

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
Département des sciences Agronomiques

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : protection des végétaux

Thème:

**DETERMINATION DU POUVOIR ANTIFONGIQUE DE COMPOSES PHENOLIQUES SUR
QUELQUES AGENTS PHYTOPATHOGENES DE LA CEREALICULTURE**

Présenté par : BENALI ALI

Devant le jury composé de :

Président : Mme. ZIDANE Nadia (M.C.B/ UDL/SBA)

Examineur : Mr KARA Mohamed (M.C.A/ UDL/SBA)

Encadreur : Mme BELABBES Meriem (M.C.B/ UDL/SBA)

Co-Encadreur Mme BELAHCENE Nadia (M.R/ INRA/SBA)

Juin 2021



Dédicaces

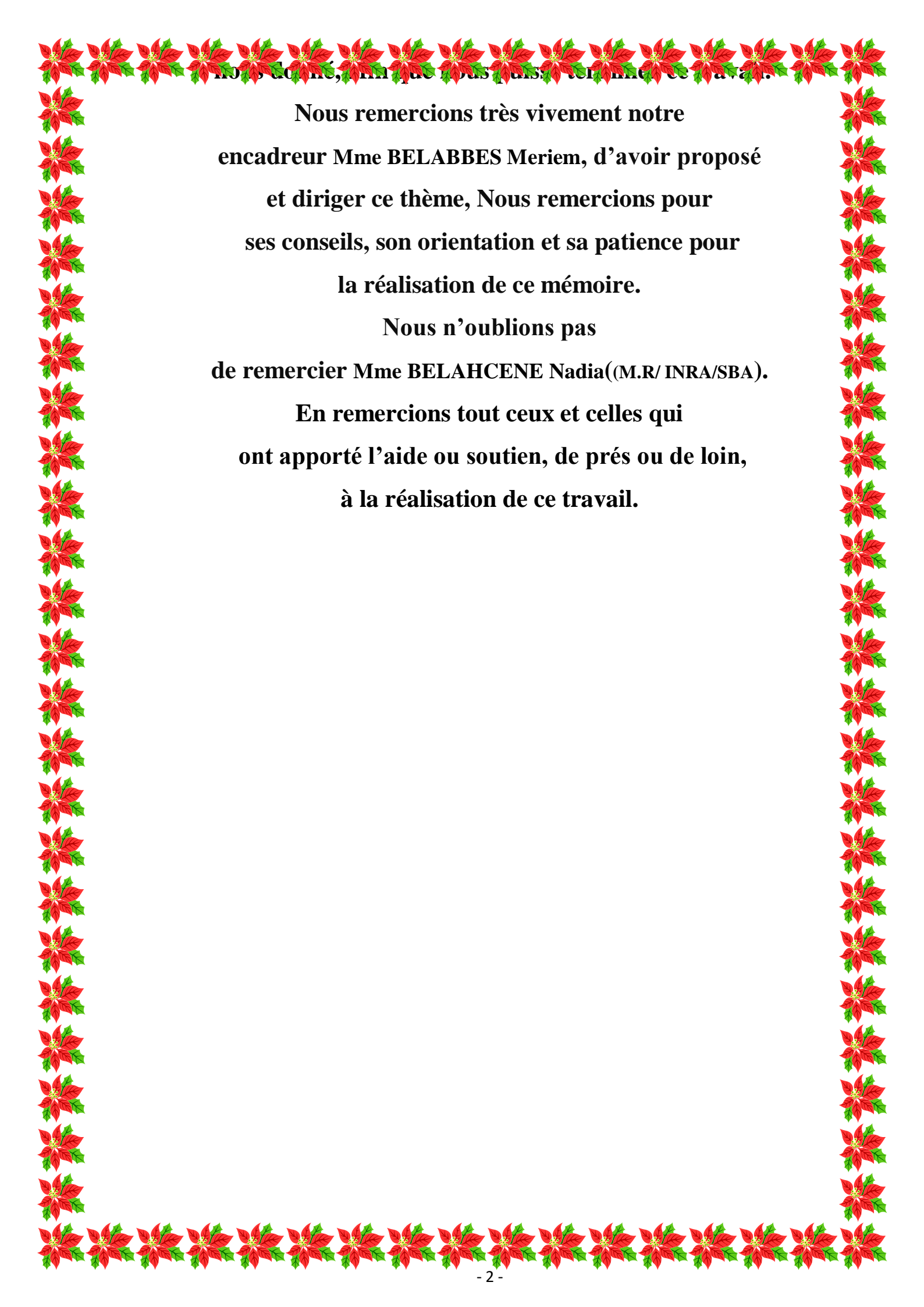
Ce travail est dédié à :

- mes très chers parents, qui m'ont toujours encouragé et soutenu tout au long de ces années d'études jusqu'à la faculté, pour tout l'amour qu'ils m'ont donné et qu'ils me donnent encore ;**
- ma fille TASNIM DJANA et ma femme. A., qui me redonne toujours confiance en moi ;**
- mes frères et sœurs, qui m'ont toujours supporté ;**
- mes très chers amis et mes collègues du laboratoire qui m'ont soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire, en leur espérant une bonne continuation dans leurs travaux.**

ALI

Remerciement

Nous remercions tout d'abord et du plus profond de notre cœur, Dieu « Le Tout Puissant » pour tout ce qui



**Nous remercions très vivement notre
encadreur Mme BELABBES Meriem, d'avoir proposé
et diriger ce thème, Nous remercions pour
ses conseils, son orientation et sa patience pour
la réalisation de ce mémoire.**

**Nous n'oublions pas
de remercier Mme BELAHCENE Nadia((M.R/ INRA/SBA).**

**En remercions tout ceux et celles qui
ont apporté l'aide ou soutien, de près ou de loin,
à la réalisation de ce travail.**

ملخص

تتعلق الدراسة الحالية بالتأثير المضاد للفطريات الفطرية المختبر لمستخلصات نباتات تينطبيتين (الزيتون والرند) على الفطريات *Fusarium sp*، *Drechslera*، من مختلف المحاصيل الحبوب) تراوح تحصيله استخلاص البولي فينول من الأوراق بالانقع بالميثانول، أسيتان الإيثيل والماء من 2.32 ± 0.17 % للأوريجانو الشائع إلى 45.02 ± 3.38 % لأوراق الزيتون. تكشف الكمية الكلية لمركبات البولي فينول والفلافونويد، بطريقة Folin Ciocalteu وطريقة كلوريد الألومنيوم معنثر، النباتات المدروسة. يكشف معدل تثبيط النمو الفطري للفطريات المختبر عن نشاط مضاد للفطريات ملحوظ للمستخلصات النباتية التي تمت دراستها ضد *Drechslera* و *fusarium*.
الكلمات المفتاحية: البولي فينول، النشاط المضاد للفطريات، الفطريات الممرضة للنبات.

Summary

The present study concerns the antifungal effect in vitro of extracts of two medicinal plants (olive, and bay laurel) on the two fungi: *Fusarium sp*, *Drechslera*, from different cereals, The yields of the extraction of polyphenols from the leaves by maceration with methanol, ethyl acetate and water varied from 2.32% \pm 0.17 for common oregano to 45.02% \pm 3.38 for olive leaves.

The quantifications of total polyphenols and flavonoids, by the Folin Ciocalteu method and the aluminum chloride method, reveal a richness of the plants studied.. The rate of inhibition of mycelial growth of the fungi tested reveals remarkable antifungal activity of extracts from plants studied against *Drechslera*, *fusarium* *Alternaria*.

Key words: polyphenols, Antifungal activity, phytopathogenic fungi.

Résumé

La présente étude concerne l'effet antifongique *in vitro* des extraits de deux plantes médicinales (olivier et le laurier noble) vis à vis du deux champignons : *Fusarium sp* et *Drechslera* issues de différentes cultures céréalière . Les rendements de l'extraction des polyphénols des feuilles par macération avec dans du méthanol, éthyle acétate et eau variés de 2.32 % \pm 0.17 pour l'origan commun à 45.02 % \pm 3.38 pour les feuilles d'olivier.

Les quantifications des Polyphénols et flavonoïdes totaux, par la méthode de Folin Ciocalteu et la méthode de chlorure d'aluminium, révèlent une richesse des plantes étudiées.

Le taux d'inhibition de la croissance mycélienne des champignons testés révèle une activité antifongique remarquable des extraits de plantes étudiées contre *Drechslera* et *fusarium*.

Les mots clés : polyphénols, Activité antifongique, champignons phytopathogènes.

Liste des figures

Figure1 : les pays producteurs (www.afidol.org)

Figure 2 : Photo des olives et feuilles d'olivier

Figure 3 : les échantillons de poudre de feuilles d'olivier

Figure 4: Fleurs de *Laurus nobilis* (tela-botanica.org)

Figure 5: La structure générale des flavonoïdes

Figure 6 : inhibition de la croissance mycélienne des deux champignons étudiés par l'extrait phénolique de l'olivier. (a) *Fusarium sp*; (b) *Drechslera sp*

Figure 7: Inhibition de la croissance mycélienne des différents champignons étudiés par l'extrait phénolique de laurier noble. (a) *Fusarium sp*; (b) *Drechslera*

Liste d'abréviations

RE : Rendement d'extrait

PDA : Potato Dextrose Agar

TI : Taux d'Inhibition

% : pourcentage

g : Gramme

mg : Milligramme

ml : millilitre

kg : kilogramme

m : mètre

T : Témoin

MV : Matériel végétale

Listes de tableaux

Tableau1 Structure des squelettes des polyphénols

Tableau 2 : Rendements d'extraction des polyphénols des feuilles des deux plantes étudiées

Tableau 3: Inhibition de la croissance mycélienne des champignons pathogènes par les différents extraits phénoliques à la fin des cultures.

TABLE DE MATIERE

Dédicaces.....	1
Remerciement.....	2
Résumé.....	3
Liste des figures.....	4
Liste des abréviations.....	4
Liste des tableaux.....	4
Partie 1 : bibliographiques.....	6
Introduction générale.....	7
Chapitre I : Présentation des plantes.....	7
I-Olivier	7
I.1-Généralité.	7
I.2- Classification botanique	8
I.3- Cycle végétatif de l'olivier	8
I.4- Les propriétés des feuilles d'olivier.....	10
I.5- utilisation des feuilles	10
II-Laurier.....	11
II.1-Généralité.....	11
II.2- Classification botanique.....	11
II.3- Cycle végétatif de Laurier.....	11
II.4- Les propriétés des feuilles Laurier	12
II.5- utilisation des feuilles	12
Chapitre II :LES COMPOSÉS PHÉNOLIQUES.....	13
II.1. Caractéristiques physicochimiques des composés phénoliques.....	13
II.2. Structure et classification des composés phénoliques.....	14
II.2.1. Formes les plus simples.....	14
II.2.1.1. Les acides phénoliques.....	14
II.2.1.2. Les flavonoïdes.....	16
II.2.2. Formes condensées	16
II.2.2.1. Les Tanins	16
II.2.2.2. Les lignines	17
II.3 : Intérêt biologique des composés phénoliques.....	17

Chapitre III : les maladies fongiques de la céréale.....	19
III.1 Introduction.....	19
III.2. Maladies fongiques du blé transmis par les semences.....	19
III.2. Les champignons pathogènes du blé.....	19
III-2- Les fusarioses.....	20
III.3.2. Drechslera.....	20
Partie 2:Partie Expérimentale.....	22
Chapitre IV :Matériel et méthodes	22
IV.1-Matériel végétal	22
IV.1.2. Espèces fongique	22
IV.1.3.Milieu de culture	22
IV.2.Méthodes	22
IV.2.1.Extraction des polyphénols.....	22
IV.2.2.Calcul du rendement	23
IV.2.3. Activité antifongique des extraits phénoliques.....	23
IV.2.3.1. Isolement et purification des champignons	23
IV.2.3.2. Méthodes d'évaluation de l'activité antifongique.....	24
IV.2.3.2.1. Taux d'inhibition de la croissance mycélienne.....	24
IV.3.Analyse statistique.....	24
Chapitre V : Résultats et discussions	25
V.1. Extraction des polyphénols.....	25
V.1.1Rendement de l'extraction.....	25
V.2.Détermination de l'activité antifongique.....	25
V.2.1. Activité antifongique de l'extrait phénolique de l'olivier.....	25
V.2.2. Activité antifongique de l'extrait phénolique du laurier noble.....	26
Conclusion générale.....	28
Références bibliographiques.....	29

Introduction

En Algérie les maladies cryptogamiques attaquant les céréales peuvent être différenciées selon leurs impacts et leurs pouvoirs virulents. A titre d'exemple la fusarioses et Helminthosporioses sont des maladies à craindre, très virulente est particulièrement fréquente chez les céréales. En l'an 2004 la maladie a affecté le rendement de manière destructive (**BOUSSAID, 2004**). Les risques de ces maladies varient selon leur menace d'une année à une autre et cela peut provenir de l'impact des facteurs de l'environnement.

La lutte chimique demeure la principale mesure pour réduire l'incidence des maladies occasionnées par ces moisissures. Toutefois, les nouvelles réglementations encouragent la réduction des apports de fongicides de synthèse en raison de l'apparition de nouvelles souches pathogènes résistantes (**SPOTTS et CERVANTES, 1986 ; AVENOT et al., 2008**), des risques potentiels pour la santé humaine ou par la pollution de l'environnement (**KRIEGER, 2001 ; UNNIKRISHNAN et NATH, 2002**). Les difficultés rencontrées dans l'utilisation de fongicides synthétiques ont encouragé la recherche d'autres moyens plus efficaces et moins polluants (**WILSON et al., 1993**). De nombreux travaux ont été menés pour démontrer le potentiel des composés phénoliques dans le contrôle de la pourriture des céréales. Le potentiel d'utilisation des composés phénoliques et de leurs constituants comme fongicides est renforcé par leur biodégradabilité et leur utilisation courante par l'homme sous forme de plantes aromatiques ou médicinales.

L'olivier et le laurier sont des plantes aromatiques ou médicinales largement utilisées dans de nombreuses régions du monde. Elles possèdent des effets analgésique, antibactérien et antifongique dus à ses composés phénoliques.

Certains effets biologiques des deux plantes aromatiques et médicinales précitées ont été déjà décrits; en revanche, l'utilisation de leurs composants dans le contrôle des champignons phytopathogènes n'a pas encore été largement étudiée. Le présent travail se propose alors d'étudier l'activité antifongique, de l'extrait du laurier et de l'olivier sur deux moisissures responsables de la pourriture des céréales.

La présente étude s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre traite d'une revue bibliographique sur les plantes (olivier et laurier). Le deuxième est consacré pour les composés phénoliques. Le troisième chapitre porte sur les maladies fongiques des céréales.

La méthodologie du travail est exposée dans le quatrième chapitre. Dans le cinquième chapitre sont exposés les résultats obtenus ainsi que leurs interprétations.

Enfin pour ce qui est de la finalité et des perspectives de cette étude, elles sont portées en conclusion générale.

Chapitre I : Présentation des plantes.

I-Olivier

I.1-Généralité.

L'olivier est un arbre polymorphe, de taille moyenne. Très rameux, au tronc noueux, au bois dur et dense, à l'écorce brune crevassée, il peut atteindre quinze à vingt mètres de hauteur, et vivre très longtemps. Il s'adapte aux conditions extrêmes de l'environnement, mais exige une intensité lumineuse importante et un sol aéré.

L'olivier, arbre typiquement méditerranéen, se caractérise par un fruit, l'olive, dont l'huile est un composant essentiel du régime méditerranéen. Riche en acides gras insaturés, en vitamine E et en polyphénols (notamment en hydroxytyrosol), l'huile d'olive présente essentiellement des propriétés antioxydantes, antihypertensives, antiagrégantes plaquettaires responsables d'effets préventifs des maladies cardiovasculaires.

Dans le monde, la surface oléicole totale est d'environ 11 millions d'hectares, comptabilisant près de 1,5 milliard de pieds (PLUVINAGE, 2013).

Les estimations du COI pour la campagne 2014-2015 indiquent une production mondiale autour de 2,5 millions de tonnes. Près des trois quarts de la production (2,18 millions de tonnes) proviennent de l'Union Européenne, l'Espagne arrive en tête avec 62% de la production totale : 1,35 millions de tonnes. Même si la production mondiale est en baisse de 7 %, la consommation mondiale d'huile d'olive a atteint 2,8 millions de tonnes en 2014/2015 (COI, 2015)



Figure1 : les pays producteurs (www.afidol.org)

En Algérie, la superficie est passée de 165.000 hectares en 2000 à 400.000 hectares en 2012. Selon les statistiques agricoles du ministère de l'Agriculture et du Développement rural, la production d'olives de table augmente chaque année de 5 à 6% en moyenne. Sur une production totale de 3,9 millions de quintaux, la récolte d'olives de table représente 1,4 million de quintaux.

