

اهمجلروية اجلاز نرية الديمقراطية ايبعشلة

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



قرازو اديلعلل الطلي او شاحيد ايلط
لعماد الشلذلي ن ب ديدج
الطلفر

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

جامعة الشلذلي بن جردر
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

لعل لعلكمو الطلعة عيب او ايلحة
سقلل العلمو - ايبيلو لو ايلج



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Académique

« Toxicologie Fondamentale & Appliquée »

THÈME

La valorisation des deux plantes médicinales *laurus nobilis* et *Urtica dioica*: Effet répulsif et bio insecticide des feuilles à l'égard des adultes de *Rhizopertha dominica* (Coleoptera) prélevées de la région de Bouhadjar

Soutenu le : 23/06/2024

Présenté Par : Melle ABED GHERS SARA

Devant le jury composé de :

Dr. FELLAH Imen	MCA	Présidente	UCBET
Dr. BOUMEDRIS Zinedine	MCA	Examineur	UCBET
Dr. AMOURA Mounia	MCA	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2023 - 2024



Remerciement



Avant tout, mes remerciements à mon dieu **ALLAH** le tout puissant qui m'a aidé à faire ce travail et qui m'a donné le courage, la patience et la santé durant toutes ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce niveau.

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à mon encadreur Madame **Amoura Mounia**, qui a proposé le thème de ce mémoire, pour ses conseils et ses dirigés du début à la fin de ce travail.

Je tiens vivement à remercier **Dr. FELLAH IMEN**, de m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

De même je exprime mon reconnaissance au **Dr. BOUMEDRIS ZINEDINE**, pour l'honneur qu'il j'ai fait de bien vouloir accepter de faire partie du jury et d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier chaleureusement l'ensemble des mes enseignants qui sont à l'origine de tout mon savoir.

Finalement, J'adresse également mes remerciements envers mes amis et mes collègues et toutes les personnes qui m'apportent leur aide, leur soutien, et leurs encouragements.



Dédicace

Je dédie ce projet :

A mon cher père

A mon chère père RACHID ; aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A ma chère mère

A ma très chère mère, honorable, aimable SAMIHA ; tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence. La source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Ta prière et ta bénédiction m'ont été un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mes chers frères et ma sœur

A mes chers frères SAYFE EL DINNE et AHMED, et ma sœur HADJER ; en témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous remercie d'être l'épaule sur laquelle je peux toujours compter.

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A mes chers amis

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées. Vous êtes pour moi des sœurs et des frères sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Je vous aime beaucoup.

ABED GHERS SARA.



Résumé

Résumé

L'évaluation de l'effet répulsif des huiles essentielles des plantes aromatiques *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* à l'égard de l'insecte ravageur des denrées stockées *Rhyzopertha dominica* a été réalisée au sein du laboratoire, Après extraction par hydro-distillateur de type Clévenger. Le pourcentage de rendement d'extrait des huiles essentielles est varié selon l'espèce végétale, nous avons pu enregistrer un rendement de l'ordre de 1.50%, 1.88% pour *Laurus nobilis* et *Urtica dioica*, respectivement. Le test de répulsion des HE a procuré des niveaux de protection variables allant de 69,99% à 73,33%. l'effet insecticide du deux huile essentielle *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* vis-à-vis des jeunes adultes du ravageur *R. dominica* a montré une activité bioinsecticide intéressante. L'effet fumigant de l'HE de *Laurus nobilis* s'observe dès la plus faible concentration 66µL/Lair et après 24h avec 10 % de mortalité. Pour l'ortie une concentration de 83.33µL/L a été suffisante pour provoquer la mort de 10% des individus traités. Nos résultats confirment l'activité bio-insecticide de l'ensemble des HE testés, avec un pic de répulsion contre *Rhyzopertha dominica* qui a été observé avec *laurus nobilis* (73,33 %).

Mots clés : bio-insecticides, Huiles Essentielles, *Laurus nobilis*, *Urtica dioica*, *Rhyzopertha dominica*, Test de répulsion, Teste de toxicité.

Résumé

ABSTRACT

The evaluation of the repellent effect of the essential oils of the aromatic plants *Laurus nobilis* and *Urtica dioica* with regard to the insect pest of stored foodstuffs *Rhyzopertha dominica* was carried out in the laboratory, after extraction by a Clévenger type hydro-distiller . The percentage of extract yield of essential oils varies depending on the plant species; we were able to record a yield of around 1.50%, 1.88% for *Laurus nobilis* and *Urtica dioica*, respectively. The HE repellency test provided varying levels of protection ranging from 69.99% to 73.33%. the insecticidal effect of the two essential oils *Laurus nobilis* and *Urtica dioica* against young adults of the pest *R. dominica* showed an interesting bioinsecticide activity. The fumigant effect of *Laurus nobilis* EO is observed from the lowest concentration of 66µL/Lair and after 24 hours with 10% mortality. For nettle, a concentration of 83.33µL/L was sufficient to cause the death of 10% of treated individuals. Our results confirm the bio-insecticide activity of all the EOs tested, with a peak in repulsion against *Rhyzopertha dominica* which was observed with *laurus nobilis* (73.33%).

Keywords: bio-insecticides, Essential Oils, *Laurus nobilis*, *Urtica dioica*, *Rhyzopertha dominica*, Repulsion test, Toxicity test.

Résumé

خلمص

مذ إرجءا مبيقة اريثأتا الماطر ويزللت اتابنلا قيساسلات اثيرطع *Laurus nobilis* و *Urtica dioica* قفولاب قلعني اميف اوملا اثيرشحلا اذغلاقيذ المنزخمل *Rhyzopertha dominica* في اربنخمل، دعب اوي امصلاختسا هج قسطز اريطقتل اوزنم في ناملع Clévenger. قيسن فلتخت اناج اويزلت اثيرطع بسد اوزعا اتابنلا، ليجست نم انكمت ثيد اناج و دغ لبيياي 1.50% و 1.88% في تابنلا *Laurus nobilis* و *Urtica dioica* لء اولادق لي. م ابتر طار HE ابوتسمت نم قفلتخم ارتت قياملحوا نم 69.99% إلى 73.33%. طار اريثأتا ارشحلا ديبلتا ويزللت اثيرطع *Laurus nobilis* و *Urtica dioica* دض ان يغلبا المغصلر نم اذولا *R. dominica* اشنطاً ريثماً لالهامتم ديبلتتا اثيرشط الحيوية. ظحول اريثأتا الارخبل *Laurus nobilis EO* نم دأدق زيكرتي نهر ركيم 66 ونيرء / رتل و دعب 24 قيسنبة عاسد وايفت 10%. ابنلا قيسنلابت ارقصا اكن ركيم 83.33 زيكرتو ايفاكرتل/رتل في فبسنتلا وافة نم 10% ارفلأدا اشذ انجناتند دكوت لمعالجين. ط اديبلتا اثيرشط اع بمجل قيويح اديبلتا اثيرشط اي تل مذ ابتر، عم قورذ اذد رفانتل *Rhyzopertha dominica* اوي تل تظحول عم *laurus nobilis* (73.33)%.

املكلت المفتاحية: اديبلتا اثيرشط اقيويح، اويزلت اثيرطع، *Urtica dioica*، *laurus nobilis*، *Rhyzopertha dominica*، ابتر ارفانتل، ابتر السمية.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

Partie I. Synthèse Bibliographique

Introduction	4
Chapitre I. Insectes ravageurs des denrées stockées.....	6
1.1. Généralité sur les denrées stockées.....	6
1.1.1. Les céréales.....	6
1.1.2. Positions systématique.....	6
1.1.3. Principales variétés.....	7
1.1.4. Importance économique des céréales	7
1.1.4.1. Dans le monde.....	7
1.1.4.2. En Algérie.....	8
1.1.5. Les légumineuses.....	9
1.1.5.1. Positions systématique	9
1.1.5.2. Principales variétés	10
1.1.5.3. Importance économique des légumineuses	10
1.1.6. Conservation et stockage	11
1.1.6.1. Le stockage	11
1.1.6.2. La conservation	11
1.1.6.3. Les méthodes de conservation	11
1.1.6.4. Mode de stockage des grains en Algérie.....	13
1.2. Principaux ravageurs des denrées stockées.....	15
1.2.1. Les insectes.....	15
1.2.1.1. Les principaux Coléoptères prédateurs des grains	16
1.2.1.2. Les principaux Lépidoptères s'attaquant aux grains	17
1.2.1.3. Les dégâts des insectes	18
1.2.2. Les oiseaux	19
1.2.2.1. Les dégâts des oiseaux	19
1.2.3. Les rongeurs	20
1.2.3.1. Les dégâts des rongeurs	20
1.2.4. Les acariens	20
1.2.4.1. Les dégâts des acariens	20
1.2.5. Les Microorganismes des grains.....	21

1.2.5.1. Les dégâts des moisissures.....	21
1.3. Méthodes de lutte contre les insectes des céréales stockées	21
1.3.1. La lutte chimique	21
1.3.2. La lutte physique	22
1.3.3. La lutte biologique.....	22
1.3.4. Les insecticides d'origine botanique	23
1.3.4.1. Les différentes modes d'utilisation des plantes insecticides	23
Chapitre II. Les plantes médicinales et les huiles essentielles	25
2.1. Plantes médicinales	26
2.1.1. Définition	26
2.1.2. Historique	27
2.1.3. Types de plantes médicinales.....	28
2.1.3.1. Les plantes spontanées	28
2.1.3.2. Les plantes cultivées.....	28
2.1.4. La récolte des plantes médicinales.....	28
2.1.5. Les activités biologiques des plantes médicinales	29
2.1.5.1. Activité antioxydant	29
2.1.5.2. Activité antimicrobienne	29
2.1.6. Situation des plantes médicinales en Algérie.....	29
2.1.7. Parties des plantes médicinales utilisables en phytothérapie	30
2.1.8. Les principes actifs.....	30
2.1.8.1. Définition des principes actifs	30
2.1.8.2. Les principaux éléments actifs des plantes	30
2.1.9. Mucilages végétaux	31
2.1.9.1. Résines	31
2.1.9.2. Saponosides.....	31
2.1.9.3. Tanins	31
2.1.9.4. Vitamines, minéraux, fibres et autres	32
2.1.9.5. Les huiles essentielles.....	32
2.2. Généralité sur les huiles essentielles	32
2.2.1. Définition d'huile essentielle.....	33
2.2.2. Différence entre huiles essentielles et huile végétale.....	34
2.2.3. Conservation des huiles essentielles.....	34
2.2.4. Facteurs qui influent sur la durée de conservation d'une huile.....	34

2.2.5. Propriétés physiques des huiles essentielles	35
2.2.6. Organes sécréteurs des huiles essentielles.....	36
2.2.7. Composition chimique des HEs	36
2.2.8. Méthodes d'extraction des extraits végétaux.....	38
2.2.8.1. Les méthodes classiques d'extraction.....	39
2.2.9. La toxicité des huiles essentielles.....	42
2.2.10. Propriétés des huiles essentielles	43
2.2.10.1. Propriétés physicochimiques	43
2.2.10.2. Propriétés pharmacologiques	44
2.2.11. Domaines d'application des huiles essentielles	44
2.2.11.1. En pharmacie.....	44
2.2.11.2. En cosmétologie	45
2.2.11.3. En agroalimentaire	46
Chapitre III. Matériel & Méthodes.	48
INTRODUCTION	48
3.1. Matériel Biologique animal	48
3.1.1. Description et biologie de Petit capucin des grains <i>Rhyzopertha dominica</i>	48
3.1.2. Les stades du développement de <i>Rhyzopertha dominica</i> (Fab.).....	49
3.1.3. Cycle biologique	50
3.1.4. Dégâts causés par l'insecte	51
3.2 Le matériel biologique végétal	52
3.2.1. Présentation de l'espèce Ortie dioïque, <i>Urtica dioica</i> L.	52
3.2.2. Présentation de l'espèce <i>Laurus nobilis</i> L.	57
3.3. Matériel et méthodes.....	61
3.3.1. Matériel de laboratoire utilisé.....	61
3.3.2. Méthode de travail	62
Chapitre VI. Résultats & Discussion.....	69
4.1. Les propriétés organoleptiques des huiles essentielles de l'Ortie et de Laurier	69
4.2. Le rendement de l'extraction en huile essentielle	69
4.3. Effet répulsif des huiles essentielles extraites des feuilles de <i>Laurus nobilis</i> et <i>Urtica dioica</i>	71
4.4. Evaluation de l'activité insecticide du deux huiles essentielle <i>Laurus nobilis</i> et <i>Urtica dioica</i> par fumigation contre les adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i>	74
V. CONCLUSION	79
Références bibliographique	81

Liste des tableaux

Tableau 1:Principaux insectes ravageurs coléoptères des denrées stockées.	16
Tableau 2:Principaux insectes ravageurs lépidoptères des denrées stockées.	17
Tableau 3:Composants chimiques des différentes parties de <i>l'Ortie dioïque</i>	55
Tableau 4:Propriétés thérapeutiques d' <i>Urtica dioica</i> L.	55
Tableau 5:Composition chimique des feuilles de <i>laurier noble</i>	59
Tableau 6:Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et al.(1970).....	64
Tableau 7:Les propriétés organoleptiques des huiles essentielles de l'Ortie et de laurier.	69
Tableau 8:Résultat de rendement de l'HE du deux plantes <i>Laurus nobilis</i> et <i>urtica dioica</i>	69
Tableau 9:Nombre moyen d'adulte recensés dans le papier filtre à différentes concentrations de l'huile essentielle testée de <i>Laurus nobilis</i> et <i>Urtica dioica</i> et les pourcentages de répulsion de chaque concentration.	71
Tableau 10:Classement de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> et leur propriétés de répulsion.	72
Tableau 11:Classement de l'huile essentielle de <i>Urtica dioica</i> et leur propriété de répulsion.	72
Tableau 12:Evaluation de l'activité insecticide de l'HEs <i>Laurus nobilis</i> sur <i>Rhyzopertha dominica</i> après 24h,48h et 72h.....	75
Tableau 13:Evaluation de l'activité insecticide de l'HEs <i>Urtica Dioica</i> sur <i>Rhyzopertha dominica</i> après 24h,48h et 72h.....	77

Liste des figures

Figure 1: Production du blé dans le monde en 2017/2018.	7
Figure 2: Production mondiale de blé dur par pays 2016 et projection en 2017.....	8
Figure 3: Production du blé en Algérie au cours de la période 2005/20016.	9
Figure 4: Ventilation des céréales.	12
Figure 5: Le transilage des graines.	13
Figure 6: Séchage des graines des denrées stockés.....	13
Figure 7: Vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura) pour le stockage des céréales capacité 1.8m ³	14
Figure 8: Les différents types de piles.....	15
Figure 9: Dégâts causés par les insectes sur les grains de blé.	19
Figure 10: Adulte de <i>Xylocoris flavips</i>	23
Figure 11: Les plantes médicinales.	26
Figure 12: Glande sécrétrice dans la face inférieure de la feuille d' <i>Organum vulgare</i> (B): poils épidermiques sur le calice d'une fleur de l' <i>origan</i>	36
Figure 13: Le dispositif expérimental de la technique d'hydrodistillation.	39
Figure 14: Procédé de l'entraînement à la vapeur d'eau.....	40
Figure 15: Schéma du dispositif expérimental pour enflourage a froid (plaques de verre enduites de graisse).	41
Figure 16: Des médicaments à base de l'HEs d'Ortie.....	44
Figure 17: Des médicaments à base de l'HEs de Laurier.....	45
Figure 18. des produits de cosmétiques à base des HEs d'ortie et de laurier	Figure
18: Des produits cosmétiques à base des HEs d'ortie et de laurier.....	45
Figure 19: (A) l'utilisation des feuilles de laurier dans les plats , (b);(c) l'utilisation de laurier comme conservateur dans la farine.....	46
Figure 20: Vue dorsale de l'adulte de <i>Rhyzopertha dominica</i> F.....	50
Figure 21: Cycle biologique de <i>Rhyzopertha dominica</i>	51
Figure 22: Dégâts causés par <i>R. dominica</i> sur le blé.	52
Figure 23: L' <i>ortie dioïque</i> : photo parties aériennes (A), fleurs femelles en grappes pendantes (B) et (C) fleurs males en épi ou chatons.	53
Figure 24: <i>Laurus nobilis</i> L. photo parties aériennes (a), feuilles de <i>laurier-sauce</i> , (B) fleurs males, (c) fleurs femelles, (d) Inflorescences.....	57
Figure 25: Distribution des Lauracées à travers le monde.	58
Figure 26: <i>Laurus nobilis</i> L. dans l'Algérie.	59
Figure 27: Des jeunes adultes de l'insecte ravageur <i>Rhyzopertha dominica</i>	62
Figure 28: Matériel de laboratoire utilisé, (A): mixeur, (B): balance, (C): micropipette, (D): hydrodistillateur clévenger.	63
Figure 29: Test de l'effet répulsif des huiles essentielles sur papier filtre.....	65
Figure 30: Préparation des flacons du test d'inhalation.	66

Figure 31:Test répulsif du deux huiles essentielles testée de laurus nobilis et <i>Urtica dioica</i> à l'égard des adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i>	72
Figure 32:Pourcentages de répulsion des jeunes adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i> traités avec les différentes concentrations de l'HE de <i>laurus nobilis</i>	73
Figure 33:Pourcentages de répulsion des jeunes adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i> traités avec les différentes concentrations de l'HE de l' <i>Urtica dioica</i>	73
Figure 34: Courbe dose-réponse après 24h de L'HE extraites des feuilles de <i>laurus nobilis</i> contre les adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i>	75
Figure 35:Courbe dose6réponse après 24h de l'HE extraites des feuilles d' <i>Urtica dioica</i> contre les adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i>	75

Introduction



Introduction

INTRODUCTION GENERALE

Pendant des décennies, l'objectif principal de nombreuses politiques agricoles a été d'accroître la production pour atteindre l'autosuffisance alimentaire. Les nombreux efforts de la recherche agronomique ont permis d'améliorer les mécanismes de production. Mais tout ce qui est produit n'est pas consommé directement par l'homme ou les animaux, il est destiné à être stocké. Par conséquent, une stratégie portée uniquement sur l'alimentation de la production n'est pas suffisante pour faire face à l'augmentation de la demande alimentaire. Pour une meilleure gestion de la production agricole disponible, il faut accorder plus d'importance aux systèmes post-récolte (**presses agronomiques de Gembloux, 2016**).

Les légumineuses et les céréales sont les produits des marchés internationaux les plus échangés et constituent la base de régime alimentaire de la plupart des pays au monde, surtout les pays sous développés comme les pays du Sud Africains et les pays en voie de développement comme l'Algérie où leur alimentation est basée surtout sur les légumineuses comme source des protéines à l'exemple: du l'haricot avec toutes ses variétés, les différentes graines de lentille, pois chiche et autres. Et sur le maïs et le riz comme source de glucide et des sucres longs. (**presses agronomiques de Gembloux, 2016**).

Malheureusement, au cours du stockage, les céréales subissent des altérations diverses, d'ordre abiotique, biotique, et biologique (**Caid et al., 2008**). Chaque année, près de 20000 espèces d'insectes menacent la production mondiale et détruisent une bonne partie des céréales et des légumineuses vivrières et qui causent des dégâts importantes; elles dégradent la qualité nutritionnelle et organoleptique du produit stocké et qui mènent jusqu'à la perte totale du produit; dont on trouve entre la récolte, le stockage à la consommation plus de 30 % de la production est perdue (**ALZOUMA, 1995**).

En Algérie, les produits céréaliers occupent également une place stratégique dans le système alimentaire (**Doukani et al., 2013**) et dans l'économie nationale (**Djermoun, 2009**). Les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. En effet, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique, et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (**Feillet, 2000**). Leur consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg/hab/an (**Chehat, 2007**). Cependant, la production de cette culture est saisonnière, n'est récoltée qu'une seule fois par an. Pour garantir la sécurité alimentaire nationale en matière de céréales, les récoltes doivent être stockées dans des

Introduction

entrepôts durant des périodes variables, allant de quelques jours à plus d'un an (**Proctor, 1994**). De ce fait, le stockage est un moyen d'assurer le lien entre la récolte intervenant une fois dans l'année et la consommation qui est permanente et obligatoire (**Waongo et al., 2013**).

Les dégâts causés aux denrées stockées liés aux insectes sont considérables. Dans les pays développés, nous estimons que 20% des grains de consommation sont attaqués. La situation est pire dans les pays en voie de développement, plus de 50% du perte où les conditions de stockage sont précaires, (**Brader et al., 2002, De Carvalho et al., 2013**). Pour la FAO 2016, ce sont 20 à 40% des récoltes mondiales de céréales et de légumineuses qui sont détruites par les insectes pendant leur stockage. La nature des dommages causés par les insectes des denrées stockées est très variable. Parmi ces insectes, nous citons *Rhyzopertha dominica* Fab, (Coleoptera: Bostrichidae) (**Edde, 2012**). Les dommages causés par ce ravageur se traduisent par la diminution du poids et de qualité des produits (**Rajendran, 2002**), la baisse du pouvoir germinatif (**Dabiré et al., 2008**), la perte de leur valeur commerciale et de la viabilité des semences (**Dal et al., 2001**).

En Agriculture, la lutte contre les ravageurs et bioagresseurs repose principalement sur l'utilisation de pesticides chimiques, néanmoins, malgré leur efficacité, l'usage excessif de ces fumigants a conduit à des effets secondaires inattendus tels que l'épuisement de l'ozone, la pollution environnementale, la résistance des ravageurs, et la nocivité pour la santé humaine. Et parmi les conséquences les plus directes, citons l'apparition de résistances des bioagresseurs, l'appauvrissement de la faune auxiliaire utile, entraînant de graves perturbations au niveau des équilibres biocénétiques, ainsi qu'une contamination de l'environnement et l'apparition de résidus toxiques dans les denrées récoltées ou leurs produits de transformation (**Descoins, 1991, Lamberth et al., 2013**). En outre, ces produits de synthèse phytosanitaires sont non seulement onéreux mais souvent inefficaces et dangereux aussi bien pour les animaux, les plantes, l'homme et l'environnement, (**Daoudi et al., 2015**).

Avec la prise de conscience de l'impact environnemental et sanitaire des pesticides de synthèse et l'apparition de phénomènes de résistance face à ces produits, de nouveaux types de produits de protection des cultures font leur apparition : les biopesticides. Il s'agit de produits naturels d'origine végétale, animale ou microbienne, à priori moins rémanent et moins impactant pour l'environnement que les pesticides conventionnels.

Introduction

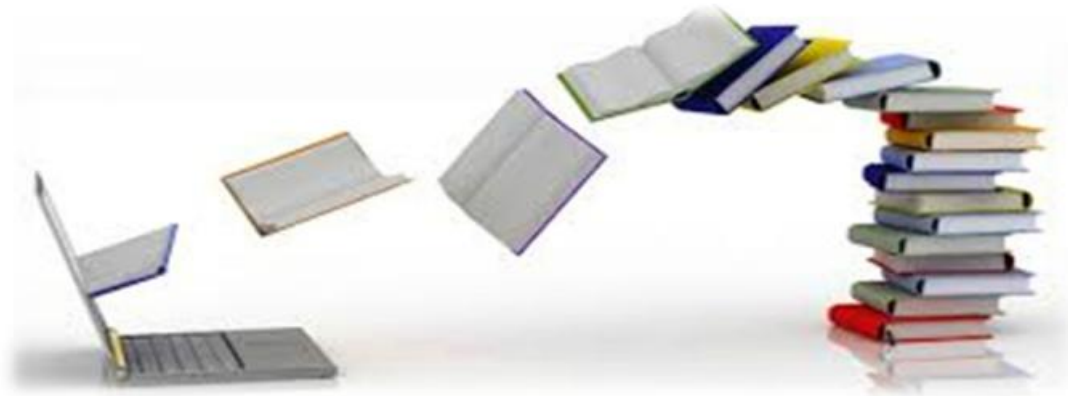
Ainsi, un grand nombre de plantes aromatiques, médicinales ou autres, possédant des propriétés biologiques très intéressantes trouvent application dans divers domaines à savoir en médecine, en pharmacie, en cosmétique et en agriculture (**Mohamedi, 2006**). En effet, les plantes ont, par sélection naturelle au cours de l'évolution, développé des mécanismes d'adaptation aux conditions environnementales variées, de pressions de sélection, exercées par les agents pathogènes et les prédateurs (**Deshayes, 1991**). Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques. A cet effet, l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études (**Zeghad, 2009, Boufares, et al., 2019**).

En effet, les substances d'origine végétale et plus spécifiquement les huiles essentielles représentent une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées. Leur utilisation a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche cette dernière décennie et a suscité un vif intérêt scientifique traduit par le nombre de travaux traitant l'efficacité des huiles essentielles dans la protection des grains et des denrées stockées (**Shaaya et al., 1997 ; Tunc et al., 2000 ; Owabali et al., 2009 ; Camara, 2009**). Dans cette optique, nous nous sommes intéressés à deux espèces de plantes très communes et très utilisées dans notre région *Urtica dioica* et *Laurus nobilis* L.

L'objectif de ce travail est de rechercher de nouveaux produits bioactifs naturels pour remplacer les pesticides chimiques afin de protéger les cultures, les denrées stockées et de préserver la santé humaine et l'environnement. A partir de l'utilisation des huiles essentielles extraites de *Urtica dioica* et *Laurus nobilis* L à l'égard des adultes de l'insecte ravageur des denrées stockées *Rhyzopertha dominica* Fab.

A cet effet, le présent travail est organisé en trois parties successives et complémentaires :

Partie I. Synthèse Bibliographique



Introduction

La production agricole est généralement saisonnière alors que les besoins des consommateurs s'étendent sur tout le long de l'année, d'où la nécessité de stocker les céréales (**Mikolo et al., 2007**) dont le but principal est l'étalement de la consommation de denrées récoltées ponctuellement dans l'année. Afin de satisfaire la demande alimentaire croissante des populations mondiales, les agriculteurs ont essayé de doubler la productivité alimentaire et le stockage des denrées vivrières. Toute fois cela n'a jamais été suffisant à cause de la présence de certaines espèces qui sont en concurrence avec nos ressources alimentaires (**Bhumi et al., 2017**).

Les légumineuses alimentaires et les céréales sont soumises, durant la période de stockage, à des agressions d'origine physico-chimiques (température, humidité relative) et biotiques (insectes, micro-organismes) qui entraînent des pertes importantes ainsi qu'une chute conséquente des qualités agronomiques et organoleptiques (**Ndiaye, 1999**) du produit stocké et qui mènent jusqu'à la perte totale du produit; dont on trouve entre la récolte, le stockage à la consommation plus de 30 % de la production est perdue (**Alzouma, 1995 ; Ngamo et Hance, 2007**). Les insectes sont les plus nuisibles, et ils sont très redoutés car leur seule présence est néfaste, et déprécie le stock tout entier, quelque soit leur nombre (**Fleurrat-Lessard, 1982**). Les pertes dues aux insectes sur les céréales et les légumineuses sont de l'ordre de 10% à 40% dans des pays où les technologies modernes de stockage n'ont pas été introduites (**Hignar, 1985**).

Un nombre important d'insectes ont été recensées sur les grains de céréales stockées dans différentes régions d'Algérie, (**Mebarkia et al., 2001**), (**Tazerouti et al., 2001**) rapportent que parmi les espèces les plus rencontrées sur les céréales stockées vient en premier lieu *Tribolium castaneum* avec 30 % suivi par le charançon du riz *Sitophilus oryzae* avec 26% dans le blé dur stocké en Algérie (**Aoues et al., 2017**).

D'après **Mossa (2016)**, les insectes ravageurs des denrées stockées peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés. D'après la **FAO 2019** (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale.

Il existe de nombreuses méthodes de protection des produits locaux stockés. La méthode la plus répandue actuellement pour prévenir les dégâts dus aux ravageurs des grains et graines est la lutte chimique avec des insecticides, le plus souvent organophosphorés et pyréthriinoïdes (**Cissokho et al., 2015**). en raison de son efficacité et de son application facile et pratique (**Relinger et al., 1988**). Les avantages de cette pratique sont liés à son coût qui peut être relativement faible, à sa facilité de mise en oeuvre et à la durée de la protection qui peut se prolonger sur plusieurs mois. Cependant, les applications mal conduites des insecticides provoquent de sérieux inconvénients, notamment l'apparition de souches résistantes,

Synthèse bibliographique

l'intoxication chronique des consommateurs et un impact négatif sur l'environnement (**Pretty et Hine, 2005**). Ces dangers ont conduit l'OMS (Organisation mondiale de la Santé) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques.

Face à cette situation, le recours à des méthodes efficaces mais non chimiques peut atténuer entre autres les problèmes liés aux résidus présents dans les aliments. La recherche de méthodes alternatives de protection des denrées stockées par l'usage de substances naturelles actives, non polluantes et s'utilisant dans une lutte moins nocive et plus raisonnée telles que les terres à diatomées, les substances végétales à effet insecticide (**Camara, 2009**). La lutte biologique prend diverses formes, mais celle qui retient l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative prometteuse dans la lutte contre les insectes ravageurs des denrées stockées. (**Guèye, 2012 ; Khani et Rahdari, 2012**). Leur toxicité s'exprime de différentes manières: Activités ovicide, larvicide, anti-nutritionnelle et inhalatrice (**Kéïta et al., 2000 ; Regnault-Roger, 2002**).

Ce travail basé sur une revue bibliographique fouillée et actualisée vise à faire la genèse des méthodes alternatives de lutte contre les ravageurs des denrées en stockage en mettant l'accent sur les insecticides naturels et les substances inertes susceptibles d'améliorer la protection des récoltes sans danger.

La première partie abordera les généralités sur les denrées stockées (céréales et légumineuse) cas. Une seconde partie abordera les méthodes de stockages et de conservation des denrées stockés. Une troisième partie consacrée aux méthodes de lutte des ravageurs des denrées stockées. En dernier, Description et biologie de Petit capucin des grains *Rhizopertha dominica*.

Chapitre 01

Insectes ravageurs des denrées stockées.



Chapitre I. Insectes ravageurs des denrées stockées

1.1. Généralité sur les denrées stockées

1.1.1. Les céréales

Les céréales constituent 45% des apports énergétiques dans l'alimentation humaine. Il existe trois groupes de céréales majeures qui correspondent à 75% de la consommation céréalière mondiale. Un premier grand groupe de céréales est formé par le blé, l'orge, le seigle et l'avoine. Il émerge dans le triangle fertile, berceau des civilisations occidentales qui ont donc leur point de départ au moyen Orient et au Proche Orient. Un deuxième grand groupe est formé par le maïs et un troisième grand groupe est ordonné autour du riz (Clerget, 2011).

De nos jours, les céréales en général, le blé (dur et tendre) en particulier constituent la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens. Il présente, un rôle social, économique et politique dans la plupart des pays dans le monde (Ammar, 2015).

1.1.2. Positions systématique

Les céréales sont annuelles membre de l'herbe commune de la famille des graminées (une famille de *monocotacéespoaceae*, également connue *gramineae*) qui ont généralement de longues tige minces, telle que le blé, le riz, le maïs, l'orge (Sarwar et al. ,2013).

- **Embranchement** Spermaphytes
- **Sous embranchement** Angiospermes
- **Classe** Monocotylédones
- **Ordre** Graminales
- **Famille** Graminées (BonjeauetPicard,1990)

1.1.3. Principales variétés

Les céréales sont des graines alimentaires appartenant à 10 espèces végétales, les 3 les plus consommées actuellement sont : blé, riz et maïs, l'orge, le seigle, avoine, le sorgho, le méteil, triticale (hybride de blé et de seigle) (Belyagoubi, 2006).

1.1.4. Importance économique des céréales

1.1.4.1. Dans le monde

Dans le monde, la culture des céréales représente un secteur économique important. Les superficies cultivées à travers les continents se mesurent en millions d'hectares (soit une superficie de 530 000 ha réservée à la culture du blé dur seulement) et les récoltes en millions de tonnes (fig. 1).

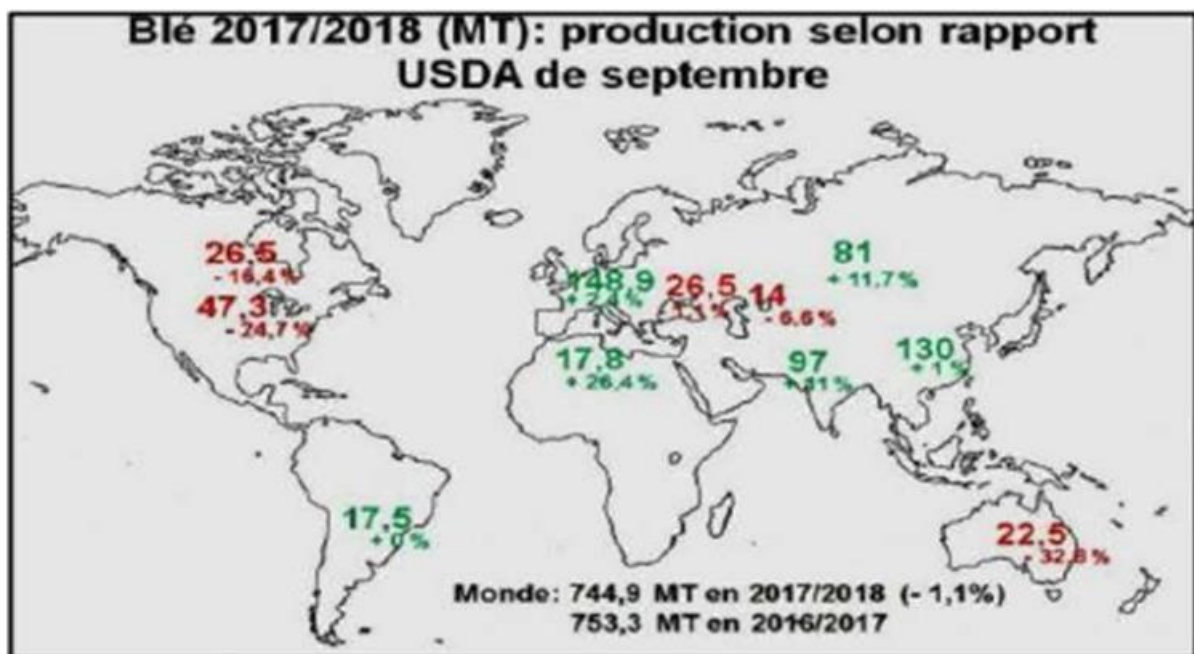


Figure 1. Production du blé dans le monde en 2017/2018 (USDA, 2018)

Figure 1: Production du blé dans le monde en 2017/2018.

Le classement de l'année 2016 des principaux pays producteurs du blé dure indique que l'UE est toujours en première position, alors que les États-Unis se situent en sixième position après le Mexique (fig. 2). L'UE et le continent américain sont excédentaires en blé, ce qui leur confère un avantage économique et géopolitique indéniable. Au contraire, l'Asie et l'Afrique apparaissent déficitaires, ce qui renforce leur dépendance à l'égard des pays exportateurs (CIC, 2017).

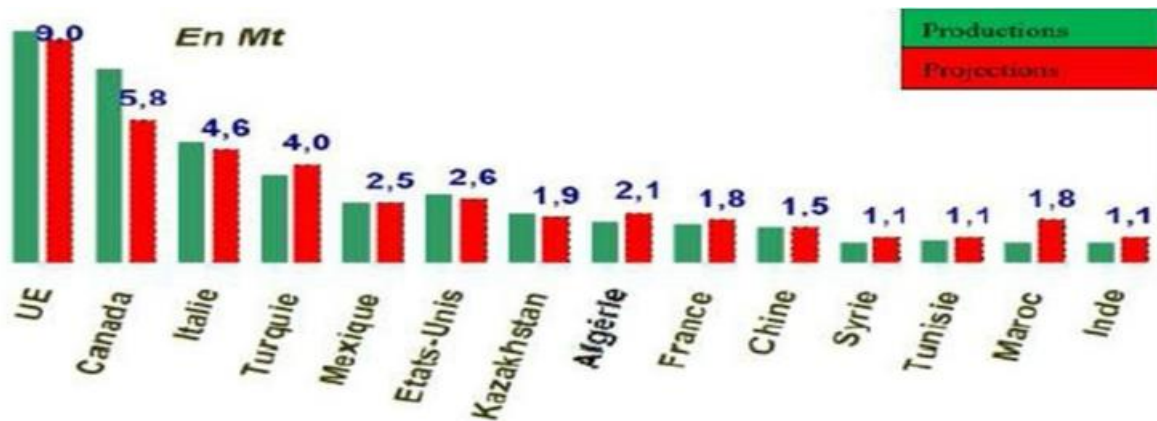


Figure2. Production mondiale E de blé dur par pays 2016 et projection en 2017 (CIC, 2017)

Figure 2: Production mondiale de blé dur par pays 2016 et projection en 2017.

La production mondiale de blé pour la campagne 2017/2018 atteindrait 760 millions de tonnes selon la FAO (FAO, 2019). Pour satisfaire la demande de l'humanité, selon la FAO, il faut augmenter d'au moins 60% la quantité des produits agricoles disponibles, entre 2005 et 2050 (Gallais, 2015).

1.1.4.2. En Algérie

La céréaliculture algérienne occupe une superficie de 3.5 millions d'hectares avec 1,6 million d'hectares de blé dur. Une nette amélioration dans la production des céréales a été enregistrée durant la saison 2016-2017, avec une production de plus de 34 millions de tonnes d'après l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC, 2017). Si on s'intéresse d'une manière plus précise au blé dur, on constate qu'il occupe une place très importante dans la structure spatiale de l'activité agricole. Il représente plus de 50% des superficies cérésières récoltées. Actuellement, la superficie moyenne du blé est de plus de 2,35 millions d'hectares (ha) (1.6 million (ha) blé dur), avec une production de plus de 20,03 millions de quintaux (qx). La production de blé dur en Algérie au cours de la période (2005- 2016) est donnée en 1000 t par an (fig. 03).

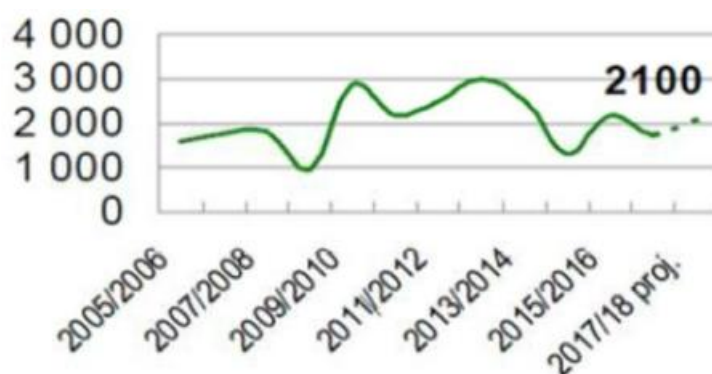


Figure 3. Production du blé en Algérie au cours de la période 2005/2016 (CIC, 2017)

Figure 3: Production du blé en Algérie au cours de la période 2005/20016.

1.1.5. Les légumineuses

Les légumineuses ou *Fabaceae* sont classées parmi les Angiospermes, Eudicotylédones. Elles sont les soeurs des *Polygalaceae*, composant avec les familles des *Quillajaceae* et *Surianaceae*, les *Fabales* (Judd et al., 2001), sont des espèces végétales qui appartiennent à la famille des *Leguminosae* qui produisent des graines comestibles utilisées dans l'alimentation humaine et animale depuis des milliers d'années (FAO, 2016).

Il s'agit de la troisième plus grande famille des Angiospermes en nombre d'espèces (après les *Orchidaceae* et les *Asteraceae*) (Cronk et al., 2006) et la deuxième plus importante pour les pâturages d'intérêt agricole, après les Poacées (graminées) qui incluent la canne à sucre et les céréales tels le maïs, le riz, le blé, l'orge, l'avoine, le seigle et le millet (Young et al., 2003).

1.1.5.1. Positions systématique

La famille des légumineuses est très diverse avec 3 sous familles : *Mimosoideae*, *Caesalpinioideae*, et *Papilionoideae* (Doyle et Luckow, 2003) et compte environ 20 00 espèces (Gepts et al., 2005).

- **Embranchement** Spermaphytes
- **Sous embranchement** Angiospermes
- **Classe** Monocotylédones
- **Ordre** Graminales
- **Famille** Graminées (Bonjeau et Picard, 1990)

1.1.5.2.Principales variétés

Walrand & Remond (2017), montrèrent que les graines de légumineuses peuvent se répartir en deux groupes :

Le premier groupe : c'est le groupe le plus important, correspond à des graines riches en glucides, et notamment en amidonne pauvres en matières grasses, il rassemble entre autres le pois, la fève, les haricots secs, le pois chiche, les lentilles, le dolique et le pois bambara.

Le second groupe : correspond à des graines plus riches en matières grasses et contenant peu d'amidon. Ce groupe rassemble notamment le lupin et le soja.

1.1.5.3.Importance économique des légumineuses

1.1.5.3.1.Dans le monde

Cette famille de plantes se présente au deuxième rang de production mondiale, derrière les céréales, pour l'alimentation humaine. Selon les chiffres de la FAO, 77 millions de tonnes de légumes sec sont produits en 2014, soit une augmentation de l'ordre de 21 millions de tonnes depuis 2001. Doucement mais, sûrement, ces petites graines font leur bout de chemin avec une tendance marquée vers la hausse (**FAO, 2014**). Les observateurs estiment que cette croissance se maintiendrait durant l'année 2018 où la production mondiale dépasserait les 80 millions de tonnes.

1.1.5.3.2.En Algérie

En Algérie, les légumineuses alimentaires (légumes secs) font partie du paysage agricole depuis des millénaires. Ces cultures constituent une importante source protéique susceptible de remplacer les protéines animales difficilement accessibles pour une large couche de la population. Les espèces cultivées sont prioritairement celles à destination humaine et correspondent à la fève, la féverole, le pois chiche, le pois, la lentille et le haricot (**Abdelguerfi Laouar et al., 2001**).

La problématique du marché des légumes secs en Algérie serait a priori celle de la production d'abord. L'Algérie produit en moyenne 800 000 à 900 000 quintaux de légumineuses alimentaires, ce qui répond aux besoins du marché à hauteur de 30 à 35%. Un document de la FAO datant de 2011 situait la part de la production nationale à seulement 28% du marché. «On produit notamment très peu de haricots car ils consomment beaucoup d'eau». Sur les 5

dernières années, entre 80 000 et 85 000 hectares ont été semés de toutes espèces confondues (lentilles, pois chiches, fèves...) jusqu'à 2013.

Le potentiel en termes de variétés et de compétences existe et nous permet de pouvoir produire 100% des besoins en lentilles, pois chiches et fèves. A moyen terme et dans les 5 ans à venir, l'Algérie espère couvrir ses besoins de consommation en légumes secs à hauteur de «50% par la production nationale». A l'horizon 2019, ces besoins devraient atteindre 2,9 millions de quintaux (**Berkouk, 2014**).

1.1.6. Conservation et stockage

1.1.6.1. Le stockage

Est une opération qui consiste à entreposer les produits en un lieu déterminé et pour une période donnée, En matière de commercialisation des céréales. Le stockage est l'opération qui consiste à placer, pour une période donnée, des céréales dans un magasin suivant des normes et des règles qui permettent la bonne conservation des grains (**Laurent, 2003**).

1.1.6.2. La conservation

C'est l'action de garder (stocker) un produit de manière à le maintenir autant que possible dans le même état. La conservation des céréales revient donc à stocker ou garder les céréales de façon à ce que leur quantité et qualité demeurent autant que possible intactes (**Coordination d'Afrique Verte Burkina Faso, 2004**).

La conservation des denrées alimentaires c'est un ensemble de procédés de traitement permettant de conserver les propriétés gustatives (certains y ajoutent du goût, en particulier ceux qui nécessitent un additif) et nutritives, les caractéristiques de texture et de couleur des denrées alimentaires. Et aussi leur comestibilité, par la prévention des éventuelles des éventuelles intoxications alimentaires (**Anonyme, 2012**).

1.1.6.3. Les méthodes de conservation

La conservation des céréales effectuée par plusieurs méthodes qui se passent sur le contrôle de la température et d'humidité des grains dans le but de conserver sur une période prolongée parmi ces méthodes on a :

A. La ventilation

La ventilation est nécessaire pour atteindre et maintenir un bon conditionnement des grains (température et humidité contrôlées) (figure 4). Pour se conserver sur une période prolongée, les grains doivent être amenés à une température entre 0 et 5 C° et à un taux d'humidité approprié. Ces conditions limiteront l'activité biologique des grains, diminuant ainsi la production d'humidité et de chaleur (**Pierre et al., 2014**).



Figure 4 : ventilation des céréales (Perreault, 2014)

Figure 4:Ventilation des céréales.

B. Le transilage

Permettant une aération importante et rapide du grain, il consiste à faire circuler le grain d'une cellule à une autre pour assurer l'homogénéisation de sa température s'il y a réchauffement, cette technique est très utilisée en Algérie. Du grain au niveau de chaque cellule, en cas d'anomalie, le responsable intervient directement soit en introduisant dans la cellule une dose de ventilation précise soit par transilage (**Anonyme, 2011**).



Figure 5 : Le transilage des graines (Bonnery, 2004)

Figure 5:Le transilage des graines.

C. Le séchage : Il est nécessaire de sécher le grain avant de le stocker. La méthode de séchage dépend des conditions locales (climat, saison, volume du produit, matériau disponible). Utilisez au maximum le soleil et le vent et prenez les mesures appropriées pour éviter que les produits séchés ne soient remouillés par la rose ou la pluie (Fig. 6) (Inge, 1996).



Figure 6. séchages des graines des denrées stockés (Gaillard, 2011)

Figure 6:Séchage des graines des denrées stockés.

1.1.6.4. Mode de stockage des grains en Algérie

1.1.6.4.1. Stockage traditionnel : le stockage dans des silos souterrains (Matmoura) :

Le paysan Algérien, sur les hauts plateaux, conservait tant bien que mal, le produit de ces champs d'orge et de blé, dans des enceintes creusées de simple trous cylindriques ou rectangulaires construites dans des zones sèches, en sol stable, généralement argileux ou le niveau de la nappe phréatique est suffisamment bas, c'est ce que l'on appelle (El matmoura) (Fig. 7) à un endroit surveillé ou proche de la ferme, la capacité de ces lieux de stockage est variable elle est de l'ordre de quelques mètres cubes (Doumaïndji et al., 1989). C'est une technique utilisée dans plusieurs pays de l'Afrique, au Proche-Orient et en Asie (Bartali, 1990).

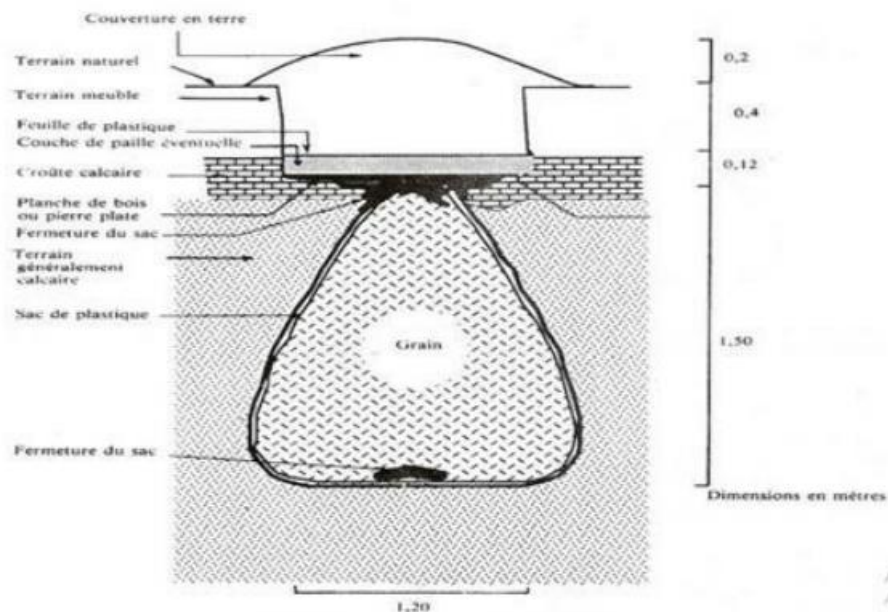


Figure 7. vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura) pour le stockage des céréales capacité 1.8 m³ (Bartali, 1989).

Figure 7: Vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura) pour le stockage des céréales capacité 1.8m³.

1.1.6.4.2. Stockage en sac : Le stockage en sac a totalement disparu dans les pays développés, par contre il est encore utilisé dans les pays en développement, Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute ou en polypropylène pour les semences. Les sacs sont entreposés en tas dans divers locaux, magasins ou hangars. Souvent ce type de stockage est provisoire. Dans le cas de forte production et de saturation des divers locaux de grande capacité, l'utilisation des sacs et locaux annexes (hangars et magasins) devient nécessaire (Doumaïndji et al., 1989).

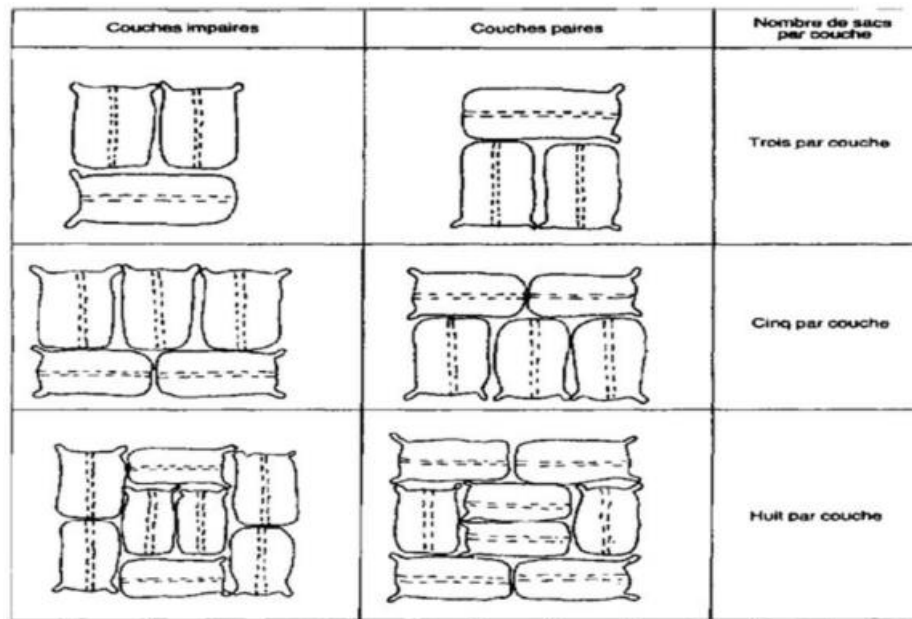


Figure 8: les différents types de piles (Inge de Groot, 2004).

Figure 8: Les différents types de piles.

1.2. Principaux ravageurs des denrées stockées

1.2.1. Les insectes

Les insectes ravageurs qui attaquent les semences stockés se répartissent en trois catégories (Arrab, 2016) :

Les ravageurs primaires : appelés aussi « à formes cachées » capables de s'attaquer à des grains sains et entiers, exemple de charançon du riz (Arrab, 2016). Les primaires sont les plus dangereux car ils effectuent leur cycle exclusivement sur le grain et sous forme cachée.






Les ravageurs secondaires : appelés aussi « à formes libres » ne peuvent déprécier les grains qu'à partir des dégâts causés par les ravageurs primaires, exemple de *Tribolium confosum* (Bekon et fleurat-lessrd, 1989).



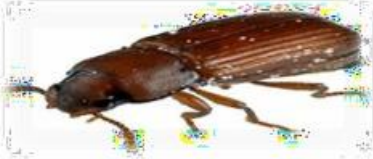
Les ravageurs tertiaires : se nourrissent de graines cassées de poussières de graines et de la poudre laissée par les groupes précédents exemple de *Trogoderm* des denrées (Inge de groot, 2004).

1.2.1.1. Les principaux Coléoptères prédateurs des grains

Tableau 1: Principaux insectes ravageurs coléoptères des denrées stockées.

Tableau 1. Principaux insectes ravageurs coléoptères des denrées stockées (Benbelkhir, 2019).



Ravageurs	Aliments attaqués
 Cucuji de roux <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (S)	Blé Orge Sorgho
 Charancon du blé <i>Sitophilus granarius</i> (L)	Blé
 Le capucin des grains <i>Rhyzopertha dominica</i> (L)	Blé Sorgho Maïs Riz Orge
 Carpophile <i>Carophilus dimidiatus</i> (F)	Maïs
 Cadelle <i>Tenebroides mauritanicus</i>	Blé Maïs




 <p>Grand capuchin <i>proste phanustruncatus(H)</i></p>	<p>Maïs</p>
 <p>Silvain <i>Oryzaephilus surinamensis(L)</i></p>	<p>Blé Maïs Millet</p>
 <p>Tribolium somber <i>Tribolium confusum(H)</i></p>	<p>Blé Riz Millet</p>

1.2.1.2. Les principaux Lépidoptères s’attaquant aux grains

Tableau 2: Principaux insectes ravageurs lépidoptères des denrées stockées.

Tableau 2. Principaux insectes ravageurs lépidoptères des denrées stockées (Benbelkhir, 2019).

Ravageurs	Aliments attaqués
 <p>Alucite de scéréales <i>Sisotro gacerealella(O)</i></p>	<p>Orge Blé Riz Millet Sorgho</p>
 <p>Pyrale de riz <i>Coryra cephalonica(S)</i></p>	<p>Riz Maïs Blé Sorgho</p>

 <p>Pyrale de la farine <i>Pyralis sfarinalis</i> (L)</p>	Blé
 <p>Pyrale des fruits <i>Plodia interpunctella</i> (Z)</p>	Riz Maïs Sorgho
 <p>Mite de la farine <i>Ephestia kuehneli</i> (W)</p>	Maïs

1.2.1.3. Les dégâts des insectes

De tous ravageurs, ce sont les insectes qui causent d'importantes pertes économiques au niveau du stockage des céréales sont à l'origine de la plus part des dommages subis dans les réserves des denrées stockées et sont susceptibles de causer des dégâts aux grains stockés (Karahacane, 2015). Les dégâts qu'ils occasionnent incluent la perte de poids et une diminution de la qualité des grains et le rendent impropre à la consommation. Et quelque fois une perte du pouvoir germinatif. L'activité métabolique des insectes crée un milieu favorable au développement des microorganismes produisant des toxines à l'instar des champignons aflatoxinogènes du genre *Aspergillus* (Waongo et al., 2013).

✓ Perte de poids

Une fois installés dans une denrée, les insectes se nourrissent en permanence. Les estimations de la perte qui en résulte varient énormément selon la denrée, la localité et les techniques d'entreposage employées. Sous les tropiques, pour des céréales ou des légumes secs entreposés dans les conditions traditionnelles, il faut compter une perte de l'ordre de 10% à 40% sur un cycle complet d'entreposage (Rajendran, 2002).

✓ **Perte de qualité et de valeur marchande**

Le produit infesté est contaminé par les déchets laissés par les insectes et a une teneur en poussière accrue. Les grains sont percés et souvent décolorés. Un mets préparé avec un aliment contaminé peut avoir une odeur ou un goût désagréable (Dabré *et al.*, 2008).

✓ **Diminution de la faculté de germination des semences**

Un dommage causé à l'embryon d'une semence empêchera généralement la germination; certains ravageurs s'attaquent de préférence au germe (Lamboni *et al.*, 2009).

✓ **Perte de valeur nutritive**

Si les ravageurs prélèvent le germe, il en résultera une réduction de la teneur en protéines du grain. Des pertes pouvant dépassées 35% en Algérie sont enregistrées ces dernières années selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (O.A.I.C.) (Aoues *et al.*, 2017).



Figure 9. Dégâts causés par les insectes sur les grains de blé (Kermiche, 2017).

Figure 9: Dégâts causés par les insectes sur les grains de blé.

1.2.2. Les oiseaux

Les oiseaux susceptibles de dégrader le grain stocké sont principalement les moineaux, les tourterelles, les pigeons et par fois les étourneaux (Berhaut *et al.*, 2003).

1.2.2.1. Les dégâts des oiseaux

Les dégâts occasionnés par les oiseaux sont d'ordre quantitatif, par prélèvements de grain et surtout qualitatif par dépôts de fientes, de plumes, de cadavres sur le grain ou de débris

végétaux utilisés pour la confection des nids (**Berhaut et al., 2003**), Leur présence est liée à un mauvais entretien des locaux et des abords extérieurs (**Bell, 2000**).

1.2.3. Les rongeurs

Les principaux rongeurs déprédateurs des stocks sont le rat gris, le rat noir et la souris, les rongeurs causent des pertes de produits alimentaires parce qu'ils consomment le grain, mais plus encore parce qu'ils polluent les denrées. Ils véhiculent aussi des maladies transmissibles à l'homme (**Groot 2004**).

1.2.3.1. Les dégâts des rongeurs

Les rongeurs causent des dégâts importants aux cultures et aux produits stockés. Consomment le grain, Elles colonisent donc les stockages de grain ou elles trouvent une nourriture abondante et percent le matériel d'emballage, ce qui cause des pertes. Les sacs en jute peuvent être sérieusement abîmés. Les produits stockés en vrac sont moins vulnérables car les rats ne peuvent engrignoter que la surface (**Berhaut et al., 2003**).

1.2.4. Les acariens

Les acariens de stockage, appelés aussi acariens des denrées alimentaires entreposées, ont une prédilection pour les aliments conservés dans des lieux humides. ils se nourrissent essentiellement de moisissures (**Bessot et al., 2011**). Ils sont de taille très réduite, dépassant rarement le millimètre de longueur. Ils possèdent quatre paires de pattes et se présentent sous forme d'agrégats, Ils appartiennent principalement à la famille des *Acaridae* et des *Glycyphagidae*. Ils se reproduisent selon un rythme accéléré et ils ont une fécondité élevée (**Pauli et al., 2013**). Les principales espèces d'acariens nuisibles aux grains de céréales sont : *Acarus siro* L., *Tyrophagus putrescentiae*, *Glycyphagus destructor*, *Cheyletu seruditus* et *Melichares tarsalis* (**Scotti, 1978**).

1.2.4.1. Les dégâts des acariens

De nombreux dommages dans les denrées stockées (taux de reproduction élevé et développement rapide). En se nourrissant, ils laissent des marques décolorées (parex, roussissement, Bronzage) sur les fruits ou le feuillage (**Lakhial, 2018**).

1.2.5. Les Microorganismes des grains

Les microorganismes observés dans les stocks de céréales se composent de bactéries, de levures et de moisissures, sont l'ennemi le plus difficile à reconnaître dans les céréales stockées car elles sont beaucoup moins visibles. Les microorganismes sont toujours présents à la surface des grains sous la forme de spores. Dès que les conditions de température et humidité deviennent favorables, ces microorganismes se développent en envahissant progressivement le grain. Les conditions climatiques en régions tropicales et notamment en zones humides sont très favorables à la croissance de ces microorganismes (Coraf, 2007).

1.2.5.1. Les dégâts des moisissures

Production de toxines, mycotoxines. Qui sont toxiques. En particulier les aflatoxines et les ochratoxines sont impliquées dans les néphrotoxicoses, la carcinogénèse et sont des immunodépresseurs (Berhaut et al., 2003).

1.3. Méthodes de lutte contre les insectes des céréales stockées

1.3.1. La lutte chimique

En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation des produits chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les organismes nuisibles contenus (Maga et Olsen, 2004). Deux types de traitement sont généralement employés :

✚ Traitement par contact

Il consiste à recouvrir les grains, l'emballage ainsi que les locaux de stockage d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact sur les déprédateurs, dont l'effet est plus ou moins rapide avec une persistance d'action plus longue. Ces produits peuvent être utilisés sous forme de poudre ou après la dilution (Cruz et al., 1988).

✚ Traitement par fumigation

La fumigation consiste à traiter les grains à l'aide d'un gaz toxique, qu'on appelle Fumigant. L'intérêt majeur de la fumigation est de faciliter la pénétration des gaz à l'intérieur du grain et donc de détruire les œufs, larves et nymphes qui s'y développent (Cruz et Troude, 1988). Malheureusement, les applications de ces insecticides chimiques provoquent de sérieux

inconvénients notamment sur l'environnement (**Fianko et al., 2011**), le Développement de résistance aux insecticides par certains ravageurs (**Schuster et Smeda, 2007**), ainsi que des problèmes de santé car leurs résidus se rencontrent dans la chaîne alimentaire et causent des intoxications (**Pretty et Hine, 2005**).

1.3.2. La lutte physique

Elles concernent toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. Qui consiste en l'utilisation de la température basse (froid) ou haute (chaud) (**Arrab, 2016**).

✓ **L'irradiation et la lutte par le froid:** Ces méthodes Consiste à abaisser la température de stockage, ce qui entraîne un ralentissement du développement des insectes, freiné dès que la température est inférieure à 10°C (**Gueye et al., 2010**).

✓ **L'insolation:** C'est une pratique effectuée le plus souvent avant emmagasinage des récoltes. Elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires (**Lale et Vidal, 2003**).

✓ **La lutte par le chaud:** Consiste à une élévation de la température (température supérieure à 50°C). Ce qui entraîne la mort des insectes. Le passage des produits dans un séchoir permet d'éliminer les insectes présents dans les grains (**Gueye et al., 2010**).

1.3.3. La lutte biologique

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs (**Fig. 10**), soit des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que des produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales des huiles végétales, huiles essentielles (**Tapondjou et al., 2003 ; Kellouche, 2005**). L'utilisation des phéromones d'insectes attractifs et répulsifs d'alimentation est d'un haut niveau de détection (**Momar, 2012**). Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vus ses intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique (**Amari et al., 2014**).



Figure 10. Adule de *Xylocoris flavipes* (Rahman et al., 2009).

Figure 10: Adulte de *Xylocoris flavipes*.

1.3.4. Les insecticides d'origine botanique

Est très recommandée, parmi les moyens mis en œuvre par les plantes pour se défendre contre leurs déprédateurs, les biopesticides d'origine botanique sont appelés à un avenir meilleur, car la demande en produits phytosanitaires sans danger, de faible rémanence et qualifiés de produits verts est actuellement en hausse (Constant, 2009).

Les plantes sont également utilisées pour leur propriété antibactérienne et antifongique. Cependant, en tant que sources de médicaments, les plantes restent encore sous exploitées surtout dans le domaine de la microbiologie médicale. Il est certain que la plupart des antibiotiques prescrits dérivent des microorganismes (Mohammedi, 2013). Selon Boeke et al., (2004), les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigeant. Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre.

1.3.4.1. Les différents modes d'utilisation des plantes insecticides

1.3.4.1.1. Extraits huileux

L'extraction des huiles essentielles des végétaux peut se faire par diverses techniques sur le végétal brut. Les techniques les plus employées sont: l'hydrodistillation, l'extraction par les solvants (Bruneton, 1999; Bencheikh, 2004; Batish et al., 2008).

- **Extraction par hydrodistillation**

La première méthode employée pour la préparation d'une huile essentielle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Luicita-Laguner, 2006).

- **Extraction par solvant volatil**

L'extraction par solvants est une technique qui utilise des solvants comme l'hexane, Le solvant est ensuite éliminé par distillation. Elle ne doit pas être employée si l'huile essentielle

préparée est à usage thérapeutique, car il pourrait y rester des traces de solvant. Elle est parfois utilisée dans l'industrie des parfums (**Raynaud, 2006**). Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatrice (**Kéïta et al., 2000; Regnault-Roger, 2002**).

1.3.4.1.2.Extraits aqueux

Tout comme les HE, des travaux de recherches scientifiques attestent par leurs résultats quelles extraits de plantes ont des propriétés intéressantes contre les microorganismes (**Suresh et al., 1997**). Ils peuvent se faire soit à l'eau froide ou à l'eau chaude. Ils y a différentes méthodes d'extractions aqueuses des plantes, dont les principales sont:

✓ L'infusion

Elle se fait généralement avec les fleurs et les feuilles des plantes, mais il est possible de faire infuser des racines et des écorces. Ici l'eau bouillante est versée sur les plantes dans un récipient couvert, puis maintenue en contact durant 5 à 10 minutes. L'ensemble est filtré pour l'infuser. L'infusion est adaptée aux parties des plantes délicates telles que les feuilles, les fleurs et les sommités fleuries (**Abbaoui, 1998 et Beloued, 1998**). Une infusion peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum. En principe, il est préférable de ne pas sucrer les tisanes (**NogaretEhrhart, 2003**).

✓ La macération

C'est une solution obtenue en traitant pendant un temps plus ou moins long une plante ou une partie de celle-ci par immersion dans l'eau froide (**Abbaoui, 1998 et Beloued, 1998**). Cette méthode permet une extraction douce des principes actifs, surtout lorsqu'ils sont thermolabiles (**Chabrier, 2010**).

✓ La décoction

La plante est mise dans l'eau bouillante et maintenue en ébullition pendant 5 à 15 minutes. On filtre ensuite le liquide obtenu (le décocté) (**Abbaoui, 1998 et Beloued, 1998**). Cette technique est adapté aux parties dures et compactes (bois, écorce, tige, racine) qui ne délivrent leurs principes actifs que sous l'action prolongée de la chaleur.

1.3.4.1.3.Poudre végétale

Après lavage et séchage des plantes, celles-ci peuvent être utilisées en vrac ou en poudre. Ces dernières, plus efficaces, sont obtenues par broyage à l'aide d'un broyeur électrique ou un mortier en porcelaine. Le broyat obtenu sera tamisé (tamis de mailles de 0,5 mm de diamètre), pour former une poudre fine à particules de granulométrie homogène. Le produit ainsi obtenu est stocké dans des bocaux en verre à l'abri de la lumière jusqu'à son utilisation (**Leon et al., 2003**).

Les extraits végétaux telles que les huiles ou poudres empêchent les bruches de coller leurs œufs sur les graines et /ou tuent les œufs fraîchement pondus ou les adultes (**Okonkwo et Okoye ,1992 ; Uvah et Ishaya ,1992 e Nuto, 1995**).

Chapitre02

Les plantes médicinales et les huiles essentielles.



Chapitre II. Les plantes médicinales et les huiles essentielles

L'homme et les plantes vivent ensemble depuis longtemps, faisant que l'homme s'est donc habituée à consommer différentes espèces de plantes qu'il apprécia aussi bien pour leurs qualités gustatives, nutritives que leurs qualités médicinales, ce qui fait une meilleure adaptation du corps humain a un traitement à base de plantes qu'aux traitements chimiques. Ainsi sur chaque continent se sont développées différentes traditions et différents rituels usant des plantes et qui se sont transmis et enrichis au fil du temps (**Ouled chikh et al. , 2021**).

Les plantes synthétisent un grand nombre de composé, dont il n'y a pas très longtemps, on ne connaissait pas le rôle pour la plante. Ces composé ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse mais résultent de réaction chimiques ultérieures, d'où le nom de métabolites secondaires (**El haib, 2011**).

Dans le cadre de la progression de la médecine traditionnelle, il y a eu une importance croissant ces dernières époques dans l'étude des plantes médicinales et leurs utilisations traditionnelles dans différentes territoire du monde. Aujourd'hui, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), environ 80% des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire. Des mérites économiques considérables dans l'évolution de la médecine traditionnelle et dans l'utilisation des plantes médicinales pour le traitement des diverses maladies ont été constatés d'où le besoin d'une valorisation de la médecine traditionnelle (**Kone, 2009**).

Certaines parties de plantes et substances naturelles ont été citées depuis longtemps pour leurs qualités au niveau nutritif ainsi que pour leurs avantages thérapeutiques. Lorsque nous nous dépendons sur l'histoire, nous nous apercevons que le savoir-faire de se soigner par les plantes remonte revient à des milliers d'années. A cette époque, elle est d'ailleurs la source unique de remèdes agissants contre des fréquentes affections (**Cadet, 2017**).

L'Algérie est connue pour sa diversité d'espèces de plantes médicinales et aromatiques, dont la plupart existent spontanément et sont largement utilisées dans tous les terroirs du pays. Cependant, les 3000 espèces de la flore algérienne appartiennent à plusieurs familles végétales, dont 15% sont endémiques, et il existe encore peu d'explorations au niveau photochimique et pharmacologique.

Cette richesse et cette originalité font que les recherches sur la flore algérienne ont un intérêt scientifique fondamental dans le domaine de l'ethnobotanique, de la pharmacopée traditionnelle mais également un intérêt scientifique appliqué dans le domaine de la valorisation des substances naturelles.



Figure 11: Les plantes médicinales

Figure 11: Les plantes médicinales.

2.1. Plantes médicinales

2.1.1. Définition

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle, et au moins certaines d'entre elles ont une valeur médicinale. Leur effet provient de leurs composés (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés existants (**Sanago, 2006**).

Les plantes médicinales sont utilisées en raison de leurs propriétés spéciales qui sont bénéfiques pour la santé humaine. En fait, ils sont utilisés de différentes manières, décoction, infusion et macération. Une ou plusieurs parties d'entre elles, racines, feuilles, fleurs peuvent être utilisées (**Dutertre, 2011**). Selon l'OMS, plus de 20000 plantes utilisées dans le monde pour ses propriétés médicinales, seulement 2000 à 3000 plantes ont été étudiées au niveau scientifique

2.1.2. Historique

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales (PAM) est associée à l'évolution des civilisations. De nos jours, ces plantes à parfum occupent une place prépondérante dans la découverte de nouvelles substances thérapeutiques, on estime que près de 50 % des agents thérapeutiques utilisés actuellement proviennent de sources naturelles, alors que moins de 10% des espèces végétales ont été étudiées pour leurs activités biologiques (**Linden G, 1981**). Au Moyen-Orient, 4000 ans avant Jésus Christ, les Sumériens usaient des plantes médicinales et aromatiques. Les Arabes conservèrent pendant des millénaires le monopole du commerce des épices et contribuèrent largement au progrès des techniques d'extraction des huiles et parfums (**Dohou N, 2003**). En Egypte, vers 2700 avant Jésus Christ, les plantes aromatiques étaient vendues à prix d'or ; les Egyptiens fabriquaient des produits aromatiques comme huiles, eaux parfumées, produit de beauté, mais aussi des préparations destinées à l'embaumement des momies ; Les rempiles recelaient de véritables laboratoires de parfums et de nombreuses recettes sont parvenues jusqu'à nous sous forme de hiéroglyphes. Mais beaucoup d'entre elles reste énigmatiques jusqu'à ce jour et font l'objet de beaucoup de sujets de recherches. Pour les Hébreux qui héritèrent des connaissances des Egyptiens, les substances aromatiques figuraient parmi les Offrandes qu'apportèrent les rois mages à l'enfant Jésus. Les huiles étaient réservées aux prêtres et au service Divin. En Grèce, XII avant Jésus Christ, les marchands phéniciens Ramenaient de leurs voyages des épices et des encens. On retrouve des noms de la mythologie grecque sur certaines plantes comme l'achillée meilleure feuille, la centaurée et la pivoine, (**Boukhatem MN, 2001**).

A l'époque d'Alexandre le Grand, le commerce des épices est à son point culminant, l'Alexandrie devient, avec sa bibliothèque de 700 000 volumes et son jardin aromatique, le phare de la science antique d'Euclide à Théophraste. Un progrès décisif dans l'histoire de la pharmacie est apporté un siècle plus tard par Galien. La galénique (mode de préparation des médicaments) est instaurée par lui. A cette époque, les plantes étaient de toutes fêtes et aucun plat n'était servi sans accompagnement d'épices et de condiments.

En Amérique, les Aztèques, les Mayas, les Incas et les habitants de la forêt tropicale avaient une parfaite connaissance des plantes médicinales et aussi des drogues et plantes toxiques (**Chevallier, 2001**). En Afrique la médecine traditionnelle utilise depuis des millénaires les plantes médicinales Plusieurs milliers des produits ont été recensés. Au moyen âge, après la chute de l'empire romain, l'Europe connaît un retour à la barbarie, un déclin général du savoir

et une Longue période d'obscurantisme. Il faudra attendre l'apport des Arabes pour assiste à une véritable Renaissance (**Boukhatem, 2001**).

Vers le 12^{ème} siècle, les croisades relancent les échanges entre l'Europe et le Moyen-Orient et contribue à la renaissance Italienne, dont le commerce des épices renaît. Concernant les arabes et les musulmans en particulier ; ils ont développés la médecine d'une façon très surprenante. Rappelons : DJABER IBN HAYAN et RAZI : puis IBN SINA (980, 1037) qui avait décrit plusieurs traités à ce sujet, le plus célèbre était «KANOUN EL TIB (les lois de la médecine) » (**Chevallier,2001**).

2.1.3. Types de plantes médicinales

Elle porte sur deux origines à la fois. En premier lieu les plantes spontanées dites "sauvages" ou " de cueillette " puis en second les plantes cultivées (**Bruneton J. 1999**).

2.1.3.1. Les plantes spontanées

Les plantes spontanées sont toutes plantes qui poussent naturellement dans une région sans y avoir été introduites par l'homme. Ce sont des espèces spontanées que l'homme utilise mais ne sème pas et ne cultive pas (**Bellakhdar J. 1997**). Les plantes spontanées vivaces constituent un facteur de protection de l'environnement contre l'érosion éolienne et hydrique, ainsi que la fixation du sol et des dunes. Certaines plantes spontanées forment un habitat naturel d'autres espèces faunistique (**Bézanger-Beauquesne, 1986**). La valorisation de bio ressource végétale spontanée à des fins alimentaire, médicales, cosmétique, peut constituer une voie de développement économique (**Ould el Hadj M D,2001**).

2.1.3.2. Les plantes cultivées

Une culture est une production végétale tirée de l'exploitation de la terre. Le terme plante cultivée désigne également une plante cultivée c'est-à-dire une espèce végétale cultivée, par exemple le blé ou la pomme de terre. Les plantes cultivées ont subi un processus de domestication, qui les a conduits à développer des caractères différents de leur ancêtre sauvage. Ou bien Un peuplement végétal cultivé est un ensemble de plantes d'une seule espèce et d'une seule variété (ou population) cultivée pour récolter un produit spécifique désiré par l'homme (**Belagoune, 2012**).

2.1.4. La récolte des plantes médicinales

Concernant la récolte, plusieurs éléments interviennent : le stade de développement de la plante, l'époque de l'année, et les parties de la plante à récolter. Il y a en effet quelques règles à suivre si vous voulez obtenir les principes actifs de la plante récoltée.

Quelle que soit la partie des plantes que vous cueillez, et quelle que soit la saison, le meilleur moment pour procéder à la récolte est le matin. Attendez que la rosée soit évaporée, et dépêchez-vous avant que le soleil ne commence à darder ses rayons : c'est le moment idéal. Selon les plantes, vous récolterez différentes parties : les racines, les feuilles, les fleurs, l'écorce... La teneur en principes actifs n'est pas la même selon les Parties utilisées. Vous pouvez utiliser les fleurs ou les feuilles d'une même plante pour soigner deux maladies différentes (**Sophie & Ehrhart, 2003**).

2.1.5. Les activités biologiques des plantes médicinales

Les principales activités biologiques relevées sont liées à la recherche de nouveaux composés antibactériens, antifongiques, anti inflammatoire, antiviraux, antidiabétiques etc. Là on cite quelques activités (**Pebret, 2003**).

2.1.5.1. Activité antioxydant

Le pouvoir antioxydant d'une plante dépend de présence des métabolites secondaires; surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir (**Pebret, 2003**).

2.1.5.2. Activité antimicrobienne

Il a été rapporté que les plantes riches en métabolites ont une activité antibactérienne et une activité antifongique. Aujourd'hui, la recherche destinée à trouver des nouveaux agents antimicrobiens possédant une efficacité plus importante que les drogues synthétiques d'une part et bien acceptée par l'organisme d'autre part, beaucoup de groupes de recherches ont étudié l'activité antimicrobienne des plantes médicinales, ils ont trouvé que ces plantes sont actives non seulement contre les bactéries mais aussi contre les champignons, les levures et les virus (**Pebret, 2003**).

2.1.6. Situation des plantes médicinales en Algérie

La flore Algérienne est caractérisée par sa diversité florale: Méditerranéenne, Saharienne et une flore Paléo Tropicale, évalué à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeable (15%) d'espèces endémiques. Ce qui a donné à la pharmacopée traditionnelle une richesse inestimable. (**Benkiki, 2006**).

2.1.7. Parties des plantes médicinales utilisables en phytothérapie

D'après **Pirard M., (2013)**, En phytothérapie, on utilise plusieurs parties de la plante notamment :

1. La partie souterraine de la plante : la racine, le tubercule ou le rhizome
2. Les parties aériennes : les tiges, les feuilles, les bourgeons ou les fleurs.

2.1.8. Les principes actifs

2.1.8.1. Définition des principes actifs

Les principes actifs sont des molécules contenues dans des plantes ou des préparations à base de plantes utilisées dans la fabrication de médicaments ; ils ont une activité thérapeutique curative ou préventive sur l'homme ou l'animal. La teneur de ces composés dans les plantes est généralement extrêmement faible, mais ce sont des ingrédients essentiels. Par conséquent, il est parfois important de réaliser une extraction pour isoler la seule partie de la plante d'intérêt (**Pelt, 1980**).

2.1.8.2. Les principaux éléments actifs des plantes

Les effets curatifs de certaines plantes sont bien connus. La camomille allemande, par exemple, est utilisée depuis des milliers d'années contre les troubles digestifs. Or, ce n'est que récemment que les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques des plantes ont été isolés et étudiés.

2.1.8.2.1. Alcaloïdes

Sont des substances naturelles azotées à réaction basique fréquente issus d'acides aminés. En générale, ils portent le nom du végétale qui les contient (**Kunkele et al, 2007**). Tous les alcaloïdes ont une action physiologique intense, médicamenteuse ou toxique. Très actifs, les alcaloïdes ont donné naissance à de nombreux médicaments (**Ali-Delille, 2013**).

2.1.8.2.2. Coumarines

Les coumarines sont des esters internes des acides composés. Ce sont des lactones phénoliques, qu'on trouve dans de nombreuses espèces végétales. Les coumarines du marronnier d'inde par exemple ont un effet antihémorroïdaire, les chromons d'Angelica archangelica ont une action apéritive (**Grunwald J et al, 2006**).

2.1.8.2.3. Flavonoïdes

Une bonne réponse dans le règne végétal est les pigments poly phénoliques, qui aident à colorer les fleurs et les fruits. Ils ont un domaine d'action important. Ils sont particulièrement actifs dans le maintien d'une bonne circulation et le contrôle du processus de croissance. Certains flavonoïdes ont également des effets anti-inflammatoires, antioxydants, antiviraux, antifongiques, antispasmodiques et protecteurs du foie, comme le chardon-Marie (**Iserin P, 2001**).

2.1.9. Mucilages végétaux

Ce sont des polysaccharides, que l'on trouve dans toutes les plantes et qui gonflent avec l'eau et produisent une substance visqueuse ressemblant à de la gélatine. Ils exercent un effet bénéfique sur l'inflammation des muqueuses. Ils ne sont pas éliminés rapidement par la digestion, et forment une couche protectrice sur la paroi gastrique enflammée, ce qui permet de lutter contre les effets néfastes de l'acide gastrique et de lutter contre la constipation. Parmi de nombreuses plantes contenant cet actif, on peut citer le lin (**Grunwald J et al, 2006**).

2.1.9.1. Résines

Sont des substances organiques non volatiles produites par l'écorce et le bois de certaines espèces d'arbres, principalement tropicales. Le dommage de l'écorce génère l'apparition de la résine, liquide épais, visqueux et collant inflammable non soluble dans l'eau de couleur jaune ou brune. Elles ont un effet désinfectant et anti-inflammatoire particulièrement pour le traitement des inflammations intestinales comme pour la myrrhe (**Iserin P, 2001**).

2.1.9.2. Saponosides

Le composant principal de nombreuses plantes médicinales, a de fortes propriétés moussantes et est un excellent émulsifiant. Leur principale caractéristique est la capacité de convertir des matières solides en matières fluides. Les saponines se présentent sous deux formes, les stéroïdes et les tréterpénoïdes. La structure chimique des stéroïdes est similaire à celle de nombreuses hormones humaines, tandis que les saponines tréterpénoïdes ont une activité hormonale plus faible, mais elles ont généralement des effets expectorants et digestifs, tels que la glycyrrhizine dans la réglisse (**Iserin P, 2001**).

2.1.9.3. Tanins

De nombreuses plantes contiennent plus ou moins de tanins. Ceux-ci donnent à la plante un goût amer. Les tanins sont des composés poly phénoliques qui rétrécissent les tissus en liant

les protéines et en les déposant pour former une couche protectrice. Les plantes riches en tanins sont largement utilisées pour traiter les maladies du système digestif ; utilisées pour la diarrhée, les ulcères et soulager les hémorroïdes, comme la soupe blanche (Iserin P, 2001).

2.1.9.4. Vitamines, minéraux, fibres et autres

Les plantes médicinales sont également sources de fibres, de vitamines, et de minéraux ; et riches en graisses, huiles et cires, ainsi qu'en acides insaturés tels les acides linoléique. Par exemple Citron (*Citrus limon*) contient des doses élevées de vitamine C et le pissenlit (*Taraxacum officinale*), un puissant diurétique, effet dû à sa concentration en potassium. (Iserin P, 2001).

2.1.9.5. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances odorantes qui se localisent dans les fleurs, feuilles, fruits, écorces et racines des plantes. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme produits du métabolisme secondaire (Gay, 1997). Elles sont très utilisées dans l'industrie des produits cosmétiques, pharmaceutiques et agro-alimentaires (Kaloustian et al., 2008).

Les huiles essentielles présentent un réel avantage en tant que moyen de lutte, du fait de leur faible rémanence, leur faible toxicité pour l'homme et de leur mode d'action sur les ravageurs (Ngamo et Hance, 2007).

Les monoterpènes qui rentrent en grande majorité dans la composition des huiles essentielles présentent une toxicité inhalatrice, ovicide, larvicide et adulticide à l'égard des différents ravageurs. Ces monoterpènes ainsi que les composés polyphénoliques provoquent une perturbation de la motricité naturelle de l'insecte (Regnault-Roger et al., 2002).

Selon Chararas (1989), les effets exercés par les plantes aromatiques ainsi que leurs composés allélochimiques sont multiples :

- Effet toxique, phagostimulant, répulsif, attractif ou défensif à l'égard des ravageurs ;
- Effet variable selon le stade du cycle reproductif de l'insecte (ovicide ou larvicide).

2.2. Généralité sur les huiles essentielles

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C. Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation

humaine depuis ses premières genèses. Les égyptiens puis les grecs et les romains ont employé diverses matières premières végétales ainsi que les produits qui en découlent, notamment les huiles essentielles. Ces utilisations concernaient différents domaines : parfumerie, médecine, rites religieux, coutumes païennes... etc. (**Baser & Buchbauer, 2010**).

Les HE n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs : il y aurait 17500 espèces aromatiques. Les genres capables d'élaborer les constituants qui composent les HE se répartissent en un nombre limité de familles, ex : Apiaceae, Astéraceae, Cupressaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Piperaceae, Poaceae, Rutaceae, Zingiberaceae, ect (**Bruneton, 2009**).

La diversité chimique de ses substances naturelles représente le résultat d'un processus d'évolution biochimique souvent imposé par les phénomènes de co-évolution entre la plante et les autres organismes qui interagissent avec elle. Les composés phénoliques, représentative de ces produits et comprennent chacune une dizaine de milliers de structures chimiques différentes (**Croteau et al., 2000**).

Avant de décrire les principaux procédés d'obtention des principes actifs et plus particulièrement des HEs, il nous a paru utile et intéressant de présenter, dans ce chapitre, une esquisse générale des traits les plus caractéristiques de ces huiles.

2.2.1. Définition d'huile essentielle

Il s'agit d'un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques. Elle concentre l'essence de la plante, autrement dit son parfum. Il s'agit de substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs. Il faut ainsi une très grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres d'huiles essentielles (**Nogaret-Ehrhart, 2003**).

Selon la pharmacopée européenne : « L'huile essentielle est un Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition » (**Willem, 2004**).

2.2.2. Différence entre huile essentielles et huile végétale

Les huiles végétales sont des corps gras à 100%, elles ont donc une texture huileuse, extraites de graines de fleurs ou de céréales « grasses » (olive, tournesol, germe de blé...), elles sont non volatiles. Au contraire les huiles essentielles sont volatiles, non grasses, et solubles dans les huiles végétales. Les huiles végétales ne sont jamais contre-indiquées pendant la grossesse, contrairement aux huiles essentielles qui elles doivent s'employer avec précaution quand on est enceinte. (Debbous et al, 2018).

2.2.3. Conservation des huiles essentielles

La durée de conservation, la qualité et les propriétés bénéfiques d'une huile essentielle dépendent en grande partie de la façon dont elle est conservée. Lorsqu'elle est stockée dans le bon récipient et à la bonne température, une huile essentielle peut se conserver plusieurs années.

2.2.4. Facteurs qui influent sur la durée de conservation d'une huile

- ✓ **La qualité** de la plante d'origine et de la récolte
- ✓ **Les conditions** dans lesquelles l'huile est distillée puis embouteillée
- ✓ **La manipulation** de l'huile par le client
- ✓ **La chaleur** : En raison de leur nature inflammable, les huiles essentielles ne doivent jamais être conservées à proximité de flammes nues ou de toute source de chaleur ou de feu. Le fait d'être exposée à la chaleur accélère la détérioration d'une huile.
- ✓ **L'oxygène** : Lorsque les huiles sont exposées à l'air/l'oxygène, elles s'oxydent et leurs composants volatils commencent à disparaître. Cela signifie que leur parfum s'estompe. Cela est souvent dû au fait que le flacon d'huile reste ouvert pendant une trop longue période. Il est donc important que les bouteilles restent bouchées lorsque les huiles essentielles ne sont pas utilisées.
- ✓ **La lumière** : Lorsque les huiles essentielles sont conservées dans des endroits ensoleillés, leurs propriétés sont modifiées. C'est pourquoi les huiles essentielles sont vendues et stockées dans des bouteilles de couleur sombre, généralement en verre

fumé. Cela empêche les rayons UV de pénétrer dans la bouteille et d'altérer la qualité de l'huile.

- ✓ **L'humidité :** Si un flacon d'huile est laissé ouvert trop longtemps, elle peut devenir trouble. Cela est dû à l'humidité : des molécules d'eau se sont mélangées aux molécules d'huile. Il est donc important de maintenir les flacons d'huiles essentielles bien fermés.

2.2.5. Propriétés physiques des huiles essentielles

Les HE sont des composés volatiles, naturels, liquides, limpides, rarement colorés et complexes caractérisés par une forte odeur. Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques avec densité généralement plus faible que celle de l'eau (**Bakkali et al., 2008**). Selon **Riotte (2015)**, les HE sont de couleur jaune, mais certaines se distinguent : les HE de la camomille Allemande et de la tanaisie sont bleues, celle de la sarriette est rouge. La couleur de l'HE de la bergamote est d'une très jolie verte pale, et celle de l'inule, vert émeraude. A température ambiante, les HE sont liquides, hormis quelques cas particuliers : les HE de la myrrhe et du santal sont plutôt visqueuses et celle de la rose et du camphrier peuvent être cristallisées. A basse température, certaines HE se cristallisent, tel est le cas des HE de l'anis, de la menthe des champs ou du thym lorsqu'elles sont stockées au réfrigérateur. Elles possèdent un indice de réfraction élevé et ont souvent un pouvoir rotatoire. Les HE sont altérables, sensibles à l'oxydation, mais ne racissent pas. Elles ont, en effet, tendance à se polymériser pour former des produits résineux. Leur conservation nécessite de l'obscurité (flocons en verre opaque) et un lieu exempt d'humidité (**Couic-Marinier et Lobstein, 2013**).

Les HE possèdent un point d'ébullition qui est toujours supérieur à 100 °C et dépend de leurs poids moléculaires, par exemple les points d'ébullition du caryophyllène, du géraniol, du citral et du α -pinène sont 260, 230, 228 et 156°C respectivement (**Abou Zeid, Lamamra, 2018**), mais d'après (**Valnet, 1984**), ce point varie de 160 à 240°C.

Ces essences ont des propriétés antiseptiques, insecticides, fongicides, bactéricides et agissent dans les domaines de santé, (**Willem, 2004; Anton et al., 2005**).

Effet antibactérien: Inhibition des bactéries, (phénols, aldéhydes et cétones).

Effet antiviral: Traitement des virus de l'herpès, la grippe, le sida,

Effet antifongique: s'opposent au développement des champignons et moisissures.

Effet antiparasitaire: Inhibition et destruction des parasites, (phénols...)

(Fouché et al, 2000; Hostesttman et al., 2000).

Effet insecticide : Les HE peuvent s'appliquer en cas de piqûres d'insectes.

Effet de cicatrisation et anti-brûlure.

2.2.6.Organes sécréteurs des huiles essentielles

Tous les organes peuvent renfermer des HE surtout les sommités fleuries (lavande, menthe,ect), mais aussi les feuilles (citronnelle, eucalyptus), et bien que cela soit moins habituel, dans les racines (vétiver), les rhizomes (gingembre), les écorces (cannelle), le bois (camphrier), les fruits (poivre), ainsi que dans les graines (muscade) (**Boukhobza et Geotz, 2014 ;Bruneton, 2009 ; Mahfouf,2010**).

Les HE sont stockées dans des cellules sécrétrices, cavités, canaux, poils épidermiques ou trichomes glandulaires. Quantativement, la teneur en HE est plutôt faible, assez souvent inférieure à 10ml /kg. Une teneur forte comme celle du bouton floral de giroflier (150ml /kg est plus dans le bouton séché) est exceptionnelle (**Bruneton, 2009**).



[A]



[B]

Figure12.Glande sécrétrice dans la face inférieure de la feuille d'Origanum vulgare (B) : Poils épidermiques sur le calice d'une fleur de l'origan. (**Svoboda et al., 2000inLamamra, 2018 ; Porter,2001**)

Figure 12:Glande sécrétrice dans la face inférieure de la feuille d'Origanum vulgare (B):poils épidermiques sur le calice d'une fleur de l'origan.

2.2.7.Composition chimique des HEs

Comme toute substance, les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Le nombre de composants isolés est d'environ des milliers et il en reste beaucoup à découvrir. Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes (les composés terpéniques) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane,

beaucoup moins fréquents. Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton, 1999**).

A- Les terpènes

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'une unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C₅H₈). Ces groupes est subdivisé selon le nombre d'entités isoprènes en deux sous-groupes principales représentent la majorité des composés terpéniques : mono-terpènes formés de deux isoprènes (C₁₀H₁₆) ; et sesquiterpènes, formés de trois isoprènes (C₁₅H₂₄). Seuls les terpènes dont la masse moléculaire est relativement faible (mono – et sesquiterpènes) sont rencontrés dans les huiles essentielles (**Bruneton, 1999**) et leur confère un caractère volatil et est à la base de leurs propriétés olfactives (**Pibiri, 2005**).

A.1. Monoterpènes

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité (90%) est rencontrée dans les huiles essentielles. Ils comportent deux unités isoprène (C₅H₈), selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales. (**Aiache et al., 2012**).

A.2. Sesquiterpènes

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en C₁₅H₂₂ (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature. (**Aiache et al., 2012**).

B. Composés aromatiques

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles, très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénol. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des

caractères organoleptiques des huiles essentielles. Nous pouvons citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle (Teisseire, 1991).

C. Composés d'origine divers

Compte tenu de leur mode d'extraction, les HE peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydrodistillation carbure : acide (C3 à C10), alcools, aldéhydes (octanal, décane ...), ester, lactones, produits azotés ou soufrés (Boukhobza & Goetz, 2014).

On peut citer dans ce groupe les composés soufrés des moutardes, l'anthranilate de méthyle du bigaradier, les phtalides, certains dérivés coumariniques...ect (Aiache *et al.*, 2012).

2.2.8. Méthodes d'extraction des extraits végétaux

L'extraction est une opération qui consiste à séparer certains composés d'un organisme (animal ou végétal) selon diverses techniques, (AFNOR, 2000). Cette phase d'extraction de molécules organiques est primordiale dans les domaines de la chimie thérapeutique. Il existe plusieurs méthodes d'extraction dont certaines ont été développées par les artisans parfumeurs bien avant l'essor de la chimie moderne. Le procédé adéquat pour l'extraction des huiles essentielles dépend de la partie de la plante qui contient le produit volatil à extraire. Il faut en général choisir la technique la mieux adaptée parmi les trois les plus couramment utilisées : La macération, la décoction ou l'hydrodistillation. (Bachelot *et al.*, 2006).

➤ La Macération.

Elle consiste à tremper un corps dans un liquide adéquat pour en extraire les composés solubles. On peut extraire facilement des huiles essentielles de certaines plantes : Anis étoilé (80% d'anéthole et d'estragol), Cumin (Cuminaldéhyde), Cannelle. (Bachelot *et al.*, 2006).

➤ La Décoction.

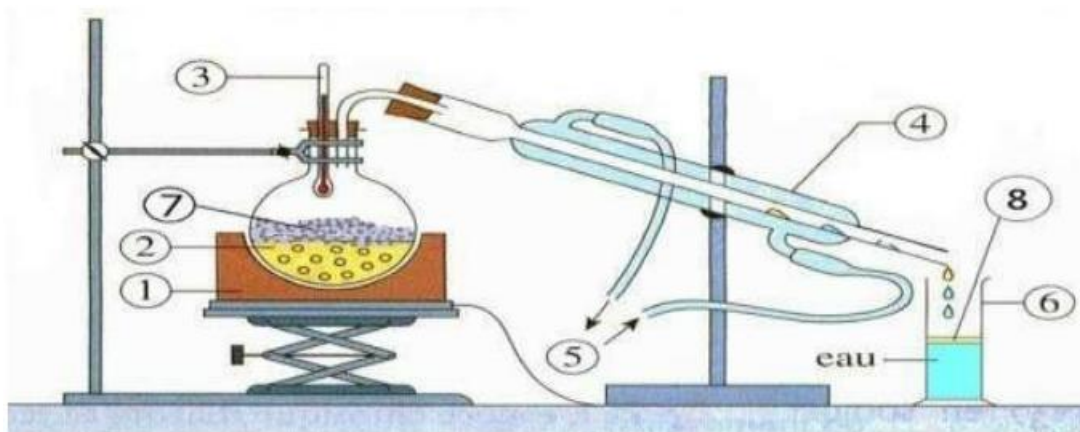
Elle consiste à placer une plante dans de l'eau et faire bouillir quelques temps pour extraire les composés solubles de la plante tel que l'eucalyptol des feuilles d'eucalyptus (Bachelot *et al.*, 2006).

2.2.8.1. Les méthodes classiques d'extraction

a. Hydrodistillation

L'Hydrodistillation est le procédé chimique le plus ancien, comme son nom l'indique, elle consiste à distiller un composé par entraînement à la vapeur d'eau et ne nécessite pas beaucoup de matériel. Elle est réalisée en 2 étapes, (**Bachelot *et al.*, 2006**).

La partie de la plante contenant la molécule à extraire est placée dans un ballon avec de l'eau. En chauffant, l'eau s'évapore entraînant avec elle les molécules aromatiques. En passant dans un réfrigérant, l'eau se condense, (**fig.01**) et il se forme 2 phases distinctes: l'hydrolat (eau florale) avec une densité élevée et la phase supérieure d'huile essentielle. (**Bachelot *et al.*, 2006**).



1)-chauffe ballon ; 2)-ballon ; 3)- thermomètre ; 4)- réfrigérant ; 5)- entrée et sortie d'eau ; 6)-erlenmeyer ; 7)- matière à extraire l'essence ; 8)-couche d'huile essentielle

Figure 13.Le dispositif expérimental de la technique d'hydrodistillation (**Lucchesi, 2005**).

Figure 13:Le dispositif expérimental de la technique d'hydrodistillation.

b. La distillation à la vapeur saturée

Appelé aussi la distillation sèche, elle est utilisée pour la séparation des produits chimiques liquides contenus dans des matériaux solides. La plante est placée sur une grille perforée au dessus de la base de l'alambic, séparée de l'eau. (**Lucchesi, 2005**).

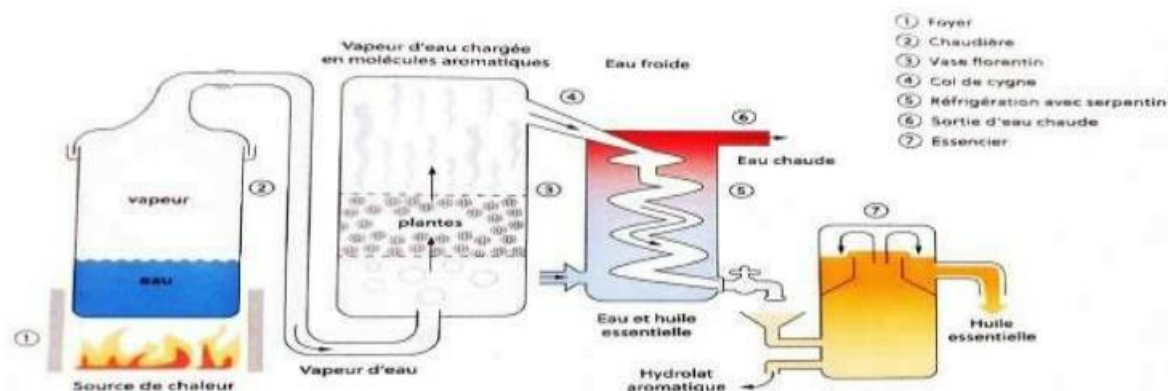


Figure14. procédé de l'entraînement à la vapeur d'eau (Couic-Marinier et Touboul,2017).

Figure 14:Procédé de l'entrainement à la vapeur d'eau.

La vapeur d'eau se dirige vers le haut pour faire éclater les cellules à essence et entraîne avec elle les molécules odorantes. La vapeur passe ensuite à travers un réfrigérant ou l'huile et l'eau se séparent, (Padrini et Lucheroni, 1996; Lucchesi, 2005).

c. L'Hydrodiffusion

Elle consiste à pulser la vapeur d'eau à faible pression (0.02-0.15 bar) à travers la masse végétale, du haut vers le bas. La composition du produit obtenu est qualitativement différente de celle des produits obtenus par les méthodes classiques, (Brunetton, 1999).

d. L'expression au solvant volatil

En utilisant l'hexane ou le benzène comme solvant, suite à leur grand pouvoir de solubilisation et de leur volatilité, le matériel végétal, est placé dans des cuves appelées extracteurs avec solvant puis on effectue plusieurs lavages successifs. Le mélange est mis dans un décanteur pour obtenir deux phases: eau du végétal et le solvant avec les Huiles Essentielles, (Bachelot et al., 2006).

e. L'expression à froid

Le principe est basé sur la pression du contenu des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits. C'est une méthode qui consiste à briser par pression les poches à essence (péricarpe du fruit) pour recueillir un mélange d'essences odorantes et d'eau. Peu coûteuse mais limitée aux agrumes, (Lucchesi, 2005).

d. L'enfleurage (à froid ou à chaud).

L'enfleurage à froid tend à piquer des fleurs fraîches dans de la graisse qui absorbe les molécules odorantes. On remplace les fleurs pour gorger au maximum les graisses: C'est le défleurage. La graisse est ensuite lavée à l'alcool (Bachelot et al, 2006). Et l'enfleurage à chaud (ou digestion) consiste à faire fondre dans des marmites au bain-marie de la graisse à laquelle on ajoute les fleurs. Puis on filtre à travers des couches de tissus (lin et coton).



Figure 15. Schéma du dispositif expérimental pour enfleurage a froid (Plaques de verre enduites de graisse).

Figure 15:Schéma du dispositif expérimental pour enfleurage a froid (plaques de verre enduites de graisse).

f. Les nouvelles méthodes d'extraction**f.1. l'extraction au CO₂ supercritique**

Le terme supercritique signifie que le CO₂, sous pression à 31°C, (75 bars à 30°C) se trouve entre l'état liquide et l'état gazeux et il est capable de dissoudre des composés organiques. La matière végétale est chargée dans l'extracteur avec le CO₂ supercritique sous pression et réfrigéré. Le mélange est recueilli dans un vase à pression réduite. Le CO₂ s'évapore et il reste l'huile, (Guignard, 2004; Bachelot et al., 2006).

g. La distillation fractionnée

Technique utilisée en parfumerie qui permet d'isoler les constituants d'une HE qui sont appelés isolats et qui peuvent être utilisés tel quel pour renforcer l'odeur ou transformé pour donner une nouvelle odeur, (**Adam, 2005**) comme Le linalol (extraits de la lavande), Le limonène(citron) et L'eugénoI (clou de Girofle).

h. Extraction assistée par microonde

Le procédé d'extraction est basé sur l'absorption de l'énergie de la micro-onde par les composantes du matériel végétal et qui sont mesurées par une constante diélectrique, cette absorption dépend de la fréquence de l'onde et de la température du matériel végétal, (**Guignard, 2004**).

En conclusion, il faut savoir que le choix d'une technique d'extraction des extraits végétaux des plantes aromatiques doit être adapté aux composés spécifiquement recherchés. Chacune d'elles étant sélective, l'option dépend du type de produit souhaité.

2.2.9.La toxicité des huiles essentielles

De nombreux ouvrages font référence à la toxicité de nombreux produits sur le marché, la plupart du temps, sous le terme de toxicité sont décrites des données expérimentales accumulées en vue d'évaluer le risque que présente leur emploi (**Saidj, 2007**).

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de molécules, dont on peut distinguer deux groupes : les terpènes et les aromatiques. Les terpènes et leurs dérivés sont formés d'unités isopréniques (unités penta carbonnées ramifiées). Pour cette gamme de composés, seules les molécules de poids faible, entre 10 et 20 atomes de carbones, sont présents dans les huiles essentielles. Par conséquent, elles peuvent plus facilement pénétrer notre peau et ainsi provoquer des allergies et des inflammations (**Cazzola et Doublet Doublet, 2015**).

Cependant, ces effets sont provoqués majoritairement par d'autres composés comme les lactones sequiterpéniques, l'aldéhyde cinnamique et les phénylpropanoïdes. Les huiles essentielles contenant certains composés aromatiques, notamment les phénols et dérivés, comme l'eugénoI, le thymol et le carvacrol, sont à utiliser avec précautions. Ces molécules peuvent provoquer de sévères irritation sur les peaux sensibles ou les muqueuses. De plus, les

cellules du foie peuvent se trouver altérées, lorsque les doses prises sont élevées et que la durée de la cure est longue.

D'autres familles de composés s'avèrent être également toxiques. Ceux sont les cétones, les aldéhydes et quelques ester. Les conséquences sur notre santé vont de la photosensibilisation aux risques d'avortement, dans les cas les plus graves (**Cazzola & Doublet Doublet, 2015**).

Les cétones comme l' α thujone sont particulièrement toxiques pour les tissus nerveux (**Franchomme et al., 1990**). Il existe aussi quelques HEs dont certains composés sont capables d'induire la formation de cancers (**Homburger & boger 1968**). C'est le cas par exemple de dérivés d'allylbenzènes comme le safrole (Sassafras), l'estragole (*Artémisia dracuncululus*), la 3-asarone (*Acorus calamus*) et le méthyl-eugénole . des chercheurs ont mis en évidence l'activité hepato-carcinogénique de ces composés chez les rongeurs (**Wiseman et al., 1987**).

Il existe d'autres composés volatils qu'ont montré une activité cytotoxique contre divers lignées cellulaires cancéreuses (gliomes, cancer du colon, du poumon, du foie, du sein, etc.). le géraniol, un alcool monoterpénique très fréquent dans les HEs, diminue la résistance des cellules cancéreuses du colon (TC118) envers le 5-fluorouracil, un agent anticancéreux.

Les effets toxiques des HEs sont très variables d'une huile essentielle à l'autre et dépendent beaucoup de la sensibilité des consommateurs. Ainsi, il est nécessaire que les fournisseurs d'huiles essentielles identifient et quantifient les composés potentiellement toxiques, afin d'informer au mieux les utilisateurs. (**Cazzola et Doublet Doublet, 2015**).

2.2.10. Propriétés des huiles essentielles

2.2.10.1. Propriétés physicochimiques

Les huiles essentielles sont :

- Liquides à température ambiante, incolores ou jaune pâle.
- Non ou peu miscible à l'eau.
- Solubles dans les solvants organiques et alcools.
- sont volatiles, odorantes et inflammables
- Leur densité est le plus souvent inférieure à 1 (**Rhayour, 2002**).
- Entraînables par la vapeur d'eau (**Bruneton, 1987**).

- Elles sont altérables et très sensibles à l'oxydation (Jacques & Paltz, 1997).

2.2.10.2. Propriétés pharmacologiques

- Un pouvoir antiseptique.
- Expectorantes et diurétiques.
- Spasmodiques et sédatives (Vokou et al., 2002).
- Pouvoir irritant (Brunton, 1993).
- Dépurative ou Cicatrisante (Lavande) (Caillard, 2003).
- Activité analgésique (Origan, Thym) (Schwammle et al., 2001).

2.2.11. Domaines d'application des huiles essentielles

2.2.11.1. En pharmacie

Quelques huiles essentielles utilisées en thérapeutique. Ce sont principalement les propriétés antiseptiques et antifongiques qui sont reconnues par les autorités sanitaires. Différentes spécialités pharmaceutiques sont sur le marché. La tendance actuelle serait l'utilisation bénéfique de cette activité antiseptique, notamment pour purifier l'air atmosphérique dans l'air atmosphérique dans les centres de soins et aussi dans les maisons individuelles par diffusion d'huile essentielle dans l'air. Les huiles essentielles sont rajoutées dans la formulation des spécialités pharmaceutiques, pour masquer le mauvais goût de médicament (Kaloustin, 2012).



Figure 16. des médicaments à base de l' HES d'ortie.

Figure 16: Des médicaments à base de l'HEs d'Ortie.



Figure17.des médicaments à base de l' HES de laurier

Figure 17:Des médicaments à base de l'HEs de Laurier.

2.2.11.2.En cosmétologie

Les HEs sont largement utilisées dans la fabrication des produits cosmétiques tels que les parfums, savon, lotion et pommade de soins (Wilson, 2002 ; Worwood, 2001 Aquino ; 2002). D'après (Demange & serrano, 2007), les huiles essentielles sont connues depuis des millénaires pour leurs incroyables vertus, elles sont utilisées comme conservateurs, parfums naturels et agents actifs efficaces dans les produits cosmétiques bios. Cependant, étant des produits actifs très concentrés, il est nécessaire de respecter le dosage.



Figure 18.des produits de cosmétiques à base des HEs d'ortie et de laurier

Figure 18:Des produits cosmétiques à base des HEs d'ortie et de laurier.

2.2.11.3.En agroalimentaire

Les HEs peut être utilisées comme additifs alimentaires (Deba *et al.* ; 2008). Elles sont actuellement employées comme aromes alimentaires, et peuvent servir en même temps comme agent de conservation des aliments, grâce à leur effet antimicrobien, et ce d'autant plus qu'elles sont reconnues comme saines (Caillet et Lacroix, 2007).

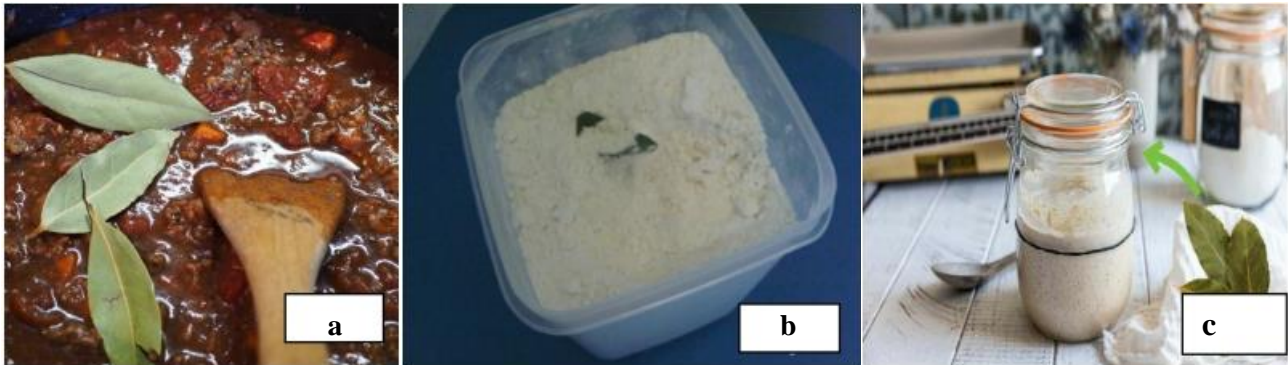


Figure 19. (a) l'utilisation des feuilles de laurier dans les plats, (b) ;(c) l'utilisation de laurier comme conservateur dans la farine.(Wiki).

Figure 19:(A) l'utilisation des feuilles de laurier dans les plats , (b);(c) l'utilisation de laurier comme conservateur dans la farine.

Chapitre 03

Matériel & Méthodes.



Chapitre III. Matériel & Méthodes.

INTRODUCTION

L'objectif de cette étude est de mettre en valeur certaines plantes aromatiques et médicinales (PAM) locales pour lutter contre l'espèce ravageuse des denrées stockées *Rhyzopertha dominica*, tout en remplaçant les pesticides chimiques par des pesticides naturels qui préserveront l'environnement. Notre recherche a commencé par la collecte de deux plantes locales vue leurs importances l'ortie et laurier (prélèvement en mois décembre), la deuxième étape c'était l'extraction des huiles essentielles et enfin l'application des tests d'efficacité pour l'évaluation de leurs propriétés répulsives et insecticides.

Les équipements employés dans ce Travail sont de trois catégories :

- (1) matériel biologique végétal, composé de deux espèces végétales locale de la région de Bouhadjar, de la wilaya d'El Tarf : *l'Ortie (Urtica dioica) et laurier (lauris nobilis)*,
- (2) matériel biologique animal, composé de l'insecte ravageur *Rhyzopertha dominica*,
- (3) équipements du laboratoire.

3.1. Matériel Biologique animal

3.1.1. Description et biologie de Petit capucin des grains *Rhyzopertha dominica*

Le capucin est vraisemblablement originaire d'Asie du Sud-est ; il est actuellement répandu dans l'ensemble des zones tropicales, subtropicales et tempérées chaudes. Il est devenu, en raison de sa tolérance à de nombreux insecticides et en particulier au phosphore et d'hydrogène, le principal ravageur des stocks de blé et de riz dans différentes régions d'Asie (**Delobel et Tran, 1993**). Le petit capucin des grains *R. dominica* a une aire de répartition cosmopolite avec une affinité pour les régions tropicales et subtropicales où les températures, entre 21 et 35 °C, sont adéquates à son développement (**Lepesme, 1944**). En 1792 Fabricius a décrit *Rhyzopertha dominica*, sa position systématique est la suivante (**Potter, 1935**) :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Ordre	Coleoptera
Famille	Bostrychidae
Genre	<i>Rhyzopertha</i>
Espèce	<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius, 1792).

3.1.2. Les stades du développement de *Rhyzopertha dominica* (Fab.)

Le petit capucin des grains est un ravageur de blé stocké à l'échelle mondiale. C'est la plus petite des espèces de Bostrychidae et passe par quatre stades de développement à savoir l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte.

❖ *Œuf*

L'œuf est généralement blanc au moment de la ponte, tournant au rose ou brun avant l'éclosion, de forme ovoïde, de 0,6 mm de longueur et de 0,2 mm de diamètre (Potter, 1935).

❖ *Larve*

A l'éclosion, la larve présente une épine pygidiale caractéristique, de couleur jaune, insérée au bord dorsal d'une cavité formant ventouse. Immobile à maturité, la larve mesure un peu moins de 3 mm de long, elle est de couleur blanche à tête brunâtre, avec des mandibules plus sombres armées de 3 dents distinctes.

❖ *Nymphe*

La nymphe se forme après la dernière mue larvaire et ne se nourrit pas. Chez certaines espèces, elle est enfermée dans un cocon tissé par la larve. Durant sa vie nymphale, l'insecte subit une métamorphose interne et externe complète qui mène au stade adulte (Delobel et Tran, 1993).

❖ *Adulte*

L'adulte est de couleur brun plus ou moins rougeâtre, de forme cylindrique avec des côtés nettement parallèles (caractéristiques des Bostrychidae) (Fig.11). Il mesure 2.2 à 3 mm de long. Cet insecte présente des antennes en massues de 3 articles. Vu de la face

dorsale, le pronotum se termine par une rangée de dents régulières (12 à 14) et des tubercules aplatis en arrière. Les élytres sont bien développés et ponctués longitudinalement (**Delobel et Tran, 1993**).

La différenciation des sexes est basée sur des caractères externes. Chez la femelle, le dernier segment abdominal a généralement une coloration plus pâle que le reste de l'abdomen. Chez le mâle, une ligne transversale de points enfoncés au milieu de ce même segment est observée.



Figure 20. Vue dorsale de l'adulte de *Rhyzopertha dominica* F. (**Hassaine Kh., 2024**).

Photo originale –GrX4)

Figure 20:Vue dorsale de l'adulte de Rhyzopertha dominica F.

3.1.3. Cycle biologique

Les œufs sont pondus, soit isolément, soit en petits amas à l'intérieur des grains attaqués ou à leur surface, parfois parmi les débris qui gisent entre eux. Une femelle peut pondre de 300 à 400 œufs au cours de sa vie (**Koehler et Pereira, 1994**). La durée moyenne d'incubation de l'œuf est de 15 jours à 26°C et 65% d'humidité relative (**Potter, 1935**).

Après l'éclosion, la larve s'introduit dans le grain en creusant des tunnels et continue son développement à l'intérieur (**Thomson, 1966**). Le nombre de mues varie de 2 à 4 à une température de 29°C et de 70 à 80% d'HR. Le même auteur a estimé la durée de développement des différents stades larvaires à 17 jours et les stades prénymphe et nymphe à 7 jours dans les mêmes conditions. La durée totale du cycle est en moyenne de 38 jours.

La température optimale pour le développement de *R. dominica* est d'environ 28 °C. L'espèce est plus sensible au froid, une température de 21 °C arrête sa multiplication et les

adultes ne survivent pas à 3°C; l'adulte (**Fig.11**) peut supporter des températures assez élevées, mais une exposition de 3 min à 50 °C suffit pour le tuer (**Lepesme, 1944**).

La nymphose est effectuée dans la cavité d'alimentation, à l'intérieur du grain et l'insecte prend la forme d'un adulte progressivement, elle dure d'environ 5 à 6 jours à 28°C et 8 jours à 25°C (**Mason, 2003**).

Les adultes restent généralement dans la graine pendant quelques jours avant l'émergence (**Hagstrum et al., 2012**).

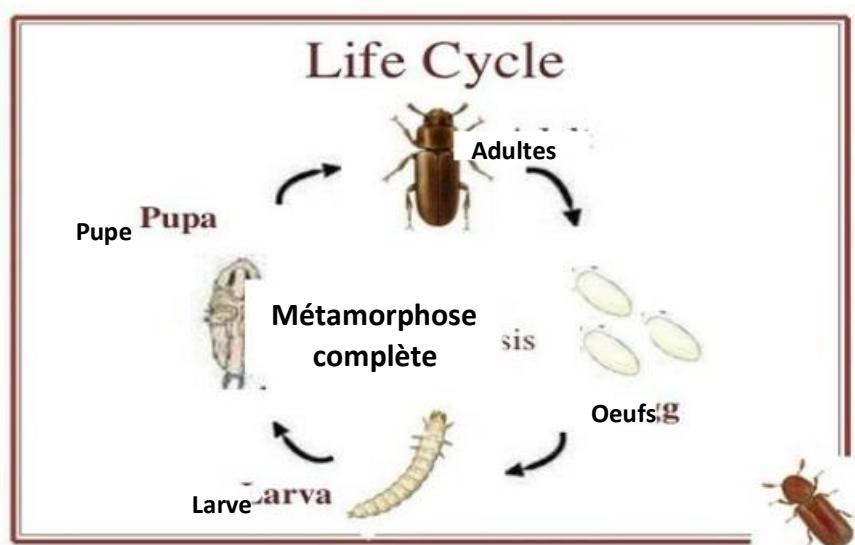


Figure 21. Cycle biologique de *Rhyzopertha dominica* (**Anonyme 2, 2020**)

Figure 21: Cycle biologique de *Rhyzopertha dominica*.

3.1.4. Dégâts causés par l'insecte

L'espèce *R. dominica* est le plus grand ennemi des grains, après *Sitophilus oryzae*, c'est un ravageur dévastateur de blé stocké. Les dégâts sont commis par les adultes qui réduisent en poudre le contenu du grain, germe et albumen. Il infeste le blé, riz, maïs, orge, sorgho, millet, et leurs dérivés boulgour (grains de blé ayant subi un trempage suivi d'une cuisson, puis éclatés) **Fig.13** (**Robiche et al., 2002**).

Selon **Trematerra et al. (1999)**, les dégâts causés par les ravageurs primaires *Rhyzopertha dominica* et *Sitophilus oryzae*, sur des grains entiers, peuvent faciliter leur colonisation par des ravageurs secondaires.

Cette constatation a été expliquée par l'émission de substances volatiles attractives détectées par ces insectes ainsi que la présence de farine produite servant de nourriture aux jeunes larves et aux prédateurs secondaires.



Figure 22. Dégâts causés par *R. dominica* sur le blé (anonyme, 2020).

Figure 22: Dégâts causées par *R. dominica* sur le blé.

3.2 Le matériel biologique végétal

Notre étude est basée sur l'extraction des huiles essentielles extraites des feuilles des deux plantes médicinales *Urtica dioica* L. et *Laurus nobilis*

3.2.1. Présentation de l'espèce Ortie dioïque, *Urtica dioica* L.

La plante étudiée a été choisie sur la base de ses multiples bienfaits et de son abondance en Algérie. L'Ortie dioïque (**Fig. 23**), genre *Urtica*, espèce *dioica*, (du latin *uro* ou *urere* = « celle qui brûle », *dioica* = fleurs mâles et fleurs femelles sur des pieds séparés) (**Delahaye, 2015**) appartient à la famille des Urticacées qui compte environ 50 genres et 700 espèces. Elle a été récoltée à 45 Km à l'Est de la wilaya d'El Tarf (vers la commune de Bouhadjar).

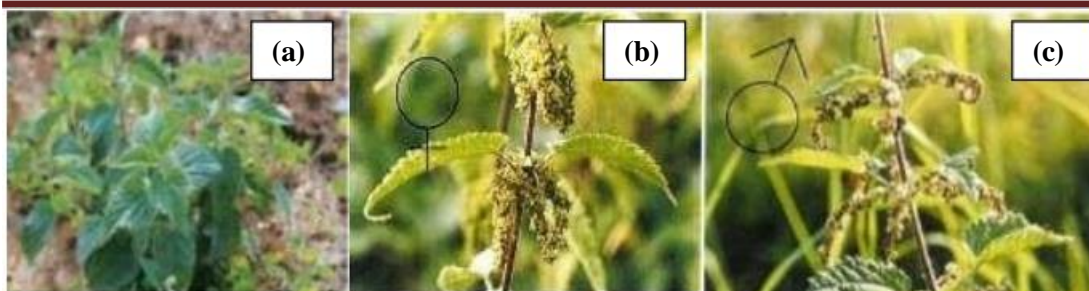


Figure 23: L'ortie dioïque: photo parties aériennes (a), fleurs femelles en grappes pendantes (b) et (c) fleurs mâles en épi ou en chatons, (Draghi, 2005; Fontaine, 2010).
Figure 23:L'ortie dioïque: photo parties aériennes (A), fleurs femelles en grappes pendantes (B) et (C) fleurs males en épi ou chatons.

❖ *Description botanique*

L'ortie dioïque est une plante herbacée vivace, vigoureuse et sa taille peut atteindre un mètre. Les feuilles vertes sont opposées, pétiolées, stipulées, dentées et velues sur les deux faces. Les tiges sont quadrangulaires et portent des poils urticants, (Fontaine, 2010). On distingue les Urticacées à poils urticants (genre *Urtica*) ou sans (genre *Parietaria*) (Ghedira et al., 2009). Selon Quezel et Santa (1963), *Urtica dioica* L. sa position systématique est la suivante :

- **Règne:** Plantae (plantes).
- **Sous-règne:** Tracheobionta (plantes vasculaires).
- **Embranchement:** Magnoliophyta (phanérogames).
- **Sous-embranchement :** Magnoliophytina (angiospermes).
- **Classe:** Rosidae.
- **Ordre:** Rosales.
- **Famille:** Urticaceae.;
- **Genre:** *Urtica* L.
- **espèce:** *Urtica dioica* L.

❖ *Distribution géographique*

L'ortie pousse dans les régions tempérées du monde. Les jeunes pousses sont récoltées au printemps. Aujourd'hui, elle est naturalisée sur tous les continents où il y a des zones tempérées. Préférant un sol riche en azote et sa floraison, se produit de juin à septembre. Elle colonise volontiers les abords des lieux habités qui sont négligés (Poirier, 2005; Langlade, 2010; Bhuwan et al. 2014). En Algérie, l'Ortie est commune dans tout le littoral algérien (Djurdjura, Atlas de Blida, Miliana, Boumerdès) (Beloued, 1998).

❖ *Récolte*

La récolte de l'ortie se fait dès le mois d'avril pour la consommation (jeunes pousses), puis de juin à septembre pour la récolte de plante entières. On récolte les parties aériennes de l'ortie juste avant la floraison ou peu de temps après. Les feuilles contiennent une grande concentration de principes actifs, contrairement aux autres parties de la plante (Wicki, 2004).

❖ *La Composition chimique*

La composition chimique des différents organes de l'*Ortie dioïque*, à savoir les feuilles, les fruits, les racines et les poils, a été le sujet de nombreuses études depuis la seconde moitié du 19^{ème} siècle.

La reconnaissance de l'importance médicinale des Orties a commencé au début du 20^{ème} siècle. Depuis, des progