. nobilis</i> de Gafsa et de Sousse sur la réduction du biofilm préformé de <i>S. aureus</i> oral (6538, L37, L36) exprimé en pourcentages d'éradication (%) et évalué par la coloration Crystal Violet et le test MTT	38
Figure 11. <i>S. aureus</i> ATCC 6538 biofilm formé en présence et en absence d'extraits de <i>Laurier</i> . Images de microscopie électronique à balayage (MEB)	41

Liste des abréviations

ABTS : L'acide 2,2'-Azino-Bis (3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulphonique).

BHI : Brain Heart Infusion

BHT :HydroxytoluèneButylé.

CE : Chloroformique.

CLSM : Microscopie Confocale à Balayage Laser.

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice.

CUPRAC : Cupric Reducing Antioxidant Capacity

CV : Cristal Violet.

CYA :CzapekYeast Agar.

DMSO : Diméthylsulfoxyde.

DO : Densité Optique.

DPPH : 2,2-Diphényl 1-Picrylhydrazyle.

EAE : Acétate D'éthyle.

EPS : Substance Polymère Extracellulaire.

FORL: Feline Odontoclastic Resorptive Lesion.

GC-MS : Chromatographie en Phase Gazeuse-Spectrométrie de Masse.

HE : Huiles Essentielles.

LB : Luria Bertani.

L. nobilis : *Laurus nobilis*.

LP : lipide.

ME : Méthanol.

MEB : Microscopie Electronique à Balayage.

MTT : 3-[4,5-Diméthylthiazol-2-Yl] -2,5-Diphényltétrazolium.

PAM : Plantes Médicinales et Aromatiques.

PBS : Tampon Phosphate Salin.

PDA : Potato Dextrose Agar

TAC - Total Antioxidant Capacity.

TI : Taux d'Inhibition.

TME: Méthanol Total.

TSB: Trypticase.

VCM : Détermination de la Vitesse de Croissance Mycélienne.

Introduction

Introduction

Depuis longtemps, l'homme vit côte à côte avec les plantes, est habitué à les consommer pour leurs propriétés médicinales et nutritives. Les produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée aux différents secteurs d'activité tels que : le cosmétique, la pharmacie, l'agroalimentaire, le phytosanitaire et l'industrie. Les plantes médicinales sont impliquées dans ces différents secteurs sous formes de principes actifs, des huiles, des extraits, des solutions aqueuses ou organiques (Selles et *al.*, 2012). Les plantes sont également utilisées pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques dans le domaine de la microbiologie médicale (Mohammedi, 2013).

De façon générale Les plantes médicinales et aromatiques (PAM) sont reconnues comme une ressource importante pour les soins de santé et la parfumerie depuis l'antiquité (Kala, 2015). Représentent une nouvelle source de composés actifs naturels tels que les composés phénoliques, les saponosides, et les huiles essentielles qui font l'objet de nombreuses recherches *in vitro* et *in vivo* (Hellal, 2011). Les métabolites secondaires qui trouvent des utilisations comme agents aromatisants, parfums, insecticides, colorants et médicaments. La biotechnologie offre plusieurs choix grâce auxquels le métabolisme secondaire des plantes médicinales peut être modifié de manière innovante, pour surproduire des composés phytochimiques d'intérêt, pour réduire la teneur en composés toxiques ou même pour produire de nouveaux produits chimiques (Gandhi et *al.*, 2015). Les HE sont connus pour leurs propriétés antifongiques, antibactériennes, antioxydants, antivirales et médicinales (Gilling et *al.*, 2014 ; Rhoades et *al.*, 2013 ; Talibi et *al.*, 2014).

L'extrait de *Laurus nobilis* apparait comme un ingrédient important, étant une source d'une classe de composé appelés polyphénols (Ivanović et *al.*, 2009), qui lui confèrent des propriétés thérapeutiques (ex : antioxydant, anti-inflammatoire et antiviral) (Chaumon et *al.*, 2020). L'évaluation des effets biologiques des plantes reste un processus très précieux et très utile.

L'objectif ce présent travail est de faire une synthèse de certains travaux de recherches étudiant a la fois la composition chimique et l'effet biologique de plante aromatique et médicinale *Laurus nobilis* L. Ce travail est divisé en trois parties :

Dans le première partie une recherche bibliographique comprend une description de la plante *Laurus nobilis* L et sa classification botanique, ses composants et quelques effets biologiques.

La deuxième partie consiste en une synthèse des différentes expérimentations et techniques de dosages Dans cette partie nous traitant des articles scientifiques pour mettre en évidence des méthodes d'extraction, ainsi que l'étude des activités antibactérienne, antifongique et antioxydant et antibiofilm de *Laurus nobilis*. Les résultats et la discussion des différents auteurs sont présentés dans la troisième partie. En fin, une conclusion générale rassemblant l'essentiel des résultats des travaux et leurs perspectives.

Première partie
Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur la plante

1.1. La famille des *Lauracées*

La famille des *Lauracées*, par le nombre des espèces qui la représentent et par la taille que ses représentants peuvent atteindre, compte parmi les plus importantes de la flore de l'Amérique tropicale (Benoist, 1928). Les *Lauracées* sont des arbres ou arbustes souvent aromatiques, d'un bois très-dur et d'une odeur très-agréable leurs feuilles sont isolées, rarement opposées, ordinairement persistantes et coriaces, parfois avec des glandes à la base des nervures (Perrot, 1891) Comprennent 32 genres et environ 2000-2500 espèces (Ozcan, 2010). Le nombre d'espèces décrites et incluses dans cette famille est d'environ 900, dont beaucoup sont mal connues. Elles croissent dans les régions chaudes de l'Amérique, de l'Asie, de l'Australie, dans les îles de l'Océan Pacifique ; etc. Quelques - unes, situées en dehors des tropiques, répandues dans l'Amérique boréale ou australe, dans la région méditerranéenne, aux îles Canaries, l'Afrique australe et la Nouvelle Zélande ; certaines se rencontrent même dans l'Afrique équatoriale (Perrot, 1891).

Principales *Lauracées*

Bois de rose (*Aniba rosaeodora*), camphrier (*Cinnamomum camphora*), cannelier de Chine (*Cinnamomum cassia*), *Laurier* (*Laurus nobilis*) (Ferdinand, 2010).

1.2. La plante *Laurier*

« *Laurier* » est la francisation du latin *Laurus* qui désignait chez les Romains la *Laurier noble* ou *Laurier sauce*, *Laurus nobilis*. L'épithète dénote la haute estime en laquelle on tenait cet arbre dont les feuilles servaient à couronner les vainqueurs (Beloued, 2009). Est un arbre pouvant atteindre 15m de haut, aux feuilles allongées, coriaces et luisantes et aux fleurs vert blanchâtre. Dans la Rome antique, il symbolisait la gloire, et l'on offrait aux généraux triomphants sportifs une couronne de *Laurier* (Minker, 2013). Le *Laurier* vrai ou le *Laurier* romain, est largement répandu dans la région méditerranéenne et en Europe (Dall'Acqua et al., 2006).

1.3. *Laurus nobilis*

1.3.1. Généralités

Laurus, nom latin d'origine celte qui veut dire « toujours vert » au feuillage persistant de la plante (Pariante, 2001). *Laurus nobilis* est l'une des espèces végétales médicinales et aromatiques, qui connaît actuellement un regain d'intérêt pour son utilisation dans la médecine traditionnelle, les industries pharmaceutiques, agroalimentaires et cosmétiques (Chaaben et al., 2015). La famille des *Lauracées* est une famille de plantes angiospermes qui comprend plus de 2000 espèces réparties en une cinquantaine de genre. Ce sont des arbres ou des arbustes à feuilles quasi persistantes (Ferdinand, 2010), plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extrait à qualités médicales intéressantes (Yakhlef et al., 2011).

1.3.2. Historique

Son nom commun viendrait du celte *Lauer* (semper virens) selon certains ou du latin *laus*, *louange*, pour souligner les propriétés médicinales de la plante, déjà louées dans l'Antiquité. *Laurus* était consacré à Apollon et aux poètes. On pensait que, en le mâchant, on obtiendrait le don de la prophétie selon Pline, était une plante sacrée de die à Dionysos et à Jupiter, peut-être parce qu'on disait que les foudres l'épargnaient. Selon Suétone, Jules César portait toujours une couronne de *Laurier* (on pense que c'était pour masquer sa calvitie). Déjà les Etrusques tressaient des couronnes avec des branches de *Lauriers*, tradition reprise par les Romains qui en ceignent le front des héros. N'oublions pas que le terme bachelier dérive du latin *baccalaurea* le *Lauriers*, originaire de l'Asie mineure et présent dans toute la région méditerranéenne, appartient à la famille des *Lauracées*, famille de grands arbres à feuilles aromatiques (comme l'*avocat*, *Persea americana* et le *cannelier*, *Cinnamomum verum*) qui présentent des fleurs peu voyantes et qui produisent des drupes. Le *Laurier* est d'ailleurs la seule *Lauracée* qui pousse en Europe (Ballabio et Goetz, 2010). Ils dit que le laurier a été importé d'Andalousie par Tyr et Jérusalem. Si on en tresse des couronnes au vainqueur, c'est que ses feuilles fanent très lentement. Il semble qu'il ait d'abord retenu l'attention pour ses propriétés cosmétologiques (déjà les personnes âgées se préoccupaient de garder une chevelure noire). Le *Laurier* ne prend ses lettres de noblesse culinaires qu'avec les Romains. Si la Pythie mâchonne des feuilles de *Laurier*, c'est qu'il se

passé quelque chose (Gilly, 2005). Les vertus stimulantes du *Laurier* sont connues depuis les temps les plus reculés. Les Bédouins du désert mettent une feuille de *Laurier* dans leur café, pour l'aromatiser (Peris et Blázquez, 2015).

1.3.3. Noms populaires

Tableau 1. Présenter les noms populaires de *Laurus Nobilis*(*Laurus nobilis*, *s.d.*).

Français	<i>Laurier, Laurier – sauce</i>
Anglais	<i>Laurel, bay, bay Laurel, bay leaves</i>
Allemand	<i>Lorbeer</i>
Néerlandais	<i>Laurier</i>
Italien	<i>Alloro</i>
Espagnol	<i>Laurel</i>
Portugais	<i>Loureiro</i>
Arabe	<i>ġār.</i>
Chinois	<i>月桂 - yuegui (Flora of China)</i>
Philippines	<i>Laurel; paminta-dahon (cebuano) (PROSEA)</i>

1.3.4. Description de la plante

Venu d'Asie, *Laurus nobilis* "**EL-Rand**" a envahi l'Europe et aujourd'hui il est dans tous les jardins. Il apprécie les ravins de montagne du pourtour méditerranéen jusqu'à 1200 mètres. Cet arbuste de 2 à 10 mètres de hauteur possède une tige glabre à écorce lisse noire et au bois jaune pâle. Les rameaux dressés portent des feuilles vert foncé, brillantes dessus, mates dessous. Elles sont coriaces, lancéolées, ondulées au bord, alternes et persistantes. Les fleurs blanc jaunâtre (avril – mai) sont à l'aisselle des feuilles par 4 à 6 en ombrelles (Dominique, 2017), longues de 16 cm sur 8 cm de large, atténuées en court pétiole, penninerviées, entière, fleurs dioïques, odorantes, en petites ombelles axillaires pédonculées et involuquées, périanthe pétaloïde caduc, à 4 divisions obovales égales, 8 à 12 étamines sur 2 rangs à anthères s'ouvrant de la base au sommet par des valvules, 1 style court et épais, à stigmate subcapité, ovaire libre entouré de 2 à 4 staminodes tripartis; fruits drupacés, noir à maturité, ovoïde de 2 cm de long sur 1 cm de large (Beloued, 2009).



Figure 1. Aspect morphologique de *Laurus nobilis* (Beloued, 2009).

1.3.5. Classification botanique

Tableau 2. La classification botanique de *Laurus nobilis* (Pierre et Sébastien, 1962).

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

1.3.6. Composition chimique

Les feuilles contiennent du tanin un, principe amer, du mucilage des matières résineuses et pectique, et une essence aromatique incolore ou jaune pâle, à saveur chaude, constituée par un mélange de 45% de cinéol, de méthylchavicol, de pinène, d'eugénol, de linacol, d'éthers des acides acétiques isobutyrique et valérianique. Les baies renferment 17 à 25% d'huile de *Laurier*,

23% d'amidon, 2% de sucre, 0.85% de principes amers, une résine, du mucilage, de la bassorine, et 1 à 3% d'essence. (Beloued, 2009). Les baies contiennent 25% d'huile grasse et jusqu'à 3% d'huile volatile composée de cinéol, géraniol et linalol. Les feuilles sont riches en huile volatile contenant 45% de cinéol, un principe amer et du tanin (Peris et Blázquez, 2015). Contiennent aussi des flavonoïdes apolaires, lactone, sesquiterpènes, vitamine E (Kivçak et al., 2002). Flavonoïdes, des acides phénoliques et des alcaloïdes (Simić et al., 2003). Des recherches antérieures ont montré que jusqu'à 270 constituants des HE peuvent être trouvés dans les feuilles de *Laurier*, les principaux étant le 1,8-cinéole (22-56%), le linalol (0,9-26.9 %), l'acétate d' α -terpinyle (4,5-18,2 %), l' α -pinène (2,2-15,9 %), le β -pinène (1,9-15,3 %), le sabinène (4,5-12,7 %), l' α -terpinéol (0,9-12,0 %), le terpinéol-4 (0,9-4,1 %) (Stefanova et al., 2020).

1.3.7. Huile essentielle de *Laurus nobilis*

Huile essentielle (HE) de *Laurier*, également appelée huile de *Laurier* ou huile essentielle de *Laurier* doux (Caredda et al., 2002). La teneur en huile des feuilles de *Laurier* varie de 1 à 3 % en poids frais (Demiret al., 2004). Cette HE est utilisée comme antirhumatismale, antiseptique, diaphorétique, digestive et diurétique, ainsi que comme composant de parfum (Simić et al., 2004). Ont signalé l'utilisation de l'HE de *Laurier* comme additif pour conserver la viande, les fruits de mer et certains produits agricoles, en raison de ses activités antioxydants et antimicrobiennes. En raison de son activité biologique, de ses attributs gustatifs et de ses constituants aromatiques actifs, l'HE de *Laurier* a été largement utilisée comme additif dans les industries alimentaire et cosmétique (Franco-Vega et al., 2019).

1.3.8. Propriétés principales et usage thérapeutique

Laurier qui est un élément essentiel du bouquet garni dans nos préparations culinaires, est principalement utilisé en médecine traditionnelle pour soigner les troubles de l'appareil digestif ainsi que les douleurs arthritiques (Bendjersi, 2017) et les maladies de la peau et la cicatrisation de plaies (Ali-Shtayeh et al., 2000), la névralgie et le parkinsonisme (El Malti et Amarouch, 2009), des rhumatismes, du cancer, de l'épilepsie et plusieurs maladies infectieuses (Peixoto et al., 2017). A également des effets anesthésique, hypothermique, relaxante musculaire (Dallmeier et Carlini, 1981), analgésiques, diaphorétiques, antipyrétiques bien connus. Et il est utilisé dans les industries de la parfumerie et du savon (Jeffrey et al., 2016). Ses huiles

essentielles sont dotées de pouvoirs antibactérien et antifongique avérés (Ouibrahim et *al.*, 2015). Très utilisées par l'industrie agroalimentaire surtout par les conserveries des poissons. Aussi, la plante peut être utilisée traditionnellement en phytothérapie (Taarabt et *al.*, 2017). En plus de leur importance médicinale, les feuilles de ces plantes sont utilisées comme agent aromatisant et pour augmenter la durée de conservation des aliments ; les olives (Elharas et *al.*, 2013), les saucisses (Da Silveira et *al.*, 2014), les poissons (Snuossi et *al.*, 2016) car elles contiennent une activité antimicrobienne (Nadeem et *al.*, 2018) et une activité anti – oxydante (Dias et *al.*, 2014) et d'améliorer en général la sécurité des produits (Houicher et *al.*, 2016). Les métabolites les plus divers de la feuille de *Laurier*, ont été étudiés pour leurs divers effets pharmacologiques tels que les effets cytotoxique (Barla et *al.*, 2007) neuroprotecteurs (Ham et *al.*, 2011).

Chapitre 2

Les effets biologiques de l'extrait de *Laurus nobilis*

2.1 Les effets biologiques de *Laurus*

2.1.1 Effet antifongique

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

2.1.2 Effet antioxydant

Des recherches faites sur les extraits aqueux et éthanolique ont montré qu'ils présentent une forte activité antioxydant en émulsion d'acide linoléique (Elmastaş et al., 2006). Aussi dans autre étude montré qu'il présentait un pouvoir antioxydant (jusqu'à 75%) également dû à l'eugénol et au méthyleugénol. α -terpinol et élémicine étaient également identifiés (Rinçon et al., 2019), les flavonoïdes non polaires, les lactones (Muñiz-Márquez et al., 2013). De plus ont été détectés les flavonoïdes et leurs dérivés dans des extraits de *Laurier* comme : O-glycosides, un flavonoïde C-glycoside, catéchine et cinnamtannin B1 (Dall'Acqua et al., 2009).

2.1.3 Effet antibactérien

En général, l'HE de feuilles de *Laurier* de Géorgie a montré une activité inhibitrice plus faible (Stefanova et al., 2020). Il a également été démontré contre les espèces bactériennes Gram positives et Gram négative (El Malti et Amarouch, 2009). Parmi les bactéries (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus et intermedius Klebsiella pneumoniae*), est une découverte intéressante au vu de leur application éventuelle en tant que composés antimicrobiens naturels en tenant compte de l'alarme croissante sur l'utilisation des antibiotiques traditionnels (Aurori et al., 2016).

2.1.4 Effet antibiofilm

Une étude de Chmit et al (2014) sur les propriétés et l'extraction des sucres, des huiles essentielles et des huiles grasses de *L. nobilis* a démontré son activité antibiofilm.

Le biofilm est une communauté microbienne complexe hautement résistante aux antimicrobiens (Sánchez et al., 2016). Présentent des risques pour la santé dans les environnements cliniques,

l'industrie alimentaire et les systèmes d'eau potable (Bazargani et Rohloff, 2016). Qui se fixent à une surface et sont enfermés dans une substance polymère extracellulaire (EPS). La formation de ces communautés sessiles et leur résistance inhérente aux agents antimicrobiens sont les principales raisons de nombreuses infections persistantes et chroniques (Song et Zhen-Dan, 2018).

2.1.5 Autres effets

L'activité fumigène de certains composés qui se produisent naturellement dans les huiles essentielles des plantes aromatiques dont cinéol, eugénol et linalol, composés principaux de l'huile essentielle de *Laurus nobilis*, a été évaluée contre espèces d'insectes parasites des produits entreposés (*Sitophilusoryzae*, *Rhyzoperthadominica* et *Triboliumcastaneum*). L'activité insecticide a changé avec l'espèce d'insecte, le composé et le temps d'exposition. Les résultats ont prouvé que ces composés peuvent convenir comme fumigène en raison de leur volatilité élevée, efficacité et leur sûreté (Rozman et al., 2007). L'activité hypoglycémisante des extraits de feuille de *Laurier* a été également rapportée (Papachristos et Stamopoulos, 2002). L'administration des doses de 200 et 600 mg/kg de l'extrait éthanolique des feuilles de *Laurus nobilis* a produit une diminution significative des niveaux de glucose sanguin chez des lapins diabétiques (Khan et al., 1990).

Deuxième partie

Partie expérimental

Chapitre 3

Matériel et méthodes

3. Matériel et méthodes

Nous avons essayé dans cette partie de montré quelques activités biologiques étudiées pour la plante *Laurus nobilis*, par l'analyse des quelques articles dans ce contexte.

3.1. Préparation et extraction du matériel végétal

Grâce à nos recherches pour cette étude, nous avons constaté que la méthode d'échantillonnage des plantes varie en fonction de la période, du lieu et du mois où elles poussent. Elle varie également selon le type d'étude, certains l'utilisent sous forme de poudre en y ajoutant quelques réactifs et un autre l'utilise telles quelles.

Nous avons remarqué à travers des études antérieures et les études enregistrées qui ont été menées autour de la plante *Laurus nobilis* "**EL-Rand**" qu'elle est complètement séchée (La période varie) puis elle est broyée et à partir de là elle est conservée à l'abri de la lumière et l'humidité jusqu'à ce que l'étude soit terminée sur elle.



Figure 2. Feuilles de *L. nobilis* (Damiani et al., 2014).

De plus, nous avons également noté que toutes les études ont extrait l'huile essentielle de la plante et ont ensuite étudié ses effets biologiques. Les méthodes d'extraction sont différentes, nous mentionnons les plus importantes pour extraire la plante "*Laurus nobilis*" comme suit :

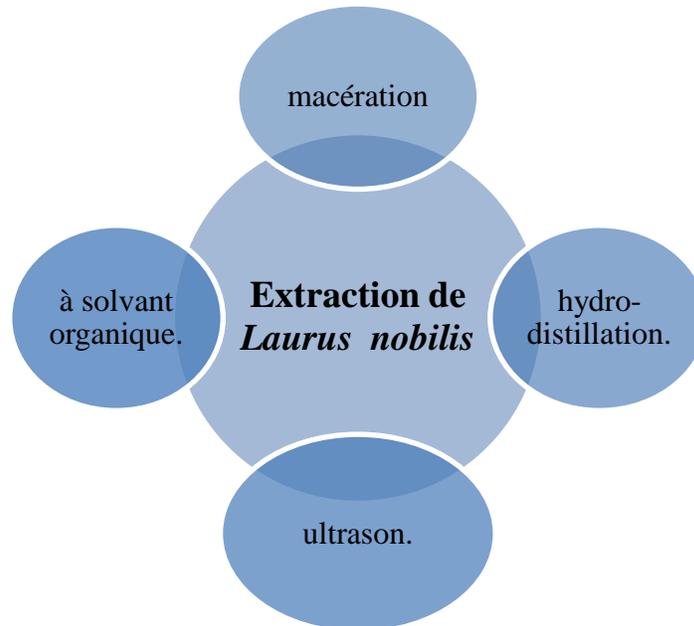


Figure 3 .Schéma représenté les différentes méthodes de l'extraction de la plante " *Laurus nobilis*".

3.1.1. Macération

Dans l'étude menée par Silva et *al*(2020), les feuilles sont séchées naturellement à l'air libre et ensuite été placées dans un flacon ambré jusqu'au moment de préparer les extraits aqueux bruts. Les feuilles ont été broyées et placés dans des flacons en verre, dans lesquels chaud de l'eau distillée a été versée (90 °C), Les flacons étaient bouchés immédiatement et maintenu dans cet état pendant au moins 10 minutes pour obtenir les extraits.

Par contre Molina et *al* (2020), dans une autre étude et à partir des feuilles de *Laurier* broyées a successivement fait des extractions par macération pendant 24 h à température ambiante avec des solvants de polarité croissante, n-hexane, chloroforme, acétate d'éthyle et, méthanol (trois fois). Des extraits totaux avec uniquement du méthanol ont également été préparés. Chaque extrait a été concentré à sec par un évaporateur rotatif à moins de 40 °C, obtenant du n-hexane (HE), du chloroforme (CE), de l'acétate d'éthyle (EAE), du méthanol (ME)

et du méthanol total(TME) extraits. Les extraits secs ont été conservés à 4 °C jusqu'à utilisation (deux mois). Les rendements d'extraction ont été déterminés à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = (\text{poids d'extrait/poids de matière végétale séchée}) \times 100.$$

Pour les essais biologiques, chaque extrait a été dissous avec du diméthylsulfoxyde pour obtenir des solutions stock.

3.1.2. Ultrasons

Les extractions ont été réalisées par Rincón et *al* (2019) sur un système de bain à ultrasons de 360 W. Le protocole d'extraction consistait en quelque gramme d'échantillon extrait par équivalent de ml d'éthanol en plusieurs fois (30 min à 150 min) à pleine puissance ultrasonore en appliquant un cycle. De nouveau, les extraits ont été recueillis, puis filtrés sur seringue en nylon de 0,45 µm filtre et maintenu à 5 °C jusqu'à l'analyse.

3.1.3. Extraction à solvant organique

La méthode de cette extraction est basée sur le fait que les essences aromatiques sont solubles dans la plupart des solvants organiques. L'extraction se fait dans des extracteurs de construction variée. Le procédé consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition qui par la suite, sera éliminé par distillation sous pression réduite (Ryma et *al.*, 2016). Les feuilles séchées de *L. nobilis* ont été broyées et extrait avec de l'éthanol à 70 % à température ambiante pendant 3 h. L'extrait résultant a été filtré et le solvant a été éliminé pour obtenir un échantillon pulvérulent, la poudre lyophilisée a été conservée dans un congélateur à -20°C et utilisée après dissolution dans DMSO (Lee et *al.*, 2018).Le solvant choisi, en plus d'être autorisé devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène. Sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait (Ryma et *al.*, 2016).

3.1.4. Hydrodistillation

Dans le travail de Taarabt et *al* (2017), l'extraction de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil à distiller de laboratoire à fonctionnement discontinu(Les feuilles fraîches ont été soumises à une hydrodistillation à l'aide d'un appareil

Clevenger entièrement en verre), et le distillat était maintenu à 25-30 °C. L'huile isolée a été périodiquement mesurée.

Par contre Sayyah et *al* (2002), les feuilles de *Laurus nobilis* ont produit 1% (v/w) d'huile essentielle sur une période aux 4h de distillation. Les feuilles séchées ont été soumises à une hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Likens Nickerson durant 2h. Les huiles essentielles obtenues ont été déshydratées sur du sulfate de sodium anhydres (Belasli et *al*, 2020), et ont été récupérées dans de petits flacons opaques et conservées à l'abri de la lumière, et à la température de 4°C. Le rendement fut exprimé en pourcentage (Ouibrahim et *al.*, 2015).

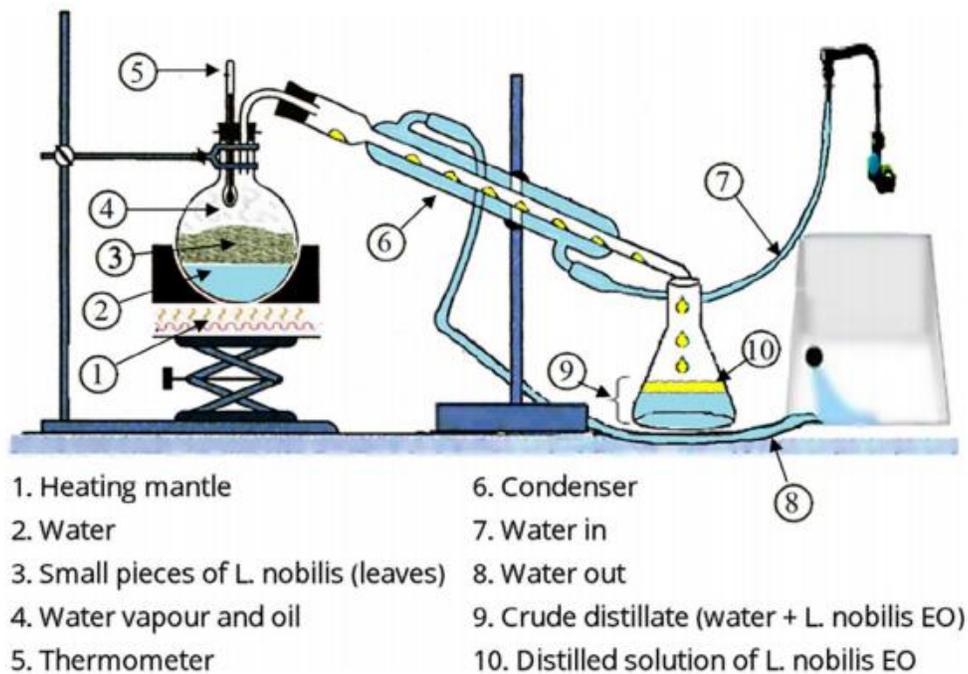


Figure 4. Schéma de "*Laurus nobilis*" extraction d'huiles essentielles (hydrodistillation) (Belasli et *al*, 2020).

3.1.5. Identification des huiles essentielles

La chromatographie en phase gazeuse est une technique de séparation et l'analyse de mélanges multi-composants tels que les huiles essentielles, avec l'utilisation du détecteur à ionisation de flamme et du détecteur à capture d'électrons (qui ont des sensibilités très élevées) la

chromatographie en phase gazeuse peut déterminer quantitativement les matières présentes à de très faibles concentrations (Al-Rubaye et *al.*, 2017). L'analyse par la Chromatographie en Phase Gazeuse-Spectrométrie de Masse (GC-MS) a été réalisée avec un appareil Agilent 5973N, équipé d'une colonne capillaire (95 diméthylpolysiloxane-5% diphenyl), Agilent HP-5MS UI. Le programme de température de la colonne était de 60 °C pendant 5 min, avec des augmentations. Le gaz porteur était de l'hélium à un débit de 1 ml/min. Une injection en mode fractionné (rapport 1 :30) a été utilisée. Les spectres de masse ont été pris sur la plage m/z 30-500 avec une tension d'ionisation de 70 eV. L'indice a été calculé en utilisant des hydrocarbures standards co-chromatographiés. Les composés individuels ont été identifiés par MS (Peris et Blázquez, 2015).

3.2. Effet antifongique

Dans l'ensemble des études, nous avons observé que presque toutes les étapes de l'essai de l'activité antifongique sont similaires. La différence réside dans le choix des champignons (source et milieu de culture). Comme le montre le tableau suivant :

Tableau 3. Le tableau montre les points de différence entre les différents travaux sur l'effet antifongiques d'huile essentiel de *Laurus nobilis*.

Article	L'origine des souches fongiques	Souche fongique	Incubation et conservation
Goudjil et <i>al.</i> , 2016.	Isolé à partir de feuilles de tomates, de poivrons et de feuilles de blé.	Ce sont 03 espèces du genre <i>Fusarium</i> (<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>)	Cultivé sur La gélose dextrose à la pomme de terre dans boîtes de Pétri de 60 mm. Incubées à 25 ± 2°C pendant 7 jours.
Bayar et <i>al.</i> , 2018.	À partir de cultures mères trouvées à l'Université Ahi Evran, Faculté d'agriculture, Département de	Champignon pathogène (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Alternaria solani</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>sp. radices-lycopersici</i> et	Développées dans des boîtes de Pétri de 900 mm. Contenant 20 ml de gélose au

	protection des végétaux, laboratoire de phytopathologie.	<i>Verticillium dahliae</i>)	dextrose de pomme de terre (PDA) incubées à 25 ± 2°C pendant 7 jours.
Cordoba et al, 2019.	Les souches de levures ont été isolées à partir de différentes sources cliniques de patients vivant en Argentine (sang, biopsies, écouvillonnage buccal et sécrétions vaginales)	Candida spp Les espèces étudiées étaient <i>C. krusei</i> = 10 ; <i>C. albicans</i> n = 50 ; <i>C. glabrata</i> n = 70 et <i>C. parapsilosis</i> = 80.	Cultivées sur gélose YM (extrait de malt 0,3%, Extrait de levure 0,3%, peptone 0,5%, glucose 1%, Agar 2%) pendant 24 h, à 30 °C.
Dammak et al, 2019.	Isolé à partir de raisins	<i>Aspergillus carbonarius</i> AC36	Utilisée milieu Czapek Yeast Agar (CYA) Incubé à 25 ± 2 °C. pendant 7 jours

3.2.1. Préparation de l'huile essentielle

Les huiles essentielles sont préparées selon plusieurs concentrations afin de déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) en examinant les plaques. Le site de la concentration la plus faible d'HE provoquant une inhibition complète de la croissance des souches (Fernandez-Andrade et al., 2016). Les huiles essentielles ont été conservés dans une bouteille en verre brun à 4 °C jusqu'à leur utilisation (Cordoba et al., 2019).

3.2.2. Test antifongique des huiles essentielles de *Laurus nobilis*

L'évaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles est adoptée par la méthode de contact direct. Goudjil et al (2016) ont obtenues par la supplémentation à quatre concentrations sont obtenues par l'ajout de 30, 150, 300 et 450 µl d'huiles essentielles sur 60 ml de PDA chaud dans un flacon avec l'ajout de gouttes de tween 20 (concentration de 0,5%). La technique consiste

à ajouter l'huile à différentes concentrations (0,05 %, 0,25 %, 0,5 % et 0,75 %) en milieu de culture encore liquide suivi de 5 minutes d'agitation afin d'homogénéiser le milieu PDA avec l'huile essentielle.

Après agitation des flacons, le mélange (PDA + HE + Tween 20) est versé dans des boîtes de Pétri. L'inoculation se fait sous le capot où l'on dépose au centre de la boîte un disque mycélien de 0,6 cm de diamètre. Les Témoins (souches fongiques + PDA + Tween 20) sont fabriqués dans les mêmes conditions sans huile essentielle et la mesure est prise après 72 heures d'incubation. Tous les tests sont répétés trois fois.

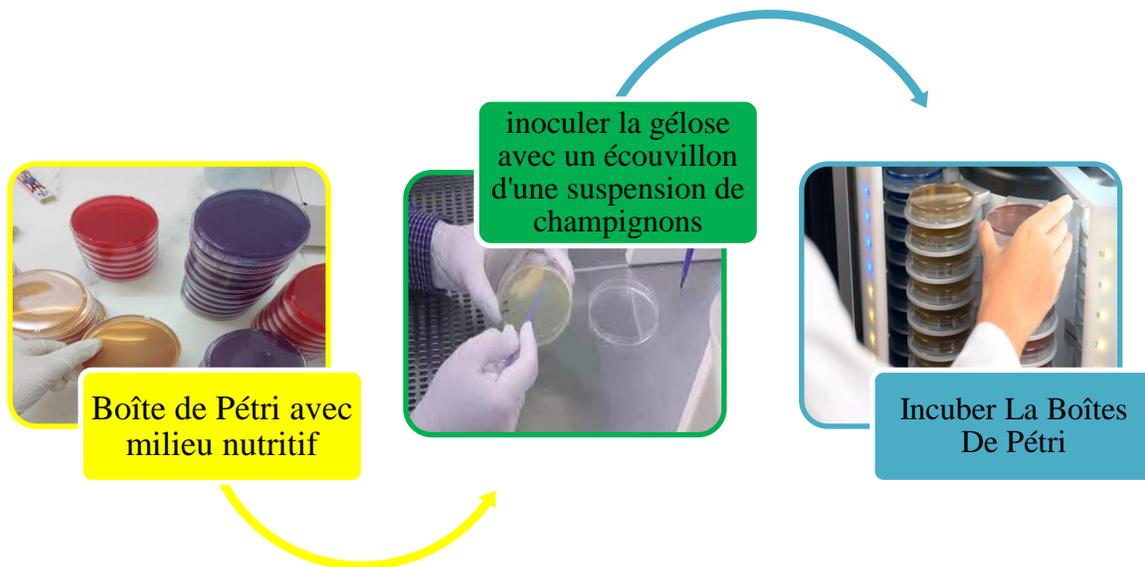


Figure 5. Schéma de synthèse présentant les étapes de l'ensemencement des souches dans des boîtes de pétri.

Pour tester l'activité antifongique, les milieux PDA ont été préparés par Bayar et *al* (2018) dans des flacons de 250 ml ont été autoclavés et transférés à 60 mm de diamètre boîtes de Pétri (formant un milieu de 10 mm de diamètre disque). Ensuite, des papiers de diamètre 5 mm ont été collés aux couvercles des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA. Disques de mycélium (5 mm) des agents pathogènes ont été placés au centre de ces boîtes de Pétri. Les huiles essentielles végétales ont été égouttées sur du papier collé à la micropipette à 0 (contrôle), 1, 2, 4,

8, Concentrations de 10 μ L/boîte de Pétri. Les boîtes de Pétri ont été soigneusement recouvertes de parafilm et laissés à incuber.

Les levures ont été cultivées sur gélose YM puis, une suspension 0,5 Mc Farland ($1-5 \times 10^6$ UFC/ml) a été préparé en Solution stérile de chlorure de sodium 0,15 M (solution saline 0,85%). L'inoculum final était de $1 \text{ à } 5 \times 10^5$ UFC/ml-1 Les microplaques ont été incubées en condition statique à 35 ± 2 C, 24 ± 2 h. La lecture a été effectuée à 405 nm en utilisant un spectrophotomètre (Lab system Multiskan Multisoft, Basingstoke, Royaume-Uni). Médicaments antifongiques L'amphotéricine B et le Fluconazole ont été obtenus sous forme de poudres de puissance connue et ont été utilisés comme témoins d'inhibition. La concentration finale de la gamme évaluée était de 16-0,03 mg l-1 pour l'amphotéricine B et 128-0,25 mg l-1 pour le Fluconazole. Les drogues étaient conservées à - 20 °C jusqu'à utilisation (Cordoba et *al*, 2019).

Dammak et *al* (2019) étudiaient les activités antifongiques des huiles essentielles et du monoterpènes 1,8-cinéole contre le toxigène *Aspergillus carbonarius* ont été testées par dosage de contact. Des boîtes de Pétri contenant 20 mL de CYA ont été inoculées au point central avec 3 μ L de suspension de spores d'*A. carbonarius*. Chaque boîte de Pétri a ensuite été inversée et un petit disque de papier a été placé au centre du couvercle de chaque boîte de Pétri. Une quantité aliquote (5 μ L) de chaque huile essentielle a été appliquée sur le disque de papier. Il convient de noter que les plaques de contrôle ont été préparées avec la même procédure, mais le disque de papier a étéensemencé avec une quantité aliquote (5 μ L) d'eau distillée stérile. Les plaques ont été scellées avec un film de polyéthylène et incubées. Tous les dosages ont été répliqués en triple.

3.1.2.3. Evaluation la croissance mycélienne

Salhi et *al* (2015) ont évalué la croissance mycélienne toutes les 24 heures en mesurant la moyenne de trois diamètres perpendiculaires passant par le milieu de la rondelle. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque concentration. Cette lecture est toujours réalisée en comparaison avec les cultures témoins qu'ils sont démarrés le même jour et dans les mêmes conditions. Pour les études cinétiques, Dammak et *al* (2019) les diamètres des colonies en croissance ont été mesurés quotidiennement dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre. Les diamètres des colonies ont ensuite été tracés en fonction du temps et le taux de croissance a été calculés par régression linéaire et exprimés en mm/jour à chaque HE surdosage volatil et à chaque

concentration pour chaque HE. Le pourcentage d'inhibition de la croissance du mycélium d'*A. carbonarius* a été calculé par rapport au témoin.

3.1.2.4. Taux d'inhibition (TI%)

Ce test a été fait par Goudjil et al (2016) et Bayar et al (2018). Le calcul du pourcentage d'inhibition du développement a été par rapport à celle du groupe témoin (Bayar et al, 2018). Ce qui permet d'évaluer l'effet des concentrations d'huile sur la croissance fongique. La technique consiste à mesurer les diamètres des différentes colonies fongiques après le temps d'incubation requis. L'inhibition selon Salhi et al (2015).

$$TI (\%) = 100 \times (DC - DE) / DC.$$

TI (%) = Taux d'inhibition exprimé en pourcentage.

DC = Diamètre des colonies dans les boîtes « contrôle positif ».

DE = Diamètre des colonies dans les boîtes contenant l'extrait végétal.

3.1.2.5. Détermination de la vitesse de croissance mycélienne (VCM)

Goudjil et al (2016) déterminée la vitesse de la croissance mycélienne de chaque concentration Selon la formule de Salhi et al (2015) :

$$VCM = [D1/Te1] + [(D2-D1) /Te2] + [(D3-D2) /Te3] + \dots + [(Dn-Dn-1) /Ten].$$

D : Diamètre de la zone de croissance de chaque jour.

Te : Temps d'incubation.

3.1.3. Effet antioxydant

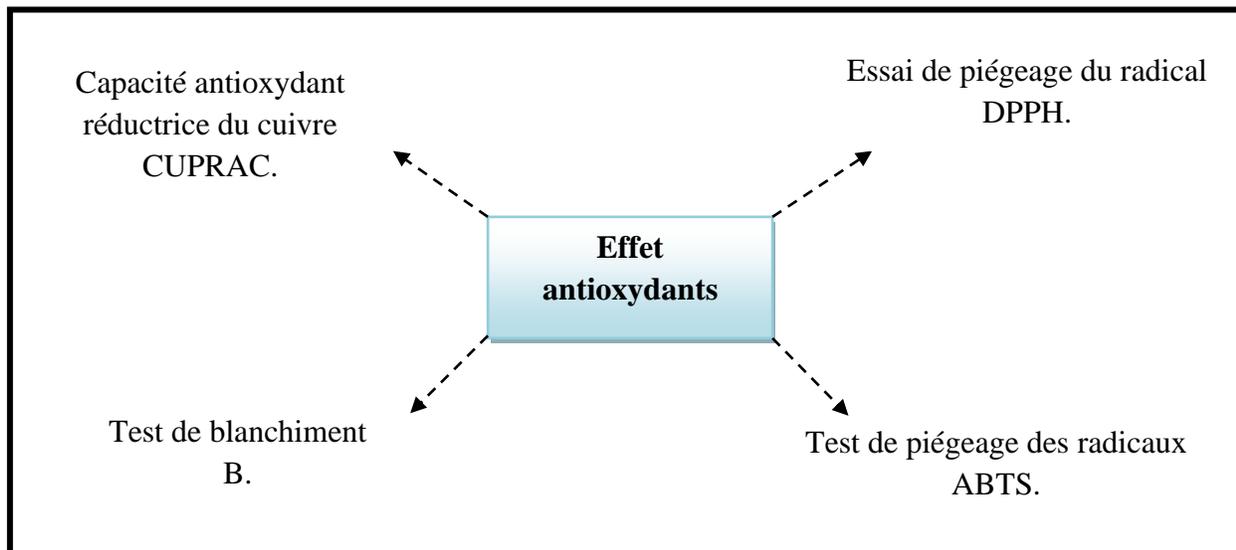


Figure 6. Schéma présenté les différentes méthodes de l'étude de l'effet antioxydant.

Le test DPPH évalue la capacité de l'HE à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil. Brièvement, En somme, différentes concentrations d'HE de *L. nobilis* ont été ajoutées à 160 l d'une solution méthanolique de DPPH (Yakoubi et *al.*, 2021) ; incubé dans l'obscurité à température ambiante pendant 30 min. Ensuite, l'absorbance a été mesurée par rapport à un blanc à 517 nm (Belasli et *al.*, 2020). L'activité de piégeage des radicaux DPPH a été exprimée en termes de pourcentage d'inhibition (I %) et a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$I\% = [A_{\text{blanc}} - A_{\text{échantillon}} / A_{\text{blanc}}] \times 100.$$

A blanc : absorbance du contrôle ; A Échantillon : absorbance du goûter.

La valeur de la concentration inhibitrice (CI₅₀) représente la dose de l'HE qui provoque la neutralisation de 50% du DPPH radicaux. CI₅₀ a été estimé par extrapolation en traçant le pourcentage courbe d'inhibition (I %) en fonction de la concentration.

3.1.3.1. Test de piégeage des radicaux ABTS

L'ABTS a été dissous dans de l'eau pour obtenir une concentration de 7 mm concentration. Le cation radical ABTS a été produit en faisant réagir Solution mère ABTS avec persulfate de potassium 2,45 mm (concentration finale) et laisser reposer le mélange l'obscurité à température

ambiante pendant 12 à 16 heures avant utilisation. Pour la détermination de l'activité antioxydant, l'ABTS solution radicalaire a été diluée avec de l'éthanol à un absorbance de 0,70 ($\pm 0,02$) à 734 nm (EL Sedef et *al.*, 2014). Puits, préparer leur HE avec concentrations variables seules et en combinaison a été mélangés avec solution de travail ABTS. Après incubation à température ambiante pendant 10 min dans l'endroit sombre, l'absorbance a été prise à 734 nm (Yakoubi et *al.*, 2021).

3.1.3.2. Test de blanchiment B

L'activité antioxydant d'huile essentielle a été estimée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydative du β -carotène par les produits d'oxydation de l'acide linoléique (Ouibrahim et *al.*, 2015). Brièvement, β -carotène a été dissous dans quelque ml de chloroforme (complètement évaporé), quelque μ l d'acide linoléique. Puis 100 ml de distillat aéré de l'eau a été ajoutée et le mélange a été secoué. L'échantillon (2 g/L) a été dissous dans du DMSO et 350 μ l de solution d'échantillon puis incubé au bain-marie à 50 °C pendant 2 h avec des blancs (Belasli et *al.*, 2020). L'absorbance a été mesurée à 470 nm, et les activités antioxydantes (I %) ont été calculées en utilisant la formule suivante :

$$I\% = \left[\frac{A_{\beta\text{-carotène après 2 h dosage}}}{A_{\beta\text{-Carotène initial}}} \right] \times 100.$$

3.1.3.3. Capacité antioxydant réductrice du cuivre CUPRAC

Est une nouvelle méthode qui permet les dosages de la capacité antioxydant totale (TAC - Total Antioxidant Capacity) des échantillons aussi bien hydrophiliques que hydrophobiques (échantillons biologiques) ; basée sur la réduction de Mo (VI) en Mo (V) par la substance antioxydant (Mssillou et *al.*, 2020). À des solutions d'échantillon, de solution de Cu (II) (10 mm) ont été ajoutés et mélangé avec de solution alcoolique de néocuproïne (7,5 mm) et de solution tampon aqueuse d'acétate d'ammonium NH₄Ac (1 M, pH 7,0). 1h plus tard, l'absorbance du mélange réactionnel a été déterminée à 450 nm à l'aide d'un lecteur de microplaques 96 puits « PerkinElmer Multimode Lecteur de plaques En Spire » (Yakoubi et *al.*, 2021).

3.1.4. Effet antibactérienne

Tableau 4. Différentes régions et bactéries utilisé pour étudiée l'effet antibactérienne.

Référence	Bactérie utilise	Principe
Algérienne Goudjil et al., 2015.	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Leisteria monocytogenes</i> , <i>Proteus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>salmonelles</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Staphylococcus Sp.</i>	Les souches bactériennes ont été préparées dans un milieu de culture approprié et adaptées aux normes. Les disques imprégnés d'huile essentielle sont déposés à la surface de ces milieux et incubés à 37°C pendant 24 heures. Tous les tests sont effectués trois fois.
Algérienne Mehani et al., 2018.	<i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Enterobacter cloaceai</i> , <i>Enterococcus faecalis</i>	Le principe de la méthode repose sur la diffusion du composé antibactérien en milieu solide dans une boîte de Pétri, créant un gradient de concentration après un certain temps de contact entre le produit et le microorganisme cible. L'effet du produit antibactérien sur la cible a été évalué par la mesure d'une zone d'inhibition, qui dépendait du diamètre d'inhibition.
Bulgarie Stefanova et al , 2020.	<i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538, <i>Candida species</i> , <i>C. albicans</i> ATCC 10231.	Dans le test de diffusion sur disque ont été préparés par trempage avec 10 L des échantillons d'huile essentielle testés. Le 1,8-cinéole représente environ 30% de la teneur totale en huile et les disques de papier filtre ont été préparés par trempage avec 3 µL de 1,8-cinéole.
Algérienne Nabila et al., 2020.	<i>Streptococcus faecalis</i> et <i>Staphylococcus aureus</i>	Test de diffusion sur disque

3.1.5. Effet antibiofilm

Tableau 5. Représenté les différentes souches étudiées pour l'effet antibiofilm de *Laurus nobilis*.

Source	(Merghni et al., 2016)	(Peixoto et al., 2017)	(Molina et al., 2020)
Les souches étudiées	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538, souche visqueuse positive (L37) et visqueuse négative (L36)	<i>Candida spp</i> <i>C. albicans</i> ATCC 60193	Pathogènes d'origine alimentaire (<i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. enterica</i>).

3.1.5.1. Détermination de la croissance bactérienne

Les suspensions bactériennes ont été préparées dans du soja trypticase (TSB), Luria Bertani (LB) ou la gélose Cœur-Cerveau (BHI pour Brain Heart Infusion). Les puits des plaques de microtitration ont été remplis de suspension bactérienne et de la solution d'extrait Les véhicules témoins ont été préparés avec du DMSO et chaque culture bactérienne. La vancomycine (8 µg/ml) (Molina et al., 2020) ou la gallidermine (Merghni et al., 2016) a été utilisée comme contrôle antibiotique. La nystatine a été utilisée comme témoin positif à des concentrations allant de (0,4 à 1,6) mg/ml (Peixoto et al., 2017). Les microplaques ont été incubées à 37 °C pendant 24 h et la croissance a été détectée à l'aide d'un lecteur de microplaques à 560 - 600 nm.

3.1.5.2. Évaluation de la biomasse des biofilms (coloration au cristal violet)

L'attachement cellulaire a été indirectement évalué à l'aide du test au cristal violet (CV) après incubation, les plaques ont été lavées trois fois avec du PBS pour éliminer les cellules non adhérentes. Les puits ont été colorés avec 100 µl de cristal violet à 1 % et incubés à température ambiante pendant 30 minutes, après quoi les plaques ont été lavées trois fois avec de l'eau distillée stérile pour éliminer la tache non absorbée. Les cellules de biofilm colorées au cristal violet ont été déterminées à 570 nm avec le lecteur de microplaque (Merghni et al., 2016). la quantification du biofilm pour les souches *Candida spp*, les puits ont été lavés deux fois avec du PBS, séchés à l'air pendant 45 min et teints avec une solution aqueuse de cristal violet à 0,4 %.

Les valeurs d'absorbance ont été lues à 600 nm à l'aide d'un lecteur de microplaques (Peixoto et *al.*, 2017). Les surnageants de cultures bactériennes réalisées par Molina et *al* (2020) ont été jetés après 24 h d'incubation et le biofilm fixé sur le polystyrène a été doucement rincé et coloré au cristal violet à 0,1% p/v. L'absorption a été déterminée à 580 nm.

3.1.5.3. Réduction de la croissance et du développement des biofilms

Ils ont laissé les biofilms se développer pendant 48 h avant d'ajouter l'huile essentielle de *Laurus nobilis* puis aspiré et remplacé par milieu de culture frais. Les plaques ont été incubées à 37 °C pendant 24 h. À une concentration finale de 100 mg/mL par puits (Merghni et *al.*, 2016). Par la suite, les puits ont été lavés avec du PBS et l'HE a été ajouté aux puits à CMI, CMI2 et CMI 4, pendant 1 min. Ensuite, les puits ont été lavés à nouveau avec du PBS et sont restés avec du milieu de culture frais. La plaque a été incubée pendant 48 h à 37 °C pour une lecture (ultérieure). Un contrôle positif avec de la nystatine à CMI, CMI 2 et CMI4, et des contrôles de croissance et de stérilité ont également été inclus dans ce test (Peixoto et *al.*, 2017).

3.1.5.4. Évaluation de l'activité métabolique des biofilm (test de réduction MTT)

Merghni et *al* (2016) ont évaluée l'activité métabolique des biofilms à l'aide du test de réduction modifié (test MTT) ,(bromure de 3-[4,5-diméthylthiazol-2-yl] -2,5-diphényltétrazolium) a été dissous dans du PBS pour donner une concentration de 5 mg/mL Après le traitement de 24 h des cultures en plaques 96 puits avec de l'huile essentielle (100 mg/mL), le milieu a été éliminé, les plaques ont été séchées à l'air puis chaque puits a été rempli avec 100 µL de PBS et (5 mg/mL) de solution de MTT et incubé pendant 3 h à 37 °C. Le formazan pourpre insoluble, obtenu par clivage du MTT réalisé par les enzymes déshydrogénases de cellules vivantes, a été dissous avec du DMSO. La DO de chaque puits a été lue par un lecteur de microplaques à 570 nm. En comparant la DO moyenne des puits témoins de croissance avec celle des puits échantillons. Molina et *al* (2020) ont été cultivés les biofilms de manière statique pendant 24 h à 37°C, après quoi le surnageant a été jeté et remplacé par 200 µL de solutions d'extraits en PBS et incubées à nouveau 24 h à 37 °C. Puis la microplaque a été révélée avec la solution de MTT (0,25 mg/mL). L'absorbance a été déterminée à 570 nm.

3.1.5.5. Analyse des résultats

Chaque chercheur a analysé ses résultats de manière différente à l'autre :

Molina et al (2020) ont fait plusieurs types de microscopie de biofilm avec contrôles positifs 2% de DMSO et contrôles négatifs avec 8 µg/mL de vancomycine ont été inclus dans tous les dosages :

L'architecture du biofilm en présence et en l'absence d'extraits bioactifs a été visualisée par microscopie confocale. Les biofilms bactériens ont été colorés avec le kit fluorescent LIVE/DEAD BacLight Biofilm Viabilité qui distingue les bactéries mortes (rouges) et vivantes (vertes). Les cellules jaunes sont considérées comme viables, tandis que les cellules oranges sont considérées comme endommagées. Les images ont été acquises avec un microscope à fluorescence Olympus FV 1000 utilisant le FV10-ASW Logiciel. La quantification de la fluorescence a été déterminée en utilisant le logiciel ImageJ (National Institutes of Health). Et Le biofilm de *S. aureus* formés en présence des extraits les plus actifs et leurs contrôles respectifs ont été visualisés par microscopie électronique à balayage (MEB).

Les deux autres chercheurs ont effectué une analyse statistique, mais chacun est appuyé sur un test différent :

Merghni et al (2016) ont fait une analyse de variance (ANOVA). Les comparaisons entre les moyennes ont été effectuées selon le test de Duncan. Les différences ont été considérées comme significatives à un niveau de $P < 0,05$. Par ailleurs Peixoto et al (2017), les résultats des tests de biofilm ont été classés et analysés à l'aide du test de Mann-Whitney pour comparer les scores d'inhibition entre les substances (*Laurus nobilis* et nystatine) dans chaque groupe à la même concentration. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer le pourcentage d'inhibition de la même substance à différentes concentrations.

3.1.6. Analyse statistique des résultats

La signification statistique a été évaluée soit par le test de Student, soit par une analyse unidirectionnelle de variance (ANOVA), soit par comparaison multiple de Tukey. Pour l'ensemble des études synthétisées dans ce travail, les différences entre les moyennes ont été considérées comme statistiquement significatives si $p > 0,05$.

Chapitre 4

Résultats et discussion

4. Résultats et discussion

4. 1. Analyse par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse d'huile essentielle

L'huile essentielle de *Laurus nobilis* d'Algérie analysée par Goudjil et *al* (2016) contient principalement : le 1,8-cinéole (45,36%), le bornylène (17,25%), le linalol (8,13%) et le sabinène (7,48 %) totalisant environ 78,22% (figure 7) .

En comparaison avec d'autres études, la quantité du principal composé volatil (1,8-cinéole) est supérieure à celle obtenue en Italie (31,9 %) par Caputo et *al.*, (2017), est se rapproche de la valeur trouvée en Bulgarie (41,0 %) (Fidan et *al.*, 2019). Dans une autre étude Yakoubi et *al* (2021) ont montré que le 1,8-cinéole (38,15 %) a été caractérisé comme étant le composé majoritaire suivi du linalol (12,18 %), du camphène (12,03 %), du sabinène (6,14 %), le méthyl eugénol (4,49 %), l'eugénol (4,31 %) et le α -pinène (3,42 %).

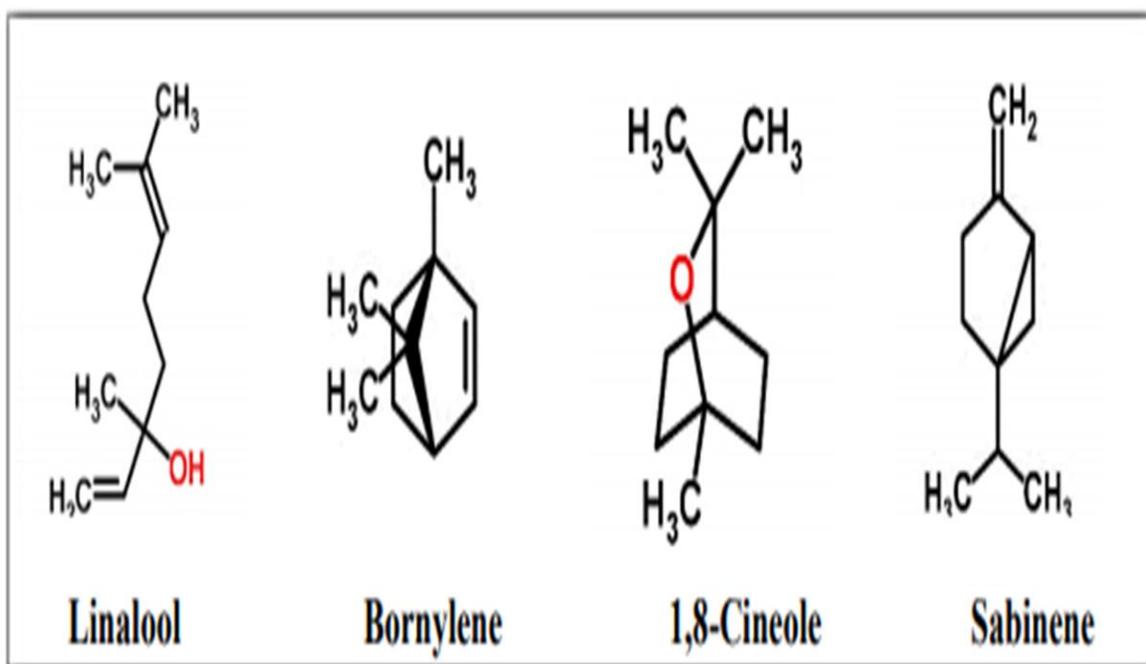


Figure 7. Composants majoritaires de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* (Goudjil et *al.*, 2016).

Dans le tableau suivant, nous avons rassemblé tous les résultats obtenus dans chaque article que nous avons analysé pour la méthode de la chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse de l'huile essentielle de *L. nobilis* :

Tableau 6. Variations de la composition chimique de l'huile essentielle de *Laurier* pour les différentes régions géographiques et périodes d'étude.

Effets	Antifongique				Antioxydant			
	2016	2018	2019	2019	2015	2020	2020	2021
Composé (%) / année								
1,8-cinéole	45.36	50.68	29.8	43.2 ± 1.7	35.31	35.5	45.01	38.16
Méthyl-eugénol	6.84	0.89	-	-	9.17	7.8	-	4.49
Acétate de α-terpinyle	-	1.28	-	13.7 ± 1.9	-	-	-	-
Linalol	8.13	-	31.3	-	22.52	11.4	-	12.18
Sabinène	7.48	hydrat0.53	4.2	-	-	4.8	-	6.14
α pinène	3.18	1.40	2.1	4.1 ± 0.3	-	4.7	3.04	3.42
Elémicine et apille	0.29	-	-	-	-	-	-	-
Bornylène	-	0.37	-	-	-	-	-	-
α-terpinol	2.14	5.90	3	-	-	-	-	-
Effets	Antibactérienne				Antibiofilm			
Composé / année	2015	2018	2020	2020	2015		2017	
					G	S		
1,8-cinéole	45.36	30.8	30.8	30.1	25.9	30.8	-	
Méthyleugénol	-	15.2 à 15.6	3.6	16.9	15.2	15.6	-	
Acétate de α-terpinyle	-	14.5	14.9	21.6	10.9	14.5	-	
Linalol	8.13	9.7	-	-	9.7	6.1	2.6	
Sabinène	7.48	5.9	7.9	-	5.6	5.9	-	
α pinène	-	4.3	5.3	-	3.9	4.3	0.3	
Elémicine et apille	-	-	-	0.9	0.8	0.5	-	
Bornylène	17.25	-	-	-	-	-	-	
α-terpinol	-	-	8	-	3.0	2.1	0.3	

L.nob.G : huile essentielle de *Laurus nobilis* de Gafsa ; *L.nob.S* : Huile essentielle de *Laurus nobilis* de Sousse.

4.2. Effet antifongique

Après analyse des études effectuées sur les huiles essentielles de *Laurus nobilis*, on a constaté que malgré la diversité des méthodes, des pays et des souches et de leurs sources. Tous les chercheurs ont montré une réduction de la croissance mycélienne avec l'augmentation de concentration en huiles essentielles de *Laurus nobilis*.

Goudjil et al (2016) leurs études ont été réalisées en Algérie sur le genre *Fusarium*. L'effet de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* figure 8 montre une réduction de la croissance mycélienne avec l'augmentation de concentration. *Stemphylium solani* et *Fusarium solani* se sont révélés plus sensibles lorsqu'aucune croissance n'a été enregistrée à une concentration de 0,5% et a 0,75%. En effet, pour figure 9 la CMI est comprise entre 0,25% et 0,5% pour les souches *Stemphylium solani* à effet fongicide et *Fusarium oxysporum* à effet fongistatique. Pour le *Fusarium moniliforme* et le *Fusarium solani*, la CMI se situe entre 0,5% et 0,75%, activité inhibitrice significative contre les souches testées.

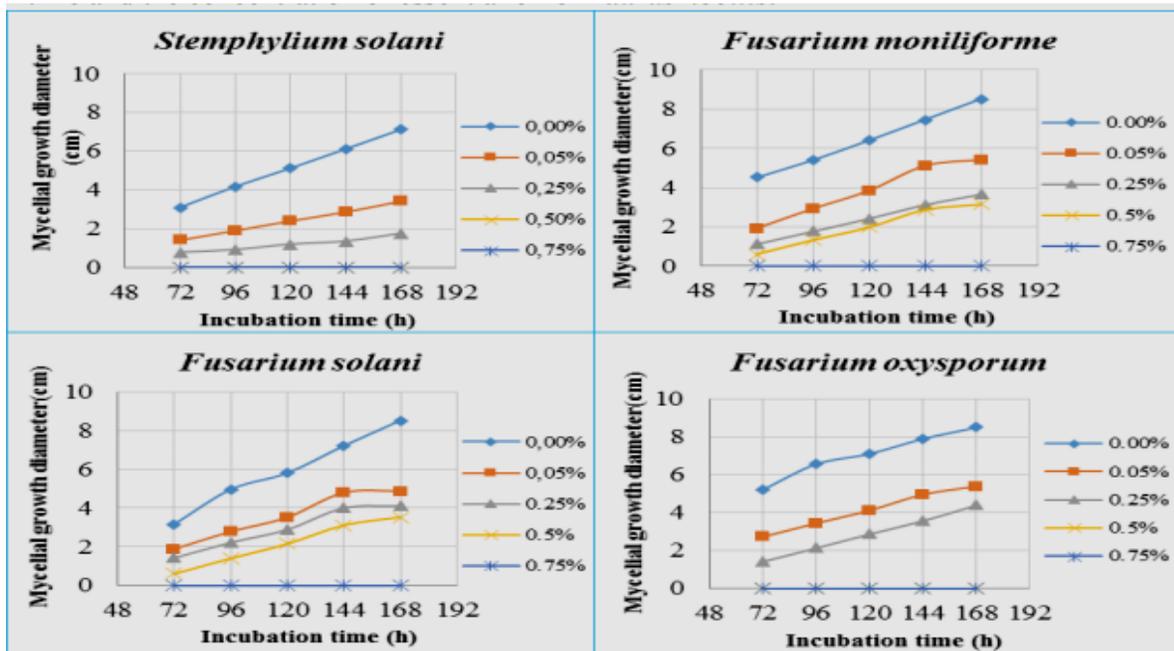


Figure 8. Cinétique de croissance mycélienne en fonction du temps et de la concentration des huiles essentielles de *Laurus nobilis* (Goudjil et al., 2016).

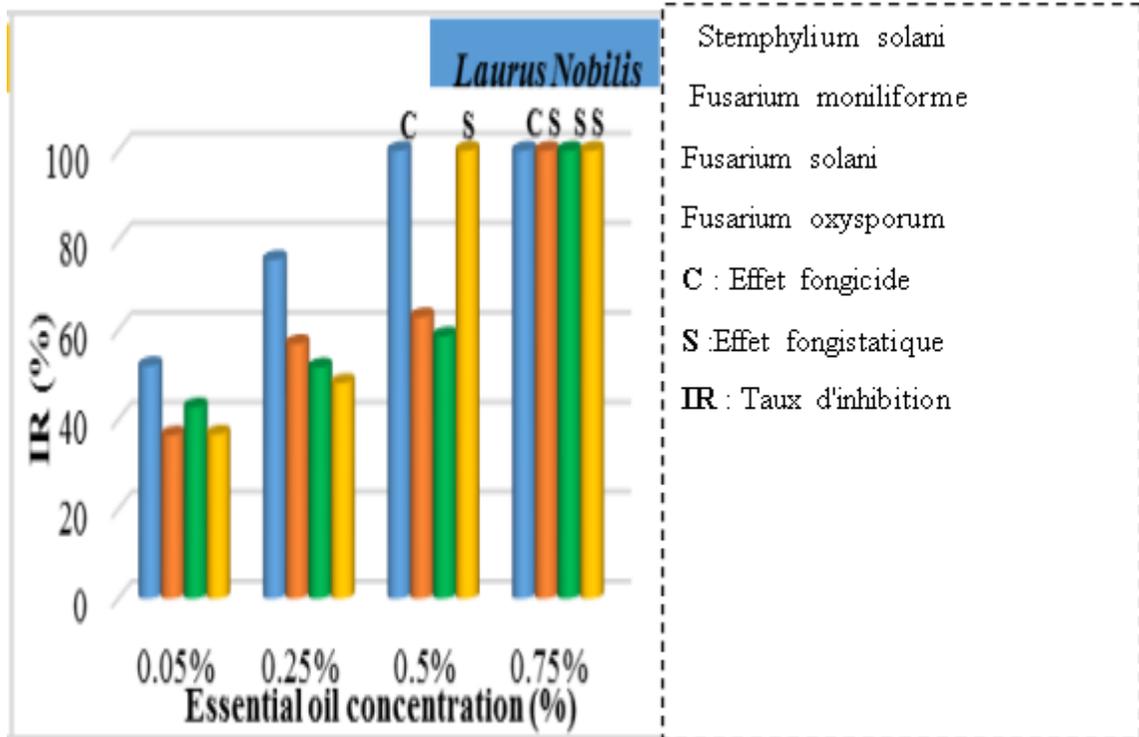


Figure 9. Taux d'inhibition des souches en fonction de la concentration en huiles essentielles de *Laurus nobilis*(Goudjil et al., 2016).

Alors que Bayar et al (2018) menaient leurs études en Turquie sur des champignons pathogène. L'huile essentielle de *L. nobilis* a montré statistiquement un effet inhibiteur sur la croissance mycélienne des champignons *d'A. solani*, de *S. sclerotiorum* et des pathogènes FORL à la dose de 10 µL/pétri à 100 %. Tandis qu'elle a inhibé la croissance mycélienne de *V. dahliae* à un niveau de 61,25 % à la même dose (tab 7) :

Tableau 7. Activité antifongique des huiles essentielles de *Laurus nobilis* contre certains pathogènes (Bayar et al., 2018).

Doses	<i>A. solani</i>		<i>S. sclerotiorum</i>		FORL		<i>V. dahliae</i>	
	MG (mm)	I %	MG (mm)	I %	MG (mm)	I %	MG (mm)	I %
Control	60.00±0.00 ^{a*}		60.00±0.00 ^a		60.00±0.00 ^a		60.00±0.00 ^a	
1 µl	44.21±2.22 ^b	26.32	60.00±0.00 ^a	0.00	40.92±0.39 ^b	31.80	47.07±1.17 ^b	21.55
2 µl	39.33±1.42 ^c	34.45	47.22±1.57 ^b	21.30	38.59±1.33 ^b	35.68	44.57±1.61 ^c	25.72
4 µl	31.52±4.92 ^d	47.47	40.60±3.41 ^c	32.33	30.87±3.96 ^c	48.55	38.87±1.30 ^d	35.22
8 µl	14.18±1.66 ^e	76.37	26.06±2.56 ^d	56.57	12.42±1.27 ^d	79.30	34.79±1.87 ^e	42.02
10 µl	0.00±0.00 ^f	100.00	0.00±0.00 ^e	100.00	0.00±0.00 ^e	100.00	23.25±1.04 ^f	61.25

Les moyennes dans la même colonne avec la même lettre n'étaient pas significativement différentes par ANOVA ($\alpha = 0,05$) Inhibition (I) : (MG) : Croissance du mycélium.

Des études similaires réalisées par Cordoba et al 2019 en Argentine menées ont également rapporté que l'huile essentielle de *L. nobilis* a des activités antifongiques contre *Candida spp.*, présentant différents profils de sensibilité tels que sensibles, intermédiaires et résistants aux médicaments antifongiques testés. Toutes les souches étaient sensibles à l'amphotéricine B (valeurs CMI B 1 mg /L). Pour le Fluconazole, *C. albicans* et *C. parapsilosis* étaient sensibles ; au contraire, *C. krusei* est intrinsèquement résistant à cet azole et a montré une valeur CMI de 32 mg /L, tandis que *C. glabrata* a été classée comme intermédiaire (valeur CMI 0,125–32 mg /L).

Les huiles essentielles ont montré différents degrés d'activité antifongique sur *Candida spp.* Testé avec des valeurs CMI₉₀ allant de 0,8 à 800 mg/L. Parmi les espèces étudiées, *C. glabrata* était la moins sensible (MIC₉₀ 200-800 mg /L) et *C. krusei* a été inhibé à des valeurs MIC₉₀ comprises entre 0,8 et 3,12 mg /L. Pour les souches de contrôle qualité, *C. parapsilosis* ATCC 22019 et *C. krusei* ATCC 6258, la valeur de CMI obtenue était similaire à celle de *Candida spp.*

évalué. Les valeurs de CMI des huiles essentielles et des médicaments antifongiques évalués sont résumées dans (tab8).

Tableau 8. Valeurs CMI des huiles essentielles et des médicaments antifongiques contre les espèces de *Candida* (Cordoba et al., 2019).

<i>Candida</i> species n = 210	Essential oils mg l ⁻¹						Antifungal drugs mg l ⁻¹	
	<i>Laurus nobilis</i>	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Mentha piperita</i>	<i>Cymbopogon citratus</i>	<i>Lippia junelliana</i>	<i>Calamintha officinalis</i>	Amphotericin B	Fluconazole
<i>C. krusei</i> n = 10								
MIC ₅₀	0.8	0.16	1.25	0.16	3.12	400	0.5	32
MIC ₉₀	0.8	0.16	0.16	25.83	3.12	800	0.6	76.8
Mode	0.8	0.16	1.6	1.6	3.12	200	0.5	32
Range	0.8	0.8–1.6	0.4–1.6	0.8–50	1.6–3.12	200–800	0.125–1	32–128
<i>C. albicans</i> n = 50								
MIC ₅₀	0.8	0.16	6.12	25	6.12	800	0.25	0.13
MIC ₉₀	0.8	0.16	800	25	400	800	0.5	1
Mode	0.8	0.16	800	25	400	800	0.5	0.125
Range	0.8	0.16	0.4–800	1.6–25	3.12–400	12.5–800	0.032–1	0.016–2
<i>C. glabrata</i> n = 70								
MIC ₅₀	25	200	400	100	800	800	0.5	2
MIC ₉₀	800	200	800	200	800	800	1	16
Mode	12.5	200	400	100	800	800	0.5	1
Range	0.8–800	50–400	25–800	12.5–800	400–800	100–800	0.032–1	0.125–32
<i>C. parapsilosis</i> n = 80								
MIC ₅₀	0.8	0.8	1.6	0.8	1.6	400	0.5	1
MIC ₉₀	0.8	1.6	110	3.94	3.12	400	1	2
Mode	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	400	0.5	0.5
Range	0.8–800	0.8–1.6	0.8–800	0.8–100	1.6–400	100–400	0.032–1	0.016–2
Quality control strains								
<i>C. krusei</i> ATCC 6258	0.8	1.6	1.6	1.6	3.12	800	0.5	32
<i>C. parapsilosis</i> ATCC 22019	0.8	0.8	0.8	50	1.6	200	0.25	1

CMI : concentration minimale inhibitrice ; CMI₉₀ : à laquelle 90 % des isolats testés sont inhibés ; CMI₅₀ : à laquelle 50% des isolats testés sont inhibés.

Les échantillons (*Aspergillus carbonarius* AC36) isolés de raisins, ont été étudiés en Tunisie par Dammak et al (2019). Le traitement de ces champignons par les huiles essentielles de *Laurus nobilis* a montré une capacité de contrôle de la croissance plus élevée. En effet, l'application d'HE de *Laurus nobilis* avec une concentration de 0,3% ont inhibé la croissance du champignon de 100%. Cependant, à la concentration de 0,1%, cette HE diminué significativement ($p < 0,05$) la sporulation avec une inhibition taux de $52,3 \pm 0,6$ % de contrôle de la production de spores, après 7 jours d'incubation, était d'environ $608,5 \pm 34,4$ ng/g CYA. L'ajout de 0,1% des HE de *L. nobilis*, une réduction significative de la synthèse des mycotoxines a été enregistrée ($p < 0,05$) avec un taux d'inhibition de 80,93 %). L'effet du 1,8-cinéole sur le taux de croissance d'*A. carbonarius* estimés en évidence (tab 9) l'analyse de la variance (ANOVA) a révélé que la concentration en terpène a eu une influence significative sur la croissance du mycélium d'*A. carbonarius*. Dans le traitement témoin, le taux de croissance du

champignon était d'environ $13,4 \pm 0,2$ mm/jour. L'ajout de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 % de le 1,8-cinéole a inhibé significativement l'extension mycélienne d'*A. carbonarius* avec un taux d'inhibition égal à 9,95, 25,22, 60,70, 76,05 %, respectivement ($p < 0,05$).

Tableau 9. Effet des HE et du 1,8-cinéole sur le taux de croissance par *Aspergillus carbonarius* après 6 jours d'incubation et Pourcentage d'inhibition de la germination des spores (%) d'*Aspergillus carbonarius* après 7 jours d'incubation (Dammak et al., 2019).

Concentration (%)	HE de <i>L. nobilis</i> (après 6 jours d'incubation)	1,8-cineole	HE de <i>L. nobilis</i> (après 7 jours d'incubation)
	Taux de croissance (Mm/jour)	Taux de croissance (Mm/jour)	
0	15.4 ± 0.1^a	13.4 ± 0.2^a	$52.3 \pm 0.6a$
0.1	8.9 ± 0.3^b	12.0 ± 0.0^b	93.8 ± 0.2^b
0.2	4.6 ± 0.4^c	10.0 ± 0.1^c	100 ^c
0.3	0.0 ± 0.0^d	5.2 ± 0.3^d	100 ^c
0.4	0.0 ± 0.0^d	3.2 ± 0.1^e	100 ^c
0.5	0.0 ± 0.0^d	0.0 ± 0.0^f	100 ^c

Les valeurs a, b avec le même exposant dans la même colonne ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$) selon le test de Ducan pour chaque HE et composant.

* LOQ = 0,5 ng/g CYA.

Discussion

Nous avons noté à partir de notre analyse qu'ils utilisaient la méthode de microdilution pour déterminer la valeur CMI des médicaments antifongiques et des huiles essentielles. Tous les résultats obtenus ont montré que cette plante riche en linalool (alcool monoterpène) et 1,8 cinéole (sesquiterpène) en tant que principaux composés sa un pouvoir modéré sur les champignons testés.

Les études de Bayar et al (2018) et les études similaires ont montré que HE de *Laurus nobilis* ont des activités antifongiques contre les champignons phytopathogènes. Le pouvoir antifongique des huiles essentielles étudiées pourrait être attribué à la présence de composants ayant une activité antifongique provoquant de graves dommages membranaires et une perte d'homéostasie amenant à la mort cellulaire ou une inhibition totale de la croissance.

L'activité antifongique des huiles essentielles peut s'expliquer par l'effet synergique entre les différents composés d'huiles essentielles, cependant, comme les composés majoritaires sont souvent responsables de l'activité antifongique. (Goudjil et *al.*, 2016). Ainsi, les huiles essentielles de *L. nobilis* contenaient du linalool (alcool monoterpène) et 1,8 cinéole (sesquiterpène) en tant que principaux composés, ces deux composés ont montré qu'ils altèrent la formation du biofilm, ce qui favoriserait l'accès des agents antifongiques au champignon (Cordoba et *al.*, 2019). En outre, Dammak et *al.* (2019) ont comparé les HE de *L. nobilis* avec le 1,8-cinéole. Les HE de *L. nobilis* ont montré une forte activité antifongique, contre *A. carbonarius*, par rapport à leur composé majoritaire (1,8-cinéole). Ainsi, ces activités accrues peuvent être attribuées à certains composants qui ont un effet synergique avec les composants majeurs plutôt qu'au 1,8-cinéole.

4.3. Activités antioxydants

Les huiles essentielles de feuilles de *Laurier* ont été largement étudiées pour leur activité antioxydant. Certains auteurs ont utilisé différentes méthodes d'extraction et de laboratoire. Pour obtenir une image plus complète de la puissance antioxydant des HE étudiées seules et en combinaison, trois méthodes différentes en relation avec leurs principes de dosage HE de *L. nobilis* ont montré une activité par manière dose -dépendantes de piégeage des radicaux libres, et sa valeur IC_{50} était de $602 \pm 5,8$ g/ml. A titre de comparaison, la valeur IC_{50} de l'antioxydant synthétique BHT utilisé comme contrôle positif était de $306 \pm 4,5$ g/ml (Snoussi et *al.*, 2016). De plus, l'étude qui s'est déroulée en Tunisie a rapporté que *L. nobilis* avait une activité antioxydant efficace à 135 g/ml. De même, dans la région d'El Kala (nord-est algérien) (Ouibrahim et *al.*, 2015), les valeurs d' IC_{50} sont représentatives de l'efficacité de l'huile essentielle et du BHT à piéger le radical DPPH ; elle correspond à la concentration d'antioxydant requise pour neutraliser 50% de la concentration initiale du radical libre dans le milieu. Plus la valeur d' IC_{50} est faible, plus l'activité anti radicalaire d'un composé est appréciable. La valeur testée a été inférieure à celui du BHT dont l' IC_{50} est de $0,17 \pm 0,02$ mg/ml. L' IC_{50} de l'HE de *L. nobilis* a été estimé à $1,55 \pm 0,02$ mg/ml.

Le dosage ABTS dans certains composés volumineux à une efficacité supérieure à celle du dosage DPPH en raison de l'encombrement stérique (Yakoubi et *al.*, 2021). La capacité antioxydant totale a été exprimée en équivalents d'acide ascorbique par gramme. Pour les différents volumes

d'huile essentielle utilisés (100 μ L, 50 l, et 25 μ L), les activités antioxydants totales obtenues ont été (796,74 \pm 3,53 AAE/g), (568,91 \pm 96,16 AAE/g), et (440,91 \pm 10,37 AAE/g), respectivement, indiquant un résultat positif corrélation entre le volume d'huile essentielle utilisé et le niveau d'activité antioxydant (Mssillou et al., 2020). L'huile essentielle des fleurs de *L. nobilis* présentait une capacité antioxydant totale plus élevée par rapport aux rapports précédents (Guenane et al., 2016), et cela peut s'expliquer par la variation de la composition chimique de l'essentiel pétrole en raison de la différence des régions affectées par l'environnement facteurs, et aussi par le pouvoir redox de cette substance et de sa capacité d'échange électron/hydrogène, ces résultats constituent une base pour d'autres études qui pourrait conduire à l'utilisation de cette huile essentielle comme un produit naturel agent antioxydant, dans les domaines alimentaire et pharmaceutique. L'activité antioxydant des HE examinées à l'aide du test CUPRAC n'a pas été signalée auparavant ailleurs (Yakoubi et al., 2021).

La cinétique de la décoloration du β -carotène ; La capacité d'HE à ralentir la vitesse de l'oxydation des lipides est indiquée par l'abaissement de l'absorbance dans le temps. Blanchissement du β -carotène obtenues démontrent l'action de l'HE et du BHT contre l'oxydation du β -carotène par les radicaux peroxydes, en comparaison avec le contrôle négatif. Selon les résultats, l'HE du *L. nobilis* a manifesté une activité antioxydant modeste par rapport au BHT avec un taux de 41,97% (Ouibrabim et al, 2015). Dans autre étude d'Algérie en 2020 le test de blanchiment au β -carotène, l'oxydation de l'acide linoléique était modérément inhibée par l'HE (46 \pm 1,4%) par rapport au contrôle positif BHT (95 \pm 1,6%). Données du test de blanchiment au β -carotène étaient environ 15 % inférieurs à ceux fournis par le balayage radical activité(Belasli et al., 2020).

4. 4. Activités antibactériennes

Les résultats ont montré que cette huile testée s'est avérée active contre *Streptococcus faecalis* et *Staphylococcus aureus* à une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 0,25 mg/mL pour les deux et ces deux souches ont montré plus de sensibilité à cette huile par rapport à *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*, qui avaient une concentration inhibitrice (CMI) de 0,75 et 0,5 mg/mL respectivement (Nabila et al., 2020), les mêmes valeurs sont obtenues par Goudjil et al (2015) . De ces résultats, ils ont conclue que MBC/MIC est inférieur à 4, on peut dire que l'HE extraite a un effet bactéricide contre toutes les souches testées.

Les diamètres des zones d'inhibition ne dépassent pas 10,2 mm. Les différentes bactéries souches réagissent différemment aux huiles essentielles testées, même s'ils appartenaient à la même famille bactérienne. Le plus haut pouvoir antibactérien de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* a été enregistré dans *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 et *Escherichia coli* ATCC 25922 avec le diamètre de zone d'inhibition 10,2 et 9,2 mm respectivement. *Enterobacter cloacae* ATCC 13047, *Proteus mirabilis* ATCC 49452 et *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 enregistrent une zone d'inhibition inférieure à 8 mm {7,7, 7,9 et 7,3 mm, respectivement} (Mehani et al., 2018). Les tests de sensibilité bactérienne vis-à-vis des feuilles d'HE de *L. nobilis* ont été remarqués. Les valeurs indiquées sont la moyenne de trois mesures. Les différentes souches bactériennes ont réagi différemment à l'huile essentielle testée ; *Staphylococcus aureus* était la souche la plus sensible testée à l'huile avec la zone d'inhibition la plus forte 13,6 mm. Le *Streptococcus faecalis* s'est avéré, en général, être plus sensible parmi les bactéries avec une zone d'inhibition de 11,2 mm, une activité modeste a été observée contre *Escherichia coli* avec des zones d'inhibition de 9 mm, *Proteus mirabilis* et *Pseudomonas aeruginosa* ont été les souches les plus résistantes testées à l'huile avec la zone d'inhibition la plus faible moins de 8 mm (7,6 et 7,4 mm) respectivement (Nabila et al., 2020).

A travers l'étude menée par Merghni et al (2016) sur deux types de bactéries *Laurus nobilis*, on retrouve les éléments suivants :

Tableau 10. Les capacités inhibitrices minimale et bactérienne des huiles essentielles de *Laurus nobilis* de Gafsa et de Sousse.

Plante	Zone d'inhibitrice	MIC	MIB
<i>L. nobilis de Gafsa (L.nob.G)</i>	7,75± 0,35	31.25	62.5
<i>L. nobilis de Sousse (L.nob.S)</i>	10,5± 0,71	31.25	62.5

Les huiles essentielles présentait différentes propriétés anti-staphylococciques activités par rapport à la région géographique d'origine. L'huile essentielle de *L. nobilis* de Sousse (*L.nob.S*) a montré une plus puissante activité antibactérienne contre les souches testées avec des zones d'inhibition variait de 8,25± 0,35 à 16,5± 1,41 mm contre les zones d'inhibition variaient de 6,75± 0,35 à 15± 1,41 mm pour l'huile essentielle de *L. nobilis* L. de Gafsa (*L.nob.G*). De grandes différences dans. Les diamètres des zones d'amortissement obtenues vont de 10 à 21 mm.

Laurus nobilis en a montré activité inhibitrice de la croissance microbienne, ce qui justifie son utilisation en médecine traditionnelle comme traitement antibactérien ; L'activité biologique de l'huile essentielle doit être liée à sa composition chimique, les groupes fonctionnels de composés basiques (alcools, phénols, aldéhydes) et les effets synergiques entre éléments (Goudjil et al., 2015). Cette différence de la sensibilité à l'huile essentielle est due à la variation de composition chimique. En effet, la composition des huiles essentielles varie souvent selon l'emplacement du groupe (zone géographique, source), dont les composants jouent un rôle majeur dans la plante adaptation à l'environnement et à l'environnement. L'activité biologique de l'huile essentielle doit être liée à sa composition chimique, Les groupes fonctionnels de composés basiques (alcools, phénols, aldéhydes) et les effets synergiques entre éléments (Merghni et al., 2016).

4. 5. Effet antibiofilm

Dans cette analyse nous avons sélectionné trois pays dans les quels des chercheurs ont étudié l'effet antibiofilm l'huile essentielle de *Laurus nobilis* en Tunisie, au Brésil et en Argentine. La différence n'était pas seulement dans les souches, mais aussi dans la manière dont l'huile était collectée et extraite de la plante. En Tunisie, la plante a été récoltée dans deux régions différentes, Sousse et Gafsa, tandis qu'en Argentine, l'huile essentielle était extraite par la macération.

Merghni et al (2016) Ils ont travaillé sur leurs recherches en Tunisie. Ont utilisé l'huile essentielle de *Laurus nobilis* collectée à Sousse et Gafsa.

L'huile essentielle de *L. nob. S* a exercé un effet anti-attachement avec un pourcentage d'inhibition du biofilm supérieur à 70 %. Contre toutes les souches testées (Tab 11). Concernant l'huile essentielle de *L. nob. G* une activité anti-adhérence a été observée contre les baveux souches productrices 6538 et L37, à une concentration de CMI 1/4 correspondant respectivement à 7,81 mg/ mL et 0,97 mg /mL. Ici, les pourcentages d'inhibition du biofilm étaient d'environ 50 %. De plus, l'huile essentielle de *L. nob. G* a inhibé 70,9% du biofilm formé par L36 à une concentration de 0,24 mg mL⁻¹ (CMI 1/16) (tab 11).

Tableau 11. Effet de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sur la formation de biofilms par voie orale *S. aureus* (inhibition du biofilm (%) \pm SD) (Merghni et al., 2016).

	<i>S. aureus</i> 6538		<i>S. aureus</i> L37		<i>S. aureus</i> L36	
	<i>L.nob.G</i>	<i>L.nob.S</i>	<i>L.nob.G</i>	<i>L.nob.S</i>	<i>L.nob.G</i>	<i>L.nob.S</i>
CMI 16	0.31 \pm 0.10	86.66 \pm 6.54	6.91 \pm 0.72	73.13 \pm 1.12	70.90 \pm 0.60	74.48 \pm 0.14
CMI 8	4.67 \pm 0.88	91.98 \pm 1.62	8.19 \pm 0.85	82.34 \pm 0.43	70.34 \pm 0.49	79.46 \pm 0.56
CMI 4	59.94 \pm 3.11	94.74 \pm 0.57	48.02 \pm 0.11	86.78 \pm 0.23	73.53 \pm 0.66	81.12 \pm 0.36
CMI 2	89.35 \pm 0.60	96.61 \pm 0.56	79.65 \pm 0.88	90.77 \pm 0.64	74.08 \pm 0.76	82.74 \pm 0.33
CMI	95.35 \pm 0.54	96.40 \pm 0.53	86.07 \pm 0.40	93.00 \pm 0.90	78.92 \pm 0.52	88.22 \pm 0.12

CMI : concentration minimale d'inhibition ; *L. nob. G* : *L. nobilis* de Gafsa ; *L.nob. S* : *L. nobilis* de Sousse.

Évaluation de la biomasse des biofilms montré divers effets sur le développement de biofilms préformés avec des valeurs de pourcentage de réduction allant de $78.4 \pm 1.57\%$ to $27.2 \pm 8.5\%$ pour l'huile essentielle de *L. nob. G*, et de $77,6 \pm 1,93 \%$ à $45,6 \pm 6,37\%$ et l'huile essentielle de *L. nob. S* figure 9 . Compte tenu de la réduction des biofilms, l'huile essentielle de *L. nobilis* a montré une activité importante avec des pourcentages d'éradication allant de $95,2 \pm 0,56$ à $79,9 \pm 9,15$ pour l'huile essentielle de *L. nob. S* et de $93,2 \pm 0,51$ à $79,6 \pm 2,27$ pour l'huile essentielle de *L. nob. G* (figure 10).

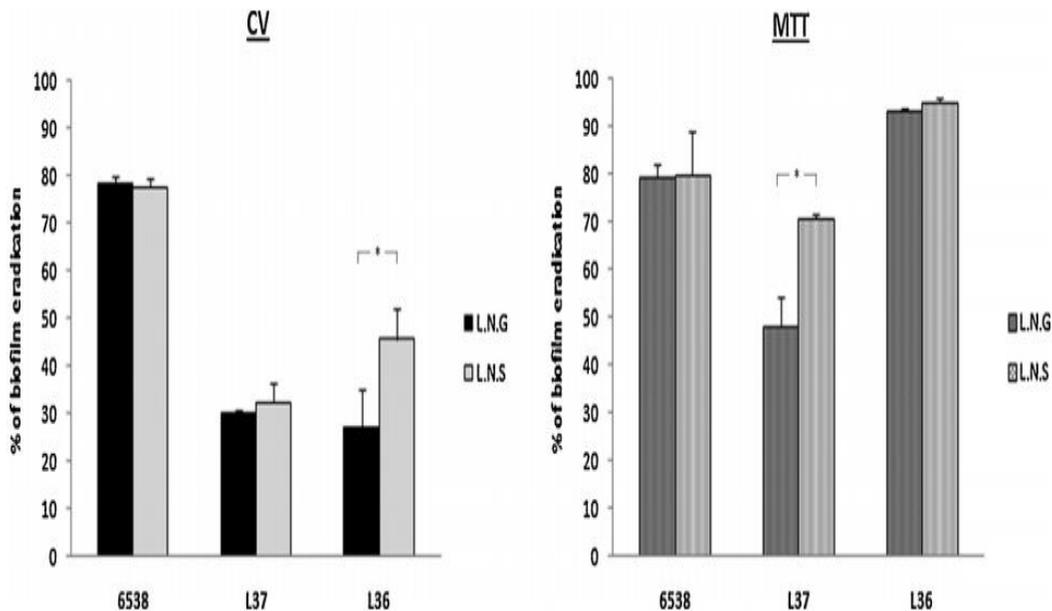


Figure 10. Effets des huiles essentielles *L. nobilis* de Gafsa et de Sousse sur la réduction du biofilm préformé de *S. aureus* oral (6538, L37, L36) exprimé en pourcentages d'éradication (%) et évalué par la coloration Crystal Violet et le test MTT (Merghni et al., 2016).

D'autre part Peixoto et al (2017) l'HE de *Laurus nobilis* à des concentrations de 1000 mg/mL (CMI2) a inhibé l'adhésion initiale de *C. albicans*, qui était significativement différente des effets de la nystatine ($p < 0,05$) (tab 12). Aux trois concentrations testées (CMI, CMI2 et CMI4), l'HE a également présenté une activité sur la formation de biofilm mature, sans différence significative par rapport à la monodrogue nystatine ($p > 0,05$) (tab 3). Appliquée pendant 1 min, toutes les 8 h, pendant 24 h et 48 h, L'HE *Laurus nobilis* a réduit la quantité de biofilm mature, sans différence significative par rapport à la nystatine ($p > 0,05$).

Tableau 12. Effets inhibiteurs de *Laurus nobilis* HE et de la nystatine sur l'adhésion initiale de *C. albicans* ATCC 60193, la formation de biofilm mature et la réduction du biofilm mature. Les valeurs sont exprimées en pourcentage d'inhibition (I%) (Peixoto et al, 2017).

Concentration		CMI	CMI 2	CMI 4
Inhibition initiale de l'adhérence	<i>L. nobilis</i>	Aucune inhibition ^{Aa}	0% < I% ≤ 25% ^{Ab}	0% < I% ≤ 25% ^{Ab}
	Nystatine	Aucune inhibition ^{Aa}	Aucune inhibition ^{Ba}	Aucune inhibition ^{Ba}

Inhibition du biofilm mature	<i>L. nobilis</i>	0% < I% ≤25% ^{Aa}	Aucune inhibition ^{Ab}	0% < I% ≤25% ^{Aa}
	Nystatine	Aucune inhibition ^{Aa}	Aucune inhibition ^{Aa}	Aucune inhibition ^{Aa}
Réduction du biofilm mature (24h)	<i>L. nobilis</i>	25% < I% ≤50% ^{Aa}	25% < I% ≤50% ^{Aa}	25% < I% ≤50% ^{Aa}
	Nystatine	25% < I% ≤50% ^{Aa}	25% < I% ≤50% ^{Aa}	25% < I% ≤50% ^{Aa}
Réduction du biofilm mature (48h)	<i>L. nobilis</i>	Aucune inhibition ^{Aa}	Aucune inhibition ^{Aa}	25% < I% ≤50% ^{Ab}
	Nystatine	Aucune inhibition ^{Aa}	25% < I% ≤50% ^{Ab}	25% < I% ≤50% ^{Ab}

Différentes lettres majuscules dans les lignes représentent des différences statistiquement significatives (test de Mann-Whitney, $p < 0,05$) entre les substances (*Laurus nobilis*, HE et nystatine) dans chaque groupe et à la même concentration ; différentes lettres minuscules dans chaque colonne représentent des différences statistiquement significatives (test de Kruskal-Wallis, $p < 0,05$) entre différentes concentrations de la même substance.

Tandis que Molina et al (2020). Leurs recherches en Argentine sur l'activité biofilm contre les pathogènes d'origine alimentaire par l'HE de *Laurus nobilis* qui extraites par macération pendant 24 h à température ambiante avec des solvants de polarité croissante, n-hexane, chloroforme, acétate d'éthyle et, méthanol (trois fois). L'hexane (HE) et l'extrait de chloroforme (CE) étaient de puissants inhibiteurs du biofilm de *S. aureus* et les microscopies ont en outre confirmé une réduction importante des cellules adhérentes. L'HE (100 µg/mL) était le seul extrait capable d'inhiber la formation de biofilm de toutes les souches testées. De même, les extraits CE et EAE ont également montré une inhibition significative de production de biofilm des espèces *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S.aureus* (tab 13).

Tableau 13. Effet des extraits de *Laurier* sur la formation de biofilm (méthode des cristal violets) (Molina et al., 2020).

Bactéries		<i>Escherichia coli</i>		<i>Salmonella enterica</i>		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		<i>Staphylococcus aureus</i>	
		ATCC 35218	LHICA S58	ATCC 14028	CECT 5326	PAO1	LVP 60	ATCC 6538	ATCC 25904
HE	10	95±7 ^{ab}	75±2 ^{bc}	100±4 ^a	87±3 ^{bc}	99±1 ^{ab}	98±2 ^a	98±4 ^a	68±5 ^{bcde}
	100	80±9 ^{bcd}	78±4 ^{bc}	82±2 ^c	62±3 ^d	63±2 ^e	60±3 ^d	31±6 ^{cd}	45±9 ^f
CE	10	100±6 ^a	80±7 ^{bc}	99±2 ^a	100±2 ^a	100±1 ^a	95±4 ^a	100±4 ^a	80±7 ^{bc}
	100	74±10 ^{cd}	70±4 ^{bc}	97±8 ^{ab}	100±3 ^a	78±3 ^d	69±2 ^c	24±9 ^d	63±9 ^{de}
EAE	10	99±7 ^a	84±11 ^b	100±8 ^a	86±4 ^{bc}	95±1 ^{ab}	99±6 ^a	99±10 ^a	80±7 ^b

	100	80±7 ^{bcd}	83±10 ^b	79±2 ^c	90±5 ^{abc}	85±3 ^c	81±4 ^b	25±13 ^d	51±8 ^{ef}
ME	10	86±11 ^{abc}	74±10 ^{bc}	100±2 ^a	80±4 ^c	93±3 ^{ab}	100±3 ^a	100±3 ^a	75±8 ^{bcd}
	100	62±11 ^d	67±12 ^c	99±4 ^a	80±7 ^c	100±4 ^a	100±4 ^a	80±8 ^b	63±10 ^{cde}
TME	10	81±10 ^{abc}	74±8 ^{bc}	85±9 ^{bc}	95±7 ^{ab}	97±1 ^{ab}	100±2 ^a	100±3 ^a	68±6 ^{bcde}
	100	80±9 ^{bcd}	77±11 ^{bc}	82±6 ^b	93±3 ^{ab}	94±3 ^b	100±3 ^a	41±4 ^c	60±10 ^{de}
Contrôle		100±8 ^a	100±7 ^a	100±5 ^a	100±6 ^a	100±3 ^a	100±3 ^a	100±8 ^a	100±9 ^a

Extraits hexanique (HE), chloroformique (CE), acétate d'éthyle (EAE), méthanolique (ME) et méthanolique total (TME). Les valeurs (moyenne ± SD, n = 4) dans la même ligne suivie d'une lettre différente sont significativement différentes (test de Tukey, $p \leq 0,05$).

Parce que la meilleure activité inhibitrice du biofilm a été obtenue contre *S. aureus* souche ATCC 6538 avec HE et CE, ils ont été sélectionnés pour des études microscopiques. Images SEM et CLSM des traitements avec les deux les extraits présentaient non seulement une forte réduction des cellules adhérentes (figure. 11 c et d), mais aussi plusieurs de ces cellules étaient mortes (figure 11 :g et h), par rapport aux témoins non traités (figure.11 a et e). En fait, totale (vert et rouge) les unités de fluorescence arbitraire (AFU) ont diminué de 102 (contrôle) à 22 (HE) et 31 (CE). De plus, les images CLSM ont montré que l'effet antibiofilm des extraits était similaire à celui de la vancomycine (contrôle antibiotique) (figure. 11 f), avec 16 AFU. L'activité métabolique du biofilm des souches Gram (+) n'était pratiquement pas inhibée par les extraits, alors que de meilleures inhibitions ont été obtenues avec les souches Gram (-), bien que toutes soient inférieures à 50 % et aucune l'extrait a affecté le biofilm de *P. aeruginosa* LVP 60, souche isolée dans l'eau.

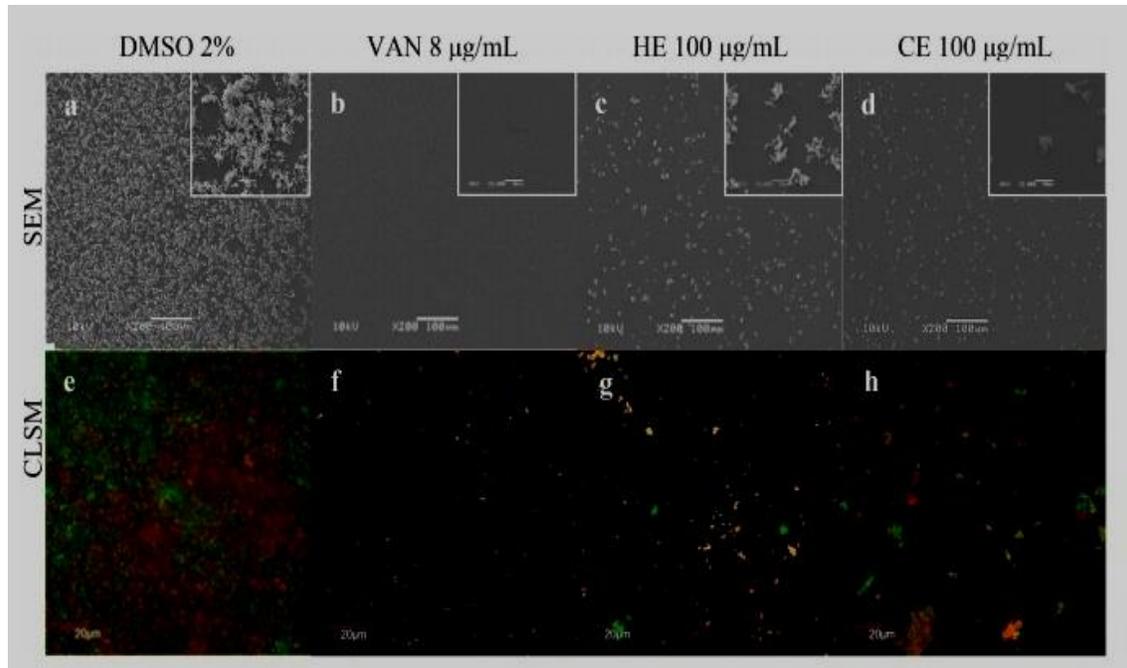


Figure 11. *S. aureus* ATCC 6538 biofilm formé en présence et en absence d'extraits de *Laurier*. Images de microscopie électronique à balayage (MEB) (Molina et *al.*, 2020).

Le contrôle avec DMSO 2 % montre la formation de biofilm après 24 h d'incubation (a). Traitements : Vancomycine (VAN) 8 g/mL (b), Hexanique (HE) 100 µg/mL (c) et Chloroformique (CE) 100 µg/mL (d) extraits. Barres d'échelle : 100 m (les inserts dans les images représentent 10 m). Images de microscopie confocale à balayage laser (CLSM) : Le contrôle avec DMSO 2% montre la formation de biofilm après 24 h d'incubation (e). Traitements : Vancomycine (VAN) 8 g/mL (f), Hexanique (HE) 100 µg/mL (g) et Chloroformique (CE) 100 µg/mL (h) extraits. Barres d'escaliers : 20 µm.

Discussion

Cette huile a montré selon Merghni et *al* (2016) un effet important sur l'inhibition et l'éradication du biofilm de *S. aureus*, elle reste ainsi une bonne source naturelle pour limiter les infections buccales et les bactéries causant des maladies dentaires aussi pour Peixoto et *al* (2017), leurs résultats révèlent qu'HE de *Laurus nobilis* a des propriétés prometteuses contre la formation de biofilm, car elle a présenté de meilleurs résultats d'inhibition de l'adhérence des levures que le monomédicament la nystatine, cependant, 90 % des bactéries existent à l'état de biofilm où la résistance aux antibiotiques et désinfectants est supérieur à l'état planctonique.

A la concentration inférieure à la CMI (100 µg/mL), tous les extraits ont inhibé partiellement le biofilm de au moins cinq des huit souches testées. Les résultats obtenus montrent le potentiel du *Laurier* comme agent antibiofilm, notamment contre *S. aureus*, un des principales bactéries de détérioration et d'intoxication alimentaire (Miao et al., 2017). ces résultats concordent avec les résultats obtenus par Molina et al., (2020), qui montrent que HE et CE étaient de puissants inhibiteurs de la biomasse du biofilm de *S. aureus* et les microscopies ont en outre confirmé ces résultats et ont également révélé un effet létal sur les cellules présentes dans le biofilm clairsemé formé. Dans ce travail, l'interférence de 10 et 100 µg/ml des extraits les plus actifs avec l'adhésion bactérienne a été démontrée en revêtant des surfaces de polystyrène. Les résultats indiquent que les deux extraits *Laurier* sont une action préventive sur la formation du biofilm de *S. aureus*.

Conclusion

Conclusion

L'étude de la chimie des plantes reste toujours un sujet d'actualité. Elles font partie de notre quotidien sans que nous le sachions. Les plantes aromatiques sont utilisées depuis des siècles à des fins médicinales, cosmétiques ou religieuses. Basée sur leur utilisation traditionnelle. Ont l'aptitude à synthétiser de nombreux métabolites secondaires en réponse aux stress biotiques et abiotiques qu'ils peuvent subir. Ces métabolites secondaires posséder diverses propriétés biologiques (Haddouchi et *al.*, 2009). Mais Il reste difficile de définir les molécules responsables de l'action.

La science de l'aromathérapie consiste à étudier leur composition chimique. La composition chimique des plantes aromatiques est complexe et comprend généralement deux fractions : la première dite volatile (huile essentielle) obtenue essentiellement par hydrodistillation, la deuxième dite non volatile, obtenue principalement par macération en utilisant des solvants organiques.

Le *Laurier* est d'une grande importance médicinale, de nombreuses études ont été effectuées concernant divers aspects scientifiques de cette plante. Nous nous intéressons dans ce travail à l'étude de la composition chimique et des activités biologiques des extraits de *Laurus nobilis* réalisés et cités par plusieurs auteurs.

Nous avons découvert grâce aux résultats de notre analyse d'articles, que la plupart des chercheurs n'ont travaillé que sur l'huile essentielle et ses activités antibactériennes et antioxydantes. Ces huiles essentielles extraites par hydrodistillation ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Les travaux réalisés montrent que le criblage photochimique a permis d'identifier les monoterpènes comme constituants majoritaires. Ainsi, la CG/MS présentait une bonne source de composés bioactifs dominés par le 1,8 cinéole.

Des essais biologiques ont montré une activité considérable des huiles essentielles étudiées. Ces résultats sont absolument une riche source d'informations sur les propriétés chimiques et antifongiques des souches testés grâce à sa capacité à inhiber les micro-organismes qui a été testée par la méthode de contact direct sur différentes souches bactériennes. Ce qui a permis de mettre en évidence le pouvoir antifongique d'huile essentielle du *Laurus nobilis*, en déterminant

la CMI avec un indice d'inhibition de 100%. Probablement due à la présence des principaux monoterpènes et sesquiterpènes identifiés, agit probablement en interférant avec la biosynthèse de la paroi cellulaire et la perméabilité ionique de la membrane, et a des effets importants sur l'inhibition et l'éradication du biofilm.

Par la suite les résultats menés sur les effets antibactériens et antioxydants de cette huile essentielle ont confirmé qu'ils diffèrent en quantité et en composition, en raison des différents effets géographiques et environnementaux de la plante.

Enfin les propriétés biologiques observées seraient liées à la complexité de la composition chimique et la synergie entre eux. Les études sur les activités biologiques des plantes les extraits et les huiles essentielles sont devenues plus importantes en raison des effets nocifs prouvés des fongicides sur l'environnement et la santé humaine. Ces résultats constituent une étape importante dans la recherche de substances naturelles biologiquement actives. Des tests supplémentaires seront nécessaires pour trouver des formulations pour l'utilisation de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* dans les aliments, pharmaceutiques, et les industries cosmétiques. Les substances actives présentes dans cette plante peuvent être rendues disponibles sous forme de poudre et elle jouerait un rôle non négligeable en médecine, pharmacie, alimentation et industrie.

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

A

Ali-Shtayeh M. S., Yaniv Z., &Mahajna J. 2000. Ethnobotanical survey in the Palestinian area: a classification of the healing potential of medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology* 73(1-2): 221-232.

Al-Rubaye A. F., Hameed I. H., &Kadhim M. J. 2017. A Review: Uses of Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Technique for Analysis of Bioactive Natural Compounds of Some Plants. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research* 9(1): 81-85.

Al-Hussaini R., &Mahasneh A. M. 2009. Microbial growth and quorum sensing antagonist activities of herbal plants extracts. *Molecules* 14(9): 3425-3435.

Arroyo-García R., Martínez-Zapater J. M., Prieto J. F., &Álvarez-Arbesú R. 2001. AFLP evaluation of genetic similarity among laurel populations (*Laurus L.*). *Euphytica* 122(1): 155-164.

Aurori A. C., Bobiş O., Dezmirean D. S., Mărghitaş L. A., &Erler S. 2016. Bay laurel (*Laurus nobilis*) as potential antiviral treatment in naturally BQCV infected honeybees. *Virus research* 222: 29-33.

B

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

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

Bayar Y., Onaran A., Yilar M., & Gul F. 2018. Determination of the essential oil composition and the antifungal activities of bilberry (*Vaccinium myrtillus L.*) and bay laurel (*Laurus nobilis L.*). *Journal of Essential Oil-Bearing Plants* 21(2): 548-555.

Bazargani M. M., & Rohloff J. 2016. Antibiofilm activity of essential oils and plant extracts against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* biofilms. *Food control* 61: 156-164.

Belasli A., Ben Miri Y., Aboudaou M., AïtOuahioune. L., Montañes 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(9) : 4717-4729.

Beloued. 2009. Laurier ; Description ; Habitat ; Composition chimique. Dans plantes médicinales d'Algérie (p. 124).

Benoist R. 1928. Les Lauracées de la Guyane française. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 75, pp. 974-980.

Bendjersi F. Z. 2017. Etude de la composition chimique des extraits de *Laurus nobilis* L (Doctoral dissertation, Faculté de Chimie).

C

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.

Caredda A., Marongiu B., Porcedda S., &Soro C. 2002. Supercritical carbon dioxide extraction and characterization of *Laurus nobilis* essential oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(6): 1492-1496.

Chaaben H., Motri S., & Ben Selma M. Z. 2015. Etude des Propriétés Physico-chimiques de l'Huile de Fruit de *Laurus nobilis* et Effet de la Macération par les Fruits et les Feuilles de *Laurus nobilis* sur les Propriétés Physico-Chimiques et la Stabilité Oxydative de l'Huile d'Olive. *Journal of new science* (8) : 873-880.

Chaumon M., Goëlo V., Ribeiro A. M., Rocha F., &Estevinho B. N. 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* 1 2 2: 124–135.

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

Córdoba S., W. Vivot, W. Szusz, G. Albo. 2019. Antifungal Activity of Essential Oils Against *Candida* Species Isolated from Clinical Samples. *Mycopathologia* (184): 615–623.

D

Dall'Acqua S., Viola G., Giorgetti M., Loi M. C., &Innocenti G. 2006. Two new sesquiterpene lactones from the leaves of *Laurus nobilis*. *Chemical and pharmaceutical bulletin* 54(8) : 1187-1189.

Dall'Acqua S., Cervellati R., Speroni E., Costa S., Guerra M. C., Stella L., ... &Innocenti G. 2009. Phytochemical composition and antioxidant activity of *Laurus nobilis* L. leaf infusion. *Journal of Medicinal Food* 12(4): 869-876.

Dallmeier K., &Carlini E. A. 1981. Anesthetic, hypothermic, myorelaxant and anticonvulsant effects of synthetic eugenol derivatives and natural analogues. *Pharmacology* 22(2) : 113-127.

Damiani N., Fernández N. J., Porrini M. P., Gende L. B., Álvarez E., Buffa F., ... &Eguaras M. J. 2014. Laurel leaf extracts for honeybee pest and disease management: antimicrobial, microsporidicidal, and acaricidal activity. *Parasitology research* 113(2): 701-709.

Dammak I., Hamdi Z., El Euch S. K., Zemni H., Mliki A., Hassouna M., &Lasram S. 2019. Evaluation of antifungal and anti-ochratoxigenic activities of *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Laurus nobilis* essential oils and a major monoterpene constituent 1, 8-cineole against *Aspergillus carbonarius*. *Industrial Crops and Products* 128: 85-93.

Da Silveira S. M., Luciano F. B., Fronza N., Cunha Jr A., Scheuermann G. N., & Vieira C. R. W. 2014. Chemical composition and antibacterial activity of *Laurus nobilis* essential oil towards foodborne pathogens and its application in fresh Tuscan sausage stored at 7 C. *LWT-Food Science and Technology* 59(1): 86-93.

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

Dias M. I., Barros L., Dueñas M., Alves R. C., Oliveira M. B. P., Santos-Buelga C., & Ferreira I. C. 2014. Nutritional and antioxidant contributions of *Laurus nobilis* L. leaves: would be more suitable a wild or a cultivated sample, *Food chemistry* 156: 339-346.

Dominique B. 2017. *Aromathérapie : 100 huiles essentielles*, Dunod, Paris, p 921-294.

E

Elharas K., Daagare A., Mesifioui A., & Ouhsine M. 2013. Activité antibactérienne de l'huile essentielle des inflorescences de *Laurus Nobilis* et *Lavandula Angustifolia*. *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie* 9(2) : 134-141.

El Malti J., & Amarouch H. 2009. Antibacterial effect, histological impact and oxidative stress studies from *Laurus nobilis* extract. *Journal of food quality* 32(2): 190-208.

El.Sedef N., Karagozlu N., Karakaya S., & Sahin S. 2014. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Essential Oils Extracted from *Laurus nobilis* L. Leaves by Using Solvent-Free Microwave and Hydrodistillation. *Food and Nutrition Sciences* 5: 97-106.

Elmastaş M., Gülçin I., İşildak Ö., Küfrevioğlu Ö. İ., İbaoglu K., & Aboul-Enein H. Y. 2006. Radical scavenging activity and antioxidant capacity of bay leaf extracts. *Journal of the Iranian Chemical Society* 3(3): 258-266.

F

Ferdinand P. 2010. Historique ; Habitat ; Composition chimique. Dans F. paris, *Guide des plantes médicinales* (p. 279). Paris -France- : Delachaux et Nientlé.

Fernandez-Andrade C. M., da Rosa M. I. F., Borges F., Iwanaga C. C., Gonçalves J. E. E., Cortez D. O. A., ... & Gazim Z. C. 2016. Chemical composition and antifungal activity of essential oil

and fractions extracted from the leaves of *Laurus nobilis* L. cultivated in southern Brazil. *Journal of Medicinal Plants Research* 10(48): 865-871.

Fidan H., Stefanova G., Kostova I., Stankov S., Damyanova S., Stoyanova A., &Zheljazkov V. D. 2019. Chemical composition and antimicrobial activity of *Laurus nobilis* L. essential oils from Bulgaria. *Molecules* 24(4) : 804.

Franco-Vega A., Ramírez-Corona N., López-Malo A., &Palou E. 2019. Studying microwave assisted extraction of *Laurus nobilis* essential oil: Static and dynamic modeling. *Journal of Food Engineering* 247: 1-8.

Fukuyama N., Ino C., Suzuki Y., Kobayashi N., Hamamoto H., Sekimizu K., &Orihara Y. 2011. Antimicrobial sesquiterpenoids from *Laurus nobilis* L. *Natural product research* 25(14): 1295-1303.

G

Gandhi S. G., Mahajan V., &Bedi Y. S. 2015. Changing trends in biotechnology of secondary metabolism in medicinal and aromatic plants. *Planta* 241(2): 303-317.

Gilling D. H., Kitajima M., Torrey J. R., & Bright K. R. 2014. Antiviral efficacy and mechanisms of action of oregano essential oil and its primary component carvacrol against murine norovirus. *Journal of appliedmicrobiology* 116(5) : 1149-1163.

Gilly G. 2005. *Les plantes aromatiques et les huiles essentielles à grasse*. Laurier Ed. Lharmattan, Paris, p 383.

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

Goudjil M. B., Ladjel S., Zighmi S., Hammoya F., Bensaci M. B., Mehani M., &Bencheikh S. 2016. Bioactivity of *Laurus Nobilis* and *Mentha Piperita* essential oils on some phytopathogenic fungi) in vitro assay). *J. Mater. Environ. Sci.* 7 (12) : 4525-4533.

Guenane H., Gherib A., Carbonell-Barrachina Á., Cano-Lamadrid M., Krika F., Berrabah M., ... & Bakchiche B. 2016. Minerals analysis, antioxidant and chemical composition of extracts of *Laurus nobilis* from southern Algeria. *Journal of Materials and Environmental Science* 7(11): 4253-4261.

H

Haddouchi F., Lazouni H. A., Meziane A. 2009. Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut. *Afrique Science* 05(2): 246 - 259.

Ham A., Shin J., Oh K. B., Lee S. J., Nam K. W., Uk Koo K. H. K., & Mar W. 2011. Neuroprotective Effect of the n-Hexane Extracts of *Laurus nobilis* L. in Models of Parkinson' Disease. *The Korean Society of Applied Pharmacology* 19(1): 118-125.

Houicher A., Hechachna H., Teldji H., & Ozogul F. 2016. In vitro study of the antifungal activity of essential oils obtained from *Mentha spicata*, *Thymus vulgaris*, and *Laurus nobilis*. *Recent patents on food, nutrition & agriculture* 8(2) : 99-106.

Hellal Z. 2011. Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

I

Ivanović J., Žižović I., Petrović S. D., & Skala D. 2009. The analysis of different processes of extraction: yield of extracts obtained from aloe vera (*aloe barbadensis* miller) and sweet bay (*Laurus nobilis* L.) and the exergy analysis of applied processes. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly* 15 (4): 271–278.

J

Jeffrey K. A., DPhil, MBChB, FRCP, HonFBPhS, HonFFPM. 2016. Lauraceae. Dans K. Aronson, *Meyler's Side Effects of Drugs 16th Edition The International Encyclopedia of Adverse Drug Reactions and Interactions* (pp. 484-486). Isbn: Elsevier Science.

K

Kala C. P. 2015. Medicinal and aromatic plants: Boon for enterprise development. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 2(4): 134-139.

Khan A., Bryden N. A., Polansky M. M., & Anderson R. A. 1990. Insulin potentiating factor and chromium content of selected foods and spices. Biological trace element research 24(2): 183-188.

Kivçak B., & Mert T. 2002. Preliminary evaluation of cytotoxic properties of *Laurus nobilis* leaf extracts. Fitoterapia 73(3): 242-243.

L

Laurus nobilis. (s.d.). Consulté le avril 06, 2021, sur Pl@ntUse:https://uses.plantnet-project.org/fr/Laurus_nobilis .

Lee E. H., Shin J. H., Kim S. S., Lee H., Yang S. R., & Seo S. R. 2018. *Laurus nobilis* leaf extract controls inflammation by suppressing NLRP3 inflammasome activation. Journal of cellular physiology 234(5): 6854-6864.

M

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

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

Miao J., Liang Y., Chen L., Wang W., Wang J., Li B., ... & Xu Z. 2017. Formation and development of *Staphylococcus* biofilm: With focus on food safety. Journal of Food Safety 37(4) : e12358.

Minker C. 2013. 200 plantes qui vous veulent du bien. Paris : Larousse -21 rue du montparnasse 75283 Paris Cedex 06 p 236.

Mohammedi Z. 2013. Etude phytochimique et activités biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie (Doctoral dissertation).

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

Mssillou I., Agour A., El Ghouzi A., Hamamouch N., Lyoussi B., & Derwich E. 2020. Chemical Composition, Antioxidant Activity, and Antifungal Effects of Essential Oil from *Laurus nobilis* L. Flowers Growing in Morocco. *Journal of Food Quality* 8.

Muñiz-Márquez D. B., Martínez-Ávila G. C., Wong-Paz J. E., Belmares-Cerda R., Rodríguez-Herrera R., & Aguilar C. N. 2013. Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Laurus nobilis* L. and their antioxidant activity. *Ultrasonics Sonochemistry* 20(5) : 1149-1154.

N

Nabila B., Piras A., Fouzia B., Falconieri D., Kheira G., Fedoul F. F., & Majda S. R. 2020. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Laurus nobilis* leaves. *Natural Product Research*: 1-5.

Nadeem M. A., Aasim M., Kırıcı S., Karık Ü., Nawaz M. A., Yılmaz A, ... & Baloch F. S. 2018. Laurel (*Laurus nobilis* L.): A less-known medicinal plant to the world with diffusion, genomics, phenomics, and metabolomics for genetic improvement. *Biotechnological Approaches for Medicinal and Aromatic Plants*: 631-653.

O

Ouibrahim A., Kaki Y. T. A., Bennadja S., Mansouri R., Kaki S. A., Khbizi S., & Djebbar M. R. 2015. Activité antioxydante et anti-candidosique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* L. provenant de la région d'El Kala (Nord-Est Algérien). *Algerian Journal of Natural Products* (3) 3: 209-2016.

Ozcan B., Esen M., Sangun M. K., Coleri A., & Caliskan M. 2010. Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of *Laurus nobilis* seed oil. *Journal of Environmental Biology* 31(5): 637-641.

P

Papachristos D. P., & Stamopoulos D. C. 2002. Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of stored products research* 38(2) : 117-128.

Pariente L. 2001. Dans *Dictionnaire des sciences pharmaceutique et biologique* 2^{ème} édition (p. 1643). Paris : Académie Nationale de Pharmacie.

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

Peris I., & Blázquez M. A. 2015. Comparative GC-MS Analysis of Bay Leaf (*Laurus nobilis* L.) Essential Oils in Commercial Samples. *International Journal of Food Properties* 18 : 757–762.

Perrot É. 1891. *Contribution a l'étude histologique des Lauracées*. Imprimerie Lucien Declume, p11.

Pierre Q., Sébastien S. 1962. La classification botanique de *Laurus nobilis* L. Dans S. S. Pierre Quézel, *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (p. 565). Paris : Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique.

R

Rhoades J., Gialagkolidou K., Gogou M., Mavridou O., Blatsiotis N., Ritzoulis C., & Likotrafiti E. 2013. Oregano essential oil as an antimicrobial additive to detergent for hand washing and food contact surface cleaning. *Journal of applied microbiology* 115(4): 987-994.

Rincón E., Balu A. M., Luque R., & Serrano L. 2019. Mechanochemical extraction of antioxidant phenolic compounds from Mediterranean and medicinal *Laurus nobilis*: A comparative study with other traditional and green novel techniques. *Industrial Crops and Products* 141:111805.

Rozman V., Kalinovic I., & Korunic Z. 2007. Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-product insects. *Journal of stored products research* 43(4): 349-355.

Ryma L. A. B. I. O. D. 2016. Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta* : activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide (Doctoral dissertation, Université BADJI Mokhtar Annaba), p 115.

S

Salhi N., Goumni Z., Salhi A., Mehani M. et Terzi V. 2015. Evaluation de l'activité antifongique in vitro des huiles essentielles de *Laurus Nobilis L.* sur la croissance mycélienne de *Fusarium Sporotrichoide*. *Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes* Vol, 8(2) : 34-44.

Sánchez E., Morales C. R., Castillo S., Leos-Rivas C., García-Becerra L., & Martínez D. M. O. 2016. Antibacterial and Antibiofilm Activity of Methanolic Plant Extracts against Nosocomial Microorganisms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 8.

Sayyah M., Valizadeh J., & Kamalinejad M. 2002. Anticonvulsant activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* against pentylenetetrazole- and maximal electroshock-induced seizures. *Phytomedicine* 9(3) : 212-216.

Selles C. 2012. Valorisation d'une plante médicinale à activité antidiabétique de la région de Tlemcen : *Anacyclus pyrethrum L.* Application de l'extrait aqueux à l'inhibition de corrosion d'un acier doux dans H₂SO₄ 0.5 M (Doctoral dissertation).

Silva M. C., Matos A. F., Santos H. L. C. D., Gomes J. V., Pastura D. G. N., Pereira G. L., ... & Lima V. M. D. 2020. *Laurus nobilis L.*: assessment of the cytotoxic and genotoxic potential of aqueous extracts by micronucleus and *Allium cepa* assays. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*: 56

Simić A., Soković M. D., Ristić M., Grujić-Jovanović S., Vukojević J., & Marin P. D. 2004. The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* 18(9): 713-717.

Snuossi M., Trabelsi N., Ben Taleb S., Dehmeni A., Flamini G., & De Feo V. 2016. *Laurus nobilis*, *Zingiber officinale* and *Anethum graveolens* essential oils: composition, antioxidant and antibacterial activities against bacteria isolated from fish and shellfish. *Molecules* 21(10): 1414.

Song X., Xia Y. X., He Z. D., & Zhang H. J. 2018. A Review of Natural Products with Anti-biofilm Activity. *Current Organic Chemistry* 22 (8): 789-817.

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

T

Taarabt. K. O., Koussa T., & Alfeddy M. N. 2017. Caractéristiques physicochimiques et activité antimicrobienne de l'huile essentielle du *Laurus nobilis* L. au Maroc. *Afrique science* 13(1): 349 - 359.

Talibi I., Boubaker H., Boudyach E. H., & Ait Ben Aoumar A. 2014. Alternative methods for the control of postharvest citrus diseases. *Journal of Applied Microbiology* (117): 1-17.

Y

Yakhlef G., Laroui S., Hambaba L., Aberkane M. C., & Ayachi A. 2011. Évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et de *Laurus nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle. *Phytothérapie* 9(4) : 209-218.

Yakoubi R., Megateli S., Sadok T. H., Bensouici C., & Bağci E. 2021. A synergistic interaction of Algerian essential oils of *Laurus nobilis* L., *Lavandula stoechas* L. and *Mentha pulegium* L. on

anticholinesterase and antioxidant activities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 31 : 101891.

Résumé

ملخص:

يعتبر نبات "*Laurus nobilis* الرند" من أهم النباتات العطرية والطبية في العالم بسبب مكوناته الكيميائية المختلفة. الهدف من عملنا هو دراسة التأثيرات البيولوجية (التأثير المضاد للأكسدة، التأثير المضاد للبكتيريا، التأثير السام للخلايا، التأثير المضاد للفطريات....) للزيوت الأساسية للرند بتحليل مقالات درسته في مناطق مختلفة داخل وخارج الجزائر. تمت دراسة تركيبته الكيميائية بواسطة **GC / MS**، وقمنا أيضًا بتقييم التأثير المضاد للأكسدة للنبات باستخدام **DPPH** و **ABTS** وتبييض الكاروتين. أظهرت نتائج التحليل الكروماتوغرافي وجود العديد من المركبات النشطة بيولوجيًا من الزيت العطري من *Laurus Nobilis*، والتي يغلب عليها: 1,8-cinéole، كما أظهر التبييض باستخدام **DPPH** و **ABTS** والكاروتين نشاطًا ملحوظًا. كشفت هذه الدراسات أن نبات *Laurus nobilis* يحتوي على مكونات نشطة. يلعب دورًا مهمًا في اكتشاف عقاقير جديدة لعلاج مجموعة واسعة من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض في المستقبل القريب.

الكلمات المفتاحية: *Laurus nobilis*، التأثيرات البيولوجية، **GC / MS**، **DPPH**، **ABTS**، تبييض الكاروتين، 1,8-cinéole.

Résumé :

La plante *Laurus nobilis* "**El-Rand**" est considérée comme l'une des plantes aromatiques et médicinales les plus importantes au monde en raison de ses différents composants chimiques. L'objectif de notre travail est pour étudier les effets biologiques (effet antioxydant, effet antibactérien, effet cytotoxique, effet antifongique...) des huiles essentielles de *Laurus nobilis* par analyse des articles qu'elle a étudiés dans différentes régions à l'intérieur et à l'extérieur de l'Algérie. Sa structure chimique a été étudiée par **GC/MS**, Nous avons également évalué l'effet antioxydant de la plante en utilisant **DPPH**, **ABTS** et Blanchissement du -carotène. Les résultats de l'analyse chromatographique ont montré la présence de plusieurs composés bioactifs de l'huile essentielle de *Laurus nobilis*, qui est dominée par : 1,8-cinéole. Le blanchiment au **DPPH**, à l'**ABTS** et au carotène a également montré une activité remarquable. Ces études ont révélé que la plante *Laurus nobilis* contient des principes actifs. Il joue un rôle important dans la découverte de nouveaux médicaments pour traiter un large éventail de micro-organismes pathogènes dans un avenir proche.

Les mots clés : *Laurus nobilis*, les effets biologiques, **GC/MS**, **DPPH**, **ABTS**, Blanchissement du -carotène, 1,8-cinéole.

Abstract :

The plant *Laurus nobilis* "**El-Rand**" is considered as one of the most important aromatic and medicinal plants in the world because of its different chemical components. The objective of our work is to study the biological effects (antioxidant effect, antibacterial effect, cytotoxic effect, antifungal effect...) of essential oils of *Laurus nobilis* by analyzing the articles in which they studied in different regions inside and outside Algeria. Its chemical structure was studied by **GC/MS**, we also evaluated the antioxidant effect of the plant using **DPPH**, **ABTS** and -carotene bleaching. The results of chromatographic analysis showed the presence of several bioactive compounds of *Laurus nobilis* essential oil, which is dominated by: 1,8-cineole. Bleaching with **DPPH**, **ABTS** and carotene also showed remarkable activity. These studies revealed that the *Laurus nobilis* plant contains active principles. It plays an important role in the discovery of new drugs to treat a wide range of pathogenic microorganisms in the near future.

Key words: *Laurus nobilis*, biological effects, **GC/MS**, **DPPH**, **ABTS**, -carotene bleaching, 1,8-cineole.