Concernant les exportations algériennes d'huile d'olive, elles sont, contrairement aux pays voisins, à un niveau modeste, ne dépassant pas les 2.500 tonnes par an. Elles sont essentiellement destinées à la France, au Canada, à la Belgique, en plus de quelques tentatives récentes vers la Chine. Cela au moment où la consommation locale devient de plus en plus importante (**DSA D'ALGER, 2015**).

I.2- Classification botanique

D'après (**DEMARLAY et SIBI, 1996**) la classification botanique d'olivier est comme suit :

Embranchement: Spermaphytes

Sous-Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Ligustrales

Famille : Oléacées

Genre : *Olea*

Espèce : *Olea europaea*L.



Figure 2 : Photo des olives et feuilles d'olivier

Le genre *Olea* regroupe 30 à 40 espèces suivant les auteurs. Ces espèces sont réparties sur les 6 continents.

I.3- Cycle végétatif de l'olivier

L'Olivier est un arbre vivace aux feuilles persistantes, dur, gris-vert et ayant une forme allongée (**Metzidakiset al., 1999**). *Olea europaea* est ordinairement un arbre de 3 à 5 mètres de hauteur, parfois un arbrisseau de 1.5 à 2 mètres de hauteur, plus rarement un arbre pouvant atteindre 10 à 15 mètres (**BONNIER, 1990**).

Selon **MENDIL (2012)**, le cycle végétatif de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation, caractérisée essentiellement par le climat méditerranéen.

Après la période de ralentissement des activités végétatives (repos hivernal) qui s'étend de novembre à février, le réveil printanier (mars-avril) se manifeste par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion des bourgeons axillaires, ces derniers, bien différenciés, donneront soit du bois (jeunes pousses), soit des fleurs ; Au fur et à mesure que la température printanière s'adoucit, que les jours s'allongent et l'inflorescence se

développe ; la floraison aura lieu en mai –juin. C'est en juillet août que l'endocarpe se sclérifie (durcissement du noyau). Les fruits grossissent pour atteindre leur taille normale fin septembre-octobre. Suivant les variétés, la maturation est plus ou moins rapide ; La récolte s'effectue de la fin septembre pour les variétés précoces récoltées en vert, jusqu'en février pour les variétés tardives à huile.

I.4- Les propriétés des feuilles d'olivier

La composition chimique des feuilles et brindilles varie en fonction de nombreux facteurs (variété, conditions climatiques, époque de prélèvement, proportion de bois, âge des plantations, etc..). Généralement, la matière sèche (MS) des feuilles vertes se situe autour de 50 à 58%, celle des feuilles sèches autour de 90%. La teneur en matières azotées totales (MAT) des feuilles varie de 9 à 13%, alors que les rameaux ne dépassent guère 5 à 6%. La solubilité de l'azote est faible, elle se situe entre 8 et 14%, selon la proportion de bois. La teneur en matières grasses (MG) est supérieure à celle des fourrages et oscille autour de 5 à 7%, mais celle des constituants pariétaux et en particulier de la lignine est constamment élevée (18 à 20%).

La feuille d'olivier est riche en triterpènes, flavonoïdes, sécoiridoïdes dont l'oleuropéside et en phénols. Elle exerce des activités antioxydantes, hypotensives, spasmolytiques, hypoglycémiantes, hypocholestérolémiantes et antiseptiques, outre les propriétés diurétiques pour lesquelles elle est utilisée sous forme de spécialité phytothérapeutique.

Les phénols présents dans les feuilles d'olivier sont essentiellement l'hydroxytyrosol, Tyrosol, Catechin, acide caféique, acide vanillique, vanilline, Rutine, Lutéolin-7-glucoside, Verbascoside, Apigenin-7-glucoside, Diosmetin-7-glucoside, Oleuropéine, et la Lutéoléine.

I.5- Utilisation des feuilles

L'olivier est cultivé depuis au moins 3 500 ans avant notre ère, pour ses fruits et pour l'huile qu'on en tire. Le nom scientifique de l'arbre, *Olea*, vient d'un mot qui signifiait « huile » chez les Grecs de l'Antiquité. À cette époque, les feuilles sont employées pour désinfecter les blessures cutanées. Les Anciens leur attribuaient des vertus antiseptiques et la propriété de combattre toutes sortes d'infections.

Au XIXe siècle, elles servaient pour combattre le paludisme (malaria). Ces usages sont tombés en désuétude pendant un certain temps en raison de l'omniprésence des



antibiotiques. Cependant, depuis quelques années, des suppléments de feuille d'olivier se trouvent sur le marché. Les fabricants de ces produits envasent les vertus pour le système immunitaire et contre les infections virales, bactériennes, fongiques et à levure.

II-Laurier noble (*Laurusnobilis*)

II.1-Généralité.

Le Laurier (*Laurusnobilis*L.) est un arbuste à feuillage persistant et coriace de la famille des Lauracées. Il est originaire du Bassin méditerranéen. Il est parfois appelé Laurier d'Apollon ou Lauriernoble.

Le laurier est un arbuste mesurant de 2 à 6 m et jusqu'à 15 m de haut, à tige droite et grise dans sa partie basse, verte en haut. Les feuilles de forme lancéolées, alternes, coriaces, à bord ondulé, sont vert foncé sur leur face supérieure et plus clair à la face inférieure. Elles dégagent une odeur aromatique quand on les froisse. Les fleurs, blanchâtres, groupées par 4 à 5 en petites ombelles, apparaissent en mars-avril. C'est une plante dioïque (fleurs mâles et femelles sur des pieds séparés). Le fruit est une petite baie ovoïde, noir violacé et nue.

II.2- Classification botanique

Règne Plantae

Sous-règne Tracheobionta

Division Magnoliophyta

Classe Magnoliopsida

Sous-classe Magnoliidae

Ordre Laurales

Famille Lauraceae

Genre *Laurus*

Nom binominal*Laurusnobilis*



Figure 4: Fleurs de *Laurus nobilis*
(tela-botanica.org)

II.3- Cycle végétatif du laurier

Les tiges des rameaux sont vertes et dirigées vers le haut. Au début de sa croissance, le tronc possède une écorce vert olive à noire qui deviendra grise au fil des années. La constitution d'une écorce véritable nécessite plusieurs années.

Le feuillage de *Laurusnobilis* est persistant avec une couleur vert foncé sur le dessus et plus claire en-dessous. La forme des feuilles est allongée voire lancéolée avec des extrémités pointues et un pétiole court. Le limbe possède un bord ondulé légèrement épaissi et

recourbé vers l'intérieur. Les feuilles mesurent environ 3 à 5 cm de large sur 10 cm de long. Velues au départ, elles prennent ensuite un aspect brillant et glabre.

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

Le laurier noble est une plante dioïque c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont sur des pieds distincts. La floraison a lieu de mars à mai.

L'inflorescence est composée de petites ombelles de quatre ou cinq fleurs axillaires. Elle est de couleur blanc-crème à blanc verdâtre (figure 3).

Contrairement aux autres *Lauraceae* qui sont des trimères, la fleur du genre *Laurus* est un dimère, ce que l'on peut plus aisément apprécier sur un diagramme floral. À l'état de bouton, les fleurs sont enfermées dans un involucre de bractées. Les pétales et sépales n'étant pas distincts, on parlera alors de tépales.

Les tépales sont disposés en deux verticilles, avec un étalé légèrement inférieur pour ceux situés en position interne.

Les fleurs sont qualifiées d'entomogames, étant le plus souvent polonisées par les abeilles ou les mouches attirées par le nectar des fleurs. Quant aux baies, leur dissémination est assurée après un transit intestinal chez les oiseaux et les mammifères. C'est ce que l'on appelle le mode de dispersion endozoochore.

II.4- Les propriétés des feuilles du laurier

Les feuilles du Laurier sauce contiennent une huile essentielle représentant 1 à 3 % du poids sec. Cette huile renferme 30 à 70 % de cinéol, ainsi que plusieurs composés terpéniques : linalol, géraniol, eugénol, pinène, terpinène, phélandrène. En plus de cette huile essentielle, les feuilles du Laurier sauce contiennent également des alcaloïdes aporphiniques, comme la cryptodorine ou l'actinodaphnine qui sont responsables d'une activité cytotoxique (in vitro), des lactones sesquiterpéniques, ainsi que 18 flavonoïdes dont certains dérivés du kaempférol. Les fleurs du Laurier sauce renferment également une huile essentielle contenant les composés suivants : b-carophyllène, viridiflorène, b-élémyène, germacradiénol, germacrène. De même, les racines contiennent une huile essentielle constituée de divers monoterpènes et sesquiterpènes, oxygénés ou non.

II.5- Utilisation des feuilles du laurier

Ses feuilles sont utilisées en cuisine pour leur arôme. Elles sont généralement séchées (condiment et rentrent dans la composition du bouquet garni) pour infusion ou cuit dans la sauce. En Saintonge, la feuille très utilisée en cuisine pour tous les courts-bouillons, matelotes ou ragoûts est employée fraîche, comme en Inde, où elle est saisie dans le ghee,

conférant un goût unique et un parfum extraordinaire. Les Bédouins l'utilisent pour parfumer le café.

Les fleurs de Laurier-sauce séchées peuvent aussi s'utiliser en infusion avec une cuillère de miel et les baies séchées ont les mêmes propriétés culinaires que les feuilles ; elles s'utilisent de la même manière que la noix de muscade (avec une râpe), à utiliser toutefois avec modération car la présence de lactones et d'alcaloïdes peut donner une certaine amertume, en effet le Laurier-sauce entre dans la composition de certains phyto-médicaments à visée amaigrissante. Ses bio-composants sont excellents pour la digestion s'ils sont pris pendant ou après le repas (exemple: en infusion) et à l'inverse une tisane de feuilles de Laurier-sauce avant manger peut couper l'appétit.

En Algérie, on frictionne les chevaux avec des feuilles fraîches afin d'éloigner les mouches, mais on utilise aussi la feuille broyée en poudre pour lutter contre les fortes migraines en la prisant. Les feuilles de laurier sauce contiennent du benzaldéhyde, de la pipéridine et du géraniol à un dosage de 50 ppm, ces molécules sont toutes trois connues pour leurs qualités répulsives sur les insectes.

Chapitre II: Les composés phénoliques

II.1. Généralité

Les polyphénols constituent une famille de molécules organiques largement présentées dans le règne végétal. Ils sont caractérisés, comme l'indique le nom, par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structures plus ou moins complexes généralement de haut poids moléculaire. Ces composés sont les produits du métabolisme secondaire des plantes. Le terme polyphénols a été introduit en 1980, en remplacement au terme ancien de tanin végétal (vegetable tannin), et a été défini par comme suit: « Composés phénoliques hydrosolubles, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton, et ayant, outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et autres protéines. »

II.2. Caractéristiques physicochimiques des composés phénoliques.

Les composés phénoliques (CP) appelés souvent les polyphénols (pp), sont des métabolites secondaires des végétaux. Ils constituent un des groupes le plus nombreux et largement distribué des substances dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connues (**BRAVO et al, 1994; GUIGNARD, 2002 ; MARTIN et ANDRIANTSITOHAINA, 2002 ; HENNEBELLE et al, 2004**).

Il existe en réalité une extrême diversité de répartition de ces composés selon les espèces et en fonction des différents organes et tissus d'une plante (**ROBARDS et al., 1999**). L'élément structurel fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle libre ou engagé (**BRAVO et al, 1994 ; LUGAZI et al, 2003 ; GARY et al, 2003 ; VISIOLI et HAGEN, 2007**). Selon BRUNETON (2001), une définition purement chimique semble être insuffisante, d'où la nécessité de faire intervenir un critère biosynthétique, pour mieux cerner les limites du groupe. Il propose « dérivé non azoté dont le ou les cycles aromatiques sont principalement issus du métabolisme de l'acide shikimique et ou /de celui d'un polyacétate (**BRAVO et al, 1994 ; MARTIN et ANDRIANTSITOHAINA, 2002 ; GARY et al, 2003**).

La voie du shikimate présente de nombreux points de branchements constitués de métabolites intermédiaires de la voie principale pouvant conduire à la production d'autres composés (**WILDERMUTH et al., 2001**). Les composés phénoliques (acide phénoliques, flavonoïdes simples et proanthocyanidines) forment les groupes des composés phytochimiques le plus important des plantes (**BETA et al., 2005**). Il est par ailleurs toujours difficile d'utiliser une nomenclature simple et homogène pour désigner les différents composés phénoliques (**SARNIMANCHADO et al., 2006**).

II.3. Structure et classification des composés phénoliques :

Compte tenu de la diversité et de la complexité et de la diversité des CP, **RIBUREAUGAYON(1968)** a adapté un mode de présentation des polyphénols selon leur répartition dans la nature en trois familles : famille des CP largement répandue (acides phénoliques, flavonoïdes et anthocyanes), famille peu répandue (Composés en C6, C6-C1, C6-C2, C6-C3, C6-C1-C6, C6-C2-C6, benzoquinones, naphthoquinones et antraquinones, biflavonyles, β -cyanine et bétaxanthine) et enfin, famille des CP présents dans la nature sous formes de polymères (lignines et tanins).

Selon **HARBORNE (1989)** et **MACHEIX et al (1990)**, les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes qui se différencient d'abord par la complexité de leur squelette de base allant de simple C6 à des formes très polymérisées), ensuite par leur degré de modification de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation), enfin par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines, autres métabolites secondaires pouvant être ou non des composés phénoliques).

II.3.1. Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont contenus dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales (**PSOTOVA et al., 2003**). Ces substances sont présentes sous formes solubles dans la vacuole (**SARNI-MANCHADO et al., 2006**). Comme exemple d'acide phénolique on cite : acide chlorogénique, acide caféique, acide protocatechique, acide vanillique, acide férulique ; acide cinnamique et acide gallique (**HALE, 2003**). Ils sont habituellement divisés en deux groupes principaux: acides benzoïques, contenant sept atomes de carbone (C6 –C1) et acides cinnamiques, comportant neuf atomes de carbone (C6 – C3) (figure 4). Ces composés existent principalement sous la forme hydroxylée, d'acides hydroxybenzoïques et d'acides hydroxycinnamiques, respectivement. Plusieurs types d'acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques (phénylpropanoïdes) ont été identifiés dans le régime humain (**FRESCO et al., 2006**).


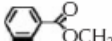
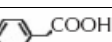
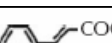
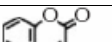
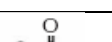
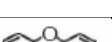

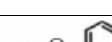
Les acides phénoliques sont considérés comme des substances phytochimiques avec des effets prébiotiques, antioxydants, chélateurs et anti inflammatoires. Leur toxicité étant faible, ils sont considérés non toxiques. Pharmacologiquement le mieux caractérisé est l'acide caféique (**PSOTOVA et al., 2003**), celui-ci ainsi que l'acide férulique empêchent la formation du cancer des poumons chez les souris, l'acide gallique inhibe la formation du cancer oesophagien chez les rats (**HALE, 2003**).

Parmi les acides hydroxycinnamiques, l'acide caféique a une répartition quasi universelle chez les végétaux. Il est souvent présent sous forme d'ester dont l'acide chlorogénique

(acide 5-caféoylquinique). Dérivées des acides hydroxycinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale, les hydroxycoumarines sont également très nombreuses chez les végétaux, soit sous forme libre (esculetine, escapolétine....), soit sous forme plus complexe (formes glycosylées, prénylées....). Ils ont fréquemment un rôle écologique ou biologique mais certains d'entre eux, les aflatoxines, peuvent être des contaminants très dangereux de denrées alimentaires (**MACHEIX et al., 2005**). Un autre groupe de composés phénoliques, les stilbènes, dérivent aussi des acides hydroxycinnamiques ont une structure C6-C2-C6, deux noyaux benzéniques reliés par un pont méthylène., Ils sont produits par les plantes en réponse à des attaques fongiques, bactériennes ou virales, ce qui a été démontré pour le trans-resvératrol (**MACHEIX et al., 2005; CHIRA et al., 2008**)

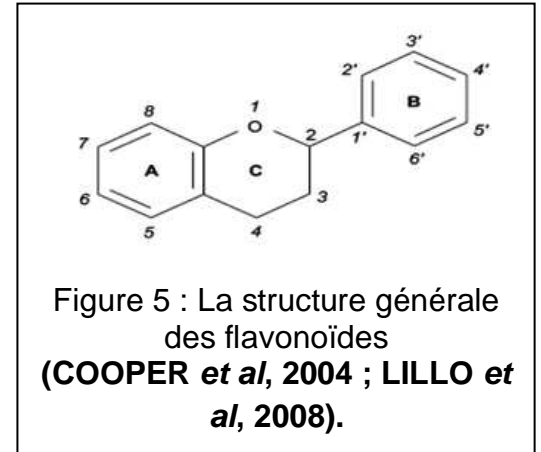
En raison de leur similitude structurale, plusieurs autres polyphénols sont considérés en tant qu'analogues acides. Par exemple, les dérivés de phényléthanol, avec huit atomes de carbones (C6-C2), qui comportent le 3,4-dihydroxyphényléthanol (hydroxytyrosol) et le 4-hydroxyphényléthanol (tyrosol) (figure 4), ils sont également considérés en tant que composants chimio-préventifs du régime alimentaire (**FRESCO et al., 2006**)

Tableau 1 : Structure des squelettes des polyphénols (Crozier et al., 2006).

Nombre de carbones	Squelette	Classification	Exemple	Structure de base
7	C6-C1	Acides phénols	Acide gallique	
8	C6-C2	acétophénones	Gallacetophénone	
8	C6-C2	Acide phénylacétique	Acide p-Hydroxyphényl-acétique	
9	C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Acide p-coumarique	
9	C6-C3	Coumarines	Esculetine	
10	C6-C4	Naphthoquinones	Juglone	
13	C6-C1-C6	Xanthones	Mangiférine	
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Resvératrol	
15	C6-C3-C6 s	Flavonoïdes	Naringénine	

II.3.2. Les flavonoïdes

De structure générale en C₁₅ (C₆-C₃-C₆) (figure 4), l'ensemble des flavonoïdes comprend à lui seul plusieurs milliers de molécules regroupées en plus de dix classes dans certaines ont une très grande importance biologique et technologique comme les anthocyanes, les flavonols et flavanes qui sont à l'origine des tanins condensés et les isoflavanes qui



jouent un rôle dans la santé humaine (DEPEINT *et al*, 2002 ; WENYING REN *et al*, 2003 ; SARNI-MANCHADO *et al*, 2006 ; HABAUZIT *et al*, 2008).

Les flavonoïdes et dérivés sont stockés sous forme libre ou conjuguée mais leur localisation cellulaire est encore incertaine, bien que certains résultats favorisent le stockage dans la vacuole et/ou dans le réticulum endoplasmique (DAKORA et PHILLIPS, 1996 ; COOPER *et al*, 2004 ; LILLO *et al*, 2008).

Les trois anneaux phénoliques (pyrane) désigné sous le nom de A, B et C et les systèmes de numération sont employés pour permettre une identification plus facile de la position des substitutions dans les anneaux (COOPER *et al*, 2004)

Les anthocyanidines sont des dérivés du flavylum ou 2-phényl-benzopyrylium, ils portent des fonctions phénols libres, éther ou glycosides (HADI, 2004).

II.3.3. Formes condensées

II.3.3.1. Les tanins

Les tanins sont des polyphénols polaires d'origine végétale (BERTHODE *et al.*, 1999). Ils existent dans presque chaque partie de la plante : écorce, bois, feuille, fruit et racines, leurs poids moléculaires s'étendent de 500 à 3000 (MANGAN, 1988 ; COWAN, 1999). Sur le plan structural, les tanins sont divisés en deux groupes : les tanins condensés (taninscatéchiqes = proanthocyanidols) qui sont des polymères d'unités de flavan-3-ols [(+)-catéchine ou (-) épicatechine]; et les tanins hydrolysables. Ces derniers sont des esters d'un sucre (généralement le glucose) ou d'un polyol et d'un acide phénol, pouvant être l'acide gallique dans le cas des tanins galliques, ou l'acide hexahydroxydiphénique (HHDP) (acide ellagique) et ses dérivés d'oxydation dans le cas des tanins ellagiques ou ellagitannins (DERBEL et GHEDIRA, 2005).

II.3.3.2. Les lignines

La lignine est un polymère très complexe que l'on retrouve dans toutes les plantes vasculaires (Ptéridophytes, Angiospermes et Gymnospermes). Elle assure rigidité aux parois cellulaires végétales et imperméabilité aux tissus conducteurs. Ce polymère tridimensionnel est synthétisé au niveau de la paroi. Il résulte de la polymérisation oxydative, par des liaisons diverses, de trois unités monomériques ou monolignols: Les alcools coumarylique, coniférylique et sinapylique dérivant respectivement des acides coumarique, férulique, sinapique (ZHAO YAPINGA *et al*, 2003 ; FRESCO *et al*, 2006 ; SARNI-MANCHADO *et al*, 2006).

II.4. Intérêt biologique des composés phénoliques

Les composés phénoliques tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques et les tannins ont montré des activités anti oxydantes, anti-inflammatoires, anti-carcinogènes, inhibitrices d'enzymes, et préventives des maladies cardiovasculaires. Ils ont montré *in vivo* comme *in vitro* un certain nombre d'activités. Les flavonoïdes montrent plusieurs effets biologiques tels que des effets anti-ulcéreux, anti-inflammatoire et anti-hépatotoxique. Ils sont également inhibiteurs d'enzymes telles que l'aldose réductase et la xanthine oxydase. Ce sont des antioxydants efficaces, ayant la capacité de piéger les radicaux libres. Beaucoup ont des actions antiallergiques et antivirales et certains fournissent une protection contre les maladies cardiovasculaires. *In vitro* chez les animaux de laboratoires, ils ont montré une inhibition de la croissance de diverses variétés de lignées de cellules cancéreuses.

En raison de leur abondance dans les plantes consommées par l'homme et de leurs bénéfices potentiels pour la santé humaine, les flavonoïdes sont l'objet d'une attention croissante. Que ce soit pour l'étude des relations structure-activité, le contrôle de la qualité alimentaire ou le suivi de l'absorption et de la métabolisation de ces composés phénoliques naturels. Il a également été montré, *in vitro*, que les acides hydroxycinnamiques et leurs conjugués ont des pouvoirs antioxydants importants. En effet, l'ingestion de ces molécules, à travers la consommation de café par exemple ou de fruits, semble constituer un moyen de lutte important contre les méfaits des radicaux libres sur la santé (LILLO *et al*, 2008).

Chapitre III : Les maladies fongiques de la céréale

III.1 Introduction

Les céréales constituent une principale source de la nutrition humaine et animale. Elles occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. En Algérie, les céréales représentent 50 % des dépenses des ménages puisqu'elles constituent la principale source calorique pour les différentes couches de la population quelque soit leur niveau social ou le milieu dans lequel elles vivent. De ce fait, elles constituent 60 % de l'apport calorique et 71 % de l'apport protéique (**BENSALEM, 1997**).

Les régions céréalières en Algérie sont des régions semi-aride caractérisées par des contraintes climatiques comme le gel, le sirocco et principalement par des précipitations irrégulières surtout par leur déficit qui coïncide avec la période où la demande de la céréale est élevée (**BENCHOHRA et KHELLOUFI, 2002**).

III.2. Les champignons pathogènes du blé

Les champignons parasites sont responsables de mycoses dénommées de façon trop générale «maladies cryptogamiques ». Une maladie cryptogamique, ou fongique, est une maladie causée par un champignon parasite. Elle doit son nom à l'ancienne classification des champignons dans les plantes cryptogames. Les maladies cryptogamiques représentent 90% des maladies affectant les végétaux. Les différentes maladies fongiques affectent toutes les parties de la plante ; racines, tiges, feuilles et épis.

III.3. Maladies fongiques du blé transmis par les semences

Les fusarioses sont des maladies qui peuvent attaquer les céréales du semis à la récolte. Elles s'attaquent à tous les organes (racines, épis, grains), rarement aux feuilles. Les trois sources de l'inoculum sont la semence, les résidus et le sol. Une semence de céréale peut héberger et transmettre ensuite de nombreux agents pathogènes. Certains, responsables de fontes de semis, peuvent occasionner soit une destruction du grain ou des déformations au niveau de la coléoptile et des racines soit des nécroses plus ou moins importantes sur les coléoptiles, entraînant un affaiblissement des plantes et constituant, si les conditions climatiques ultérieures sont favorables, une source d'inoculum pour des infections sur les feuilles et les épis.

Après la levée, d'autres champignons sont transmis également par les semences apparaissent et peuvent entraîner des dégâts importants au niveau des feuilles comme au niveau des épis Parmi les maladies importantes du blé transmises par les semences citons

les caries (*Tilletiaspp.*), le charbon nu du blé (*Ustilago tritici*) la septoriose (*Septorianodorum*) et les fusarioses (*Fusariumsp.*) (**BESRI,1989**).

III.3.1.Fusarium

Le genre *Fusarium* appartient à l'embranchement d'ascomycètes, ordre hypocereales.les espèces du genre *Fusarium* produisent trois types de spores : macroconidies, microconidies et chlamydospores .les macroconidies cloisonnées peuvent être produites sur les monophialides et polyphialides ou dans le mycélium aérien, mais aussi sur monophialides courtes dans des structures spécialisées appelées sporodochie (**MORETTI, 2009**).

Les espèces de *Fusarium* sont parmi les champignons telluriques les plus agressifs responsables des flétrissement et des pourritures racinaires chez de nombreuses espèces végétales cultivées (**DESJARDINS, 2006**).Bon nombre d'entre eux produisent une large gamme de métabolites secondaires biologiquement actif (mycotoxines) avec la diversité chimique extraordinaire. L'activité biologique de mycotoxines de *Fusarium* peut être nuisible pour les plantes, et elle est associée au cancer et à d'autres maladies chez l'être humain et les animaux domestiques (**DESJARDINS et PROCTOR ,2007**).

Le champignon envahit le système vasculaire de la plante, à partir des racines où se produit l'infection. Il se propage dans les vaisseaux surtout par les conidies véhiculées par la sève .il pénètre dans la plante et migre dans les vaisseaux .Le dessèchement de la plante résulte donc du blocage de la circulation de sève, conséquence des différentes altérations du système vasculaire (**LEPOIVRE, 2003**).

III.3.2. Drechslera

Drechslera est un champignon microscopique qui se caractérise par un grand polymorphisme symptomatologique et par un cycle biologique complexe qui se caractérise par : Le mycélium est présent sous forme de « resting mycélium» sur les pailles et les semences, il est responsable de la contamination au niveau du coléoptile et de la première feuille. Le mycélium, au niveau de la semence, a une localisation superficielle, sous péricardique et interne dans l'albumen et l'embryon (**GILBERT, 1982**).

L'infection des différentes parties de la semence d'orge y compris l'embryon s'effectue au moment de la floraison (**BENDAHMANE, 1992**). Les conidies se trouvent sur les pailles, les repousses, les feuilles basales sèches de l'orge au cours de végétation, sur les semences et sur certaines graminées adventices et spontanées appartenant au genre *Hordeum*. Elles sont responsables des contaminations primaires à partir du stade premier feuille.

Les conidies sont brun clair et ne sont pas dorée foncée comme celles d'*Helminthosporium gramineum*. Elles sont droites, cylindriques, arrondies aux deux extrémités et présentent une légère constriction au niveau des cloisons. Elles peuvent avoir

jusqu'à 7 ou 8 cloisons transversales, mais en ont souvent 4 ou 5, et mesurent 60-125µm x11-20µm (fig.1).Des pycnides, produites par le champignon et pourvues de petites spores unicellulaires, apparaissent parfois directement sur les téguments des graines **(CHAMPION, 1997)**.

Les chlamydo-spores peuvent être issues du mycélium par fragmentation de celui-ci et formation de cellules dont la paroi épaisse est mélanisée.

Les organes sclérotioïdes sont des fructifications subsphériques de couleur noire entourées par de nombreuses soies rigides, ils donnent des périthèces s'ils sont fécondés par des spermaties. Si les organes sclérotioïdes ne captent pas le noyau mâle fécondant, ils évoluent en sclérotés **(GILBERT, 1982)**.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1. Matériels

IV.1.1. Matériel végétal

Deux plantes ont été sélectionnées pour cette étude: l'olivier (*Olea europaea*), le laurier noble (*Laurus nobilis*). Les feuilles de ces plantes ont été récoltées au mois d'avril 2021 dans la région de Tlemcen. Elles sont soigneusement lavées et essorées ensuite broyées et conservées dans des sachets hermétiques à 4°C jusqu'à utilisation.

IV.1.2. Espèces fongiques

Deux espèces fongiques ont été isolées à partir de feuilles de blé prélevées dans une parcelle de multiplication se situant à l'institut technique des grandes cultures ITGC : *Fusarium sp.* et *Drechslera sp.*

IV.1.3. Milieu de culture

Le choix d'un milieu de culture est basé sur son adéquation pour un bon développement du pathogène. Étant donné qu'il s'agit des champignons hétérotrophes, un milieu de culture organique a été retenu. Il s'agit du milieu PDA dont la composition pour un volume de 1000 ml est ci-après :

- Pomme de terre 200g
- Agar-agar 15 g
- Glucose 20 g
- L'eau distillé 1000 ml

Le pH du milieu de culture est ajusté à 5,8.

IV.2. Méthodes

IV.2.1. Extraction des polyphénols

Extraction eau/méthanol/acétate d'éthyle : L'extraction a été réalisée selon la méthode **BELABBAS et al. (2020)**. Deux macérations successives de 30 min à température ambiante sous agitation et à l'obscurité, ont été effectuées avec un rapport échantillon/solvant (g/ml) égal à 3. Dans la première macération le solvant contient un mélange de méthanol et 0.05%(v/v) de HCL aqueux avec un rapport de 90/10 (v/v). L'extrait est ensuite filtré avec du papier Wattman N° Z146374-100EA. Dans la deuxième macération, le méthanol est remplacé par l'acétate d'éthyle.

Les deux extraits obtenus sont combinés pour être évaporés à sec avec un évaporateur rotatif à une température réduite de 45°C. Le protocole a été répéter 3 fois.

IV.2.2. Calcule du rendement

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

$$R (\%) = (M_1 / M_0) \times 100$$

R : rendement de l'extraction en %.

M₁ : masse en gramme de l'extrait phénolique obtenu.

M₀ : masse en gramme de la matière végétale initiale

IV.2.3. Activité antifongique des extraits phénoliques

IV.2.3.1. Isolement et purification des champignons

L'isolement et la purification ont été réalisés selon les méthodes de **PACIN *et al.* (2002)** et **GHIASIAN *et al.* (2004)**. Les feuilles de blé ont été lavées par un flux d'eau de robinet en surface et les parties contaminées ont été découpées en morceaux de 1cm. Ces derniers ont été désinfectés par un passage à l'eau de javel (2%) pendant 3min, suivis de trois rinçages à l'eau distillée stérile.

Les échantillons désinfectés ont été séchés avec un papier filtre stérile et ensemencés directement dans des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA avec 30mg/l d'antibiotique à raison de cinq segments par boîte dans des conditions aseptiques.

Des observations quotidiennes ont été effectuées afin de suivre l'apparition des souches. Chaque isolat (souche) développé a été repiqué, à l'aide d'une anse de platine stérile, au centre de boîte de Pétri contenant un milieu PDA, puis incubé à 30°C pendant 6 jours.

En cas de contamination par une autre souche fongique ou le développement de différentes souches au même temps, la purification a été effectuée par repiquage successives jusqu'à l'obtention des souches pures (**GUIRAUD, 2003**).

L'identification des champignons phytopathogènes isolés a été réalisée par des observations macroscopiques (aspect des colonies) et microscopiques (aspect du mycélium et des spores).

IV.2.3.2. Méthodes d'évaluation de l'activité antifongique

La méthode utilisée pour évaluer l'activité antifongique des extraits est la méthode de dilution dans un milieu gélosé qui est le PDA. Trois concentrations différentes des extraits phénoliques ont été testées (100mg/100ml ; 50mg/100ml ; 25mg/ 100ml). Un volume de 2 ml de tween est ajouté afin de faciliter la diffusion de l'extrait. Les milieux de cultures PDA

contenant les différentes concentrations des extraits phénoliques ont été coulés dans des boîtes de pétri stériles à raison de 12 ml/boîte. Dans chaque boîte ainsi préparée, un disque d'environ 6 mm de diamètre prélevé du bord de jeune colonie des différentes cultures de champignons isolés. Un témoin de chaque souche a été ensemencé sur milieu PDA sans extrait phénolique (**BAUTISTA-BANˆOS et al, 2002**). Quatre répétitions ont été réalisées pour chaque traitement.

IV.2.3.2.1. Taux d'inhibition de la croissance mycélienne

Le diamètre de la croissance mycélienne a été mesuré quotidiennement jusqu'à ce que la croissance du témoin couvre la surface totale de la boîte.

La toxicité fongique des extraits en termes de pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne a été calculée selon **DOUMBOUYA et al. (2012)** en utilisant la formule suivante:

$$TI (\%) = 100 * (dC - dE) / dC$$

TI: taux d'inhibition exprimé en pourcentage

dE: diamètre d'une colonie à une concentration donnée de l'extrait – ddi (mm)

dC: diamètre des colonies de control (témoin) – ddi (mm)

ddi: diamètre des disque initiale (8mm)

IV.3. Analyse statistique

Les résultats ont été traités statistiquement en utilisant le Logiciel SPSS version 26. Ils sont présentés sous forme de moyenne ± écart type. Un test ANOVA à un facteur a été réalisé pour comparer entre les moyennes.

Chapitre V : Résultats et discussion

V.1. Extraction des polyphénols

V.1.1 Rendement de l'extraction

Les rendements des différents extraits sont définis comme étant les rapports de la quantité de substances végétales extraites sur la quantité de matière végétale utilisée. Les résultats sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Rendements d'extraction des polyphénols des feuilles des deux plantes étudiées.

Extraits des plantes	Rendements (%)
Olivier	45,02 ± 3,38
Laurier noble	11,05 ± 0.32

P<0.01

Une différence hautement significative (ANOVA, P< 0.01) entre les deux extraits vis-à-vis du rendement a été révélée. Nous constatons que le rendement en polyphénols le plus élevé a été enregistré avec les feuilles d'olivier et estimé à 45,02 % suivi des rendements des feuilles de laurier noble avec 11,05.

Selon **ABIAZAR (2007)**, Il est difficile de comparer ces résultats, car le rendement n'est qu'une grandeur relative et semble être lié aux propriétés génétiques des plantes, à l'origine géographique, aux conditions et à la durée de stockage et la date de récolte, à la variété et surtout le degré de maturité.

V.2. Détermination de l'activité antifongique

L'effet antifongique des deux extraits phénoliques obtenu à partir des feuilles fraîches des plantes étudiées, a été mis en évidence en utilisant 2 champignons, *Fusarium sp.* et *Drechslera sp.*, qui sont des pathogènes de culture de grande importance économique qui est le blé.

L'évaluation de l'activité antifongique a été réalisée par la méthode de dilution afin d'évaluer le taux d'inhibition de la croissance mycélienne.

V.2.1. Activité antifongique de l'extrait phénolique de l'olivier

Les résultats de l'effet antifongique de l'extrait phénolique d'olivier exprimés en pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne des deux pathogènes utilisés, sont présentés dans la figure 5.

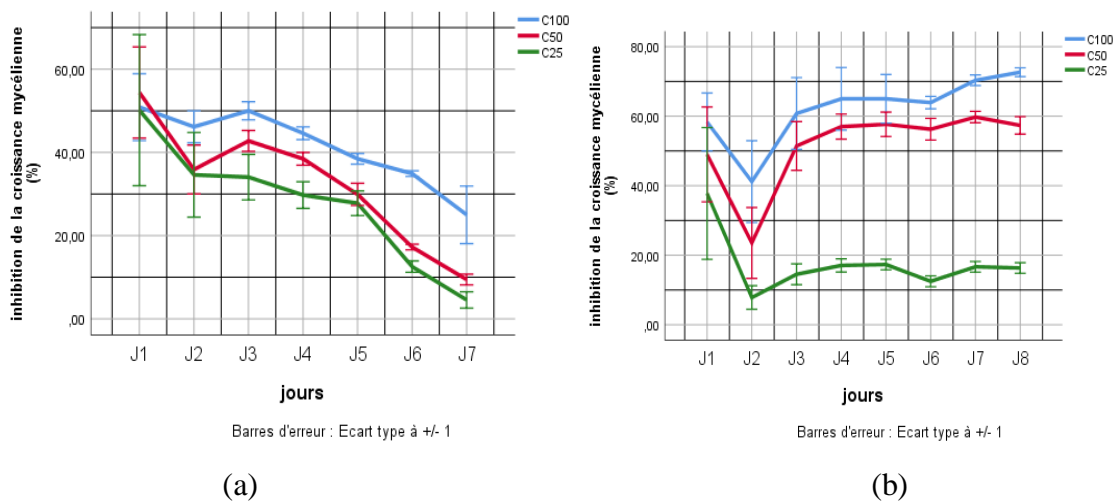


Figure 6 : inhibition de la croissance mycélienne des deux champignons étudiés par l'extrait phénolique de l'olivier. (a) *Fusarium sp.*; (b) *Drechslera sp.*

La différence entre les concentrations testées était significative (ANOVA, $P < 0.05$), et l'inhibition de la croissance mycélienne était élevée aux deux concentrations de 100 mg et 50 mg d'extrait d'olivier vis-à-vis du pathogène de blé *Drechslera*. ; Avec des valeurs de 72.65% et 57.35%, respectivement.

Pour le pathogène *Fusarium*, l'inhibition de la croissance mycélienne était de 25% à 100mg (tableau 3).

V.2.2. Activité antifongique de l'extrait phénolique du laurier noble :

Les résultats de l'effet antifongique de l'extrait phénolique du laurier noble exprimés en pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne des deux pathogènes utilisés, sont présentés dans la figure 6.

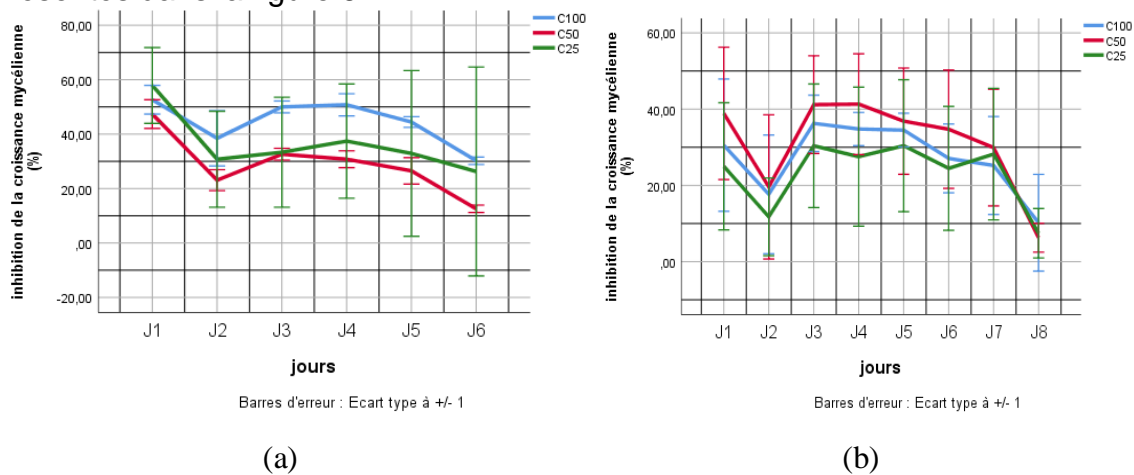


Figure 7: Inhibition de la croissance mycélienne des différents champignons étudiés par l'extrait phénolique de laurier noble. (a) *Fusarium* sp; (b) *Drechslera*.

L'effet des différentes concentrations testées de l'extrait phénolique du laurier noble n'a pas présenté de différence significative pour l'inhibition de la croissance mycélienne.

L'inhibition de la croissance du *Fusarium* était de 30.19% à la concentration de 100mg d'extrait après 6 jours de culture suivi du pourcentage d'inhibition de la croissance de l'espèce *Drechslera* à la même concentration qui est de 10.19% à 8 jours de culture (Tableau 3).

Tableau 3: Inhibition de la croissance mycélienne des champignons pathogènes par les différents extraits phénoliques à la fin des cultures.

Extrait phénolique	Concentration (mg/100ml)	Champignons phytopathogènes	
		<i>Drechslera</i>	<i>Fusarium</i>
Olivier	100	72.65±1.27	25±6.91
	50	57.35±2.51	9.43±1.28
	25	16.33±1.51	4.54±1.96
Laurier noble	100	10.19±12.68	30.19±1.35
	50	6.27±3.78	12.54±1.35
	25	7.45±6.47	26.27±38.38

Selon les résultats exprimés dans le tableau 3 nous constatons que l'activité antifongique des extraits d'olivier et de laurier noble sur les champignons pathogènes des cultures céréalières (*Fusarium* sp , *Drechslera*) révèle la richesse des plantes en composés phénoliques qui ont une activités comme les flavonoïdes et les acides hydroxycinnamique.

MOLEYAR et NARASIMHAM (1986) notent que la stimulation ou l'inhibition de la croissance mycélienne dépendent de la concentration en composés bioactives utilisés dans le milieu.

La sensibilité des espèces fongiques aux molécules dépend parfois à la composition de la paroi (**CHAMI, 2005**). En générale, la variabilité des résultats est probablement due à l'influence de plusieurs facteurs tels que la méthodologie, les microorganismes testés et les substances naturelles utilisées (**PATTNAIK et al., 1996**).

Les nouvelles recherches ont soulevé la possibilité d'employer de nouveaux composés naturels qui peuvent agir en tant que biofongicides (**FIELD et al., 2006; LEE, 2007; REGNAULTROGER, 2012; KASSI et al., 2014; XUE et al., 2014**). La lutte contre les champignons par l'application de fongicides naturels a pris une place très importante dans les stratégies alternatives aux fongicides de synthèse. Ces derniers sont à l'origine de beaucoup de maladies de plantes. Ils causent de grandes pertes de rendement dans les champs et affectent la qualité des aliments en conservation (**LAPLACE, 2006**).

Conclusion générale :

La lutte contre les champignons par l'application de fongicides naturels a pris une place très importante dans les stratégies alternatives aux fongicides de synthèse. Ces derniers sont à l'origine de beaucoup de maladies de plantes. Ils causent de grandes pertes de rendement dans les champs et affectent la qualité des aliments en conservation.

L'utilisation des pesticides conventionnels sont fréquent et provoquent des dégâts sur la santé humaine et sur l'environnement. C'est dans le but de la recherche d'une solution alternative et de proposer des produits de substitution moins toxiques et moins onéreux que nous avons effectué ce travail pour tester le potentiel de deux plantes (l'olivier et le laurier noble) à fournir des substances pouvant remplacer les fongicides conventionnels utilisés dans la lutte contre deux champignons phytopathogènes, à savoir, *Fusarium sp* et *Drechslera*,

A l'essor de cette étude, il serait intéressant de compléter les résultats obtenus en testant de nouvelles concentrations des extraits phénoliques et d'autres souches pathogènes et phytopathogènes.

Afin de comprendre les mécanismes d'action des composés phénoliques des extraits phénoliques des plantes contre champignons pathogènes, il serait nécessaire, tout d'abord, d'extraire et d'identifier les composés d'intérêt et des isolés avec un degré de pureté suffisant les constituants de chaque famille.

Ces études peuvent être compléter par des études *in vitro* sur les activités des constituants de chaque famille identifiés et isolés du métabolisme secondaire de ces plantes ;et cela pour la possibilité d'employer de nouveaux composés naturels qui peuvent agir en tant que biofongicides.

Références bibliographiques

- **AAlibert, G., Ranjeva, R., Boudet, M.A. (1977).** Organisation subcellulaire des voies desynthèse des composés phénoliques. *Physiol. Veg*, 15 : 279-301
- **it youssef M., 2006.** Plantes médicinales de la Kabylie. Edition Ibis Press, Paris, 349 p.
- **AbdelkaderMM. El-mougy N.S., EL-Gamal N.G., EL-Mohamdy R.S & Fatouh Y.O.(2012).**In vitro assay of some plant résistance inducers ,essential oils and plant extracts on antagonistic of fungal bio-agents .*Journal of applied sciences research* ,8 :1383 -1391 .
- **Aît Youssef, M. (2006).** Plantes médicinales de Kabylie. Ibis Press, Paris.
- **Baba Aissa F., 1991.** Les plantes médicinales d'Algérie: identification, description, principes actifs, propriétés et usage traditionnel des plantes communes en Algérie. Ed. Bouchène et Ad. Diwan, Alger. p: 121.
- **Bautista-Bañõs S, Barrera-Necha LL, Bravo-Luna I, Bermudes-Torres L. (2002).**Antifungalactivity of leaf and stem extractsfromvarious plant species on the incidence of *Colletotrichumgloesporoides* of papaya and mango fruit afterstorage. *Rev MexFitopatol*20:8–12.16.
- **Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines :moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet derecherche. Faculté des Sciences Rabat, Maroc.
- **Belabbas M., Mokhtar M., Bouamar S., et Riazi A., 2020.** Antioxidant and microbial activities, and HPLC-PDA-ESI-MS profile of phenolic extract of *Urtica dioica* L .
- **Beloued A.2003.**plantes médicinales d'Algerie .Alger :office des publication universitaires
- **Broydé H &Doré T.(2013).**Effet des pratiques agricoles sur la contamination des denrées par les mycotoxines issues de *Fusarium* et *Aspergillus* spp.cahier agriculture .22 :182-94.
- **Bouhadouda N(2016)-**Activités antioxydantes et antimicrobienne de deux plantes du sol local *Origanum vulgare* et *Menthapulegium* .thèse doctorat-universitéBadjiMokhtar_annaba.
- **Boyras N.&Ozcan M.(2006)** .Inhibition of phytopathogenicfungi by essential oil ,hydrosol,groundmaterial and extract of summer savory (*Saturejahortensis* L)growingwild in Turkey .*international journal of Food Microbiology*,107 :238-242.
- **Chung, K., Wong, T.Y., Wei, C., Huang, Y., Lin, Y. (1998).** Tannins and humanhealth. *Crit.Rev. Food Sci. Nutr*, 38: 421-464.
- **Desjardins A.E.(2006).***Fusarium* Mycotoxines .chemistry, Genetics and Biology.Ed.APS.
- **Edenharder, R., Grünhage, D. (2003).** Free radical scaven gingabilities of flavonoids as mechanism of protection agains tmutageni cityinduced by tert-but ylhydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium*TA102. *Mutat. Res*, 540: 1–18.

- **Hamdani fatima zohra ,2015** « Déterminisme moléculaire de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites à partir des feuilles d'agrumes » Doctorat en sciences ,universitéChlef 143p.
- **Hättenschwiler S. and Vitousek Peter M., 2000.** The role of polyphenols in terrestrial Ecosystem nutrient cycling. *Elsevier Science*, vol. 15, pp 238-244.
- **Hennebelle, T., Sahpaz, S., Bailleul, F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1: 3-6.
- **Ietswaart J.H., 1980.** A taxonomic revision of the genus *Origanum* (Labiatae). PhDThesis.
- **Jones J.D.G. &Dangl J.L., 2006.** The plant immune system. *Nature*. **444**: 323-329 Leiden Botanical Series, vol. 4. Leiden University Press, The Hague, Netherlands.
- **Kadik-Achoubi(2005).** Etude phytosociologique et phytoécologique des formation à pin d'Alep de l'étage bioclimatique semi-aride algérien .these de doctorat Es-Sciences de la nature U.S.T.H.B. ,Alger ,301p+ann.Institut Européen des substances végétales.
- **Loussert et Brousse,1978).**L'olivier ,Coll des Techniques agricoles et Productions méditerranéens.G.P.Maisonneuve et Larose,Paris,1978,447p.=XI.173cl.
- **Mahboubi Moussaoui 2014** plantes médicinales de méditerranée et d'orient .Edition sabilvilleiranche sur Saoun 69400,France p83 . P111.P112.
- **Mompon, B., Lemaire, B., Mengal, P., Surbled, M. (1998).** Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. Ed. INRA, Paris (les Colloques, N° 87).
- **Nijveldt, R. J., Nood, E., Hoorn, D. E., Boelens, P. G., Norren, K., Leeuwen, P. (2001).**Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am. J. Clin Nutr*, 74 : 418–425.
- **Prabhu A.V.,Khelfane .&Bekal S .(1992).**Compilation des maladies fongiques des plantes en Algérie .Ed office des publication Universitaire (OPU),Algérie .85p Press,St.Pau .260p Simon H(1994) .la protection des cultures .Ed Lavoisier Tec et Doc .france .351p .
- **Robards, K., 2003.** Strategies for the determination of bioactive phenols in plants, fruit and vegetables. *J. Chromatogr. A* 1000, 657–691
- **Tsimogiannins, D.I., Oreopoulou, V. (2006).** The contribution of flavonoid C-ring on DPPH free radical scavenging efficiency. A kineti capproach for the 3', 4'-hydroxy substituted .members. *Innovat Food SciEmerg Tech*, 7: 140-146.
- **Yoshida, H., Ishikawa, T., Hosoi, H., Suzukawa, M., Ayaori, M., Hisada, T., et al. (1999).** Inhibitory effect of tea flavonoids on the ability of cells to oxidize low density lipoprotein. *Biochem Pharmacol*, 58 : 1695–703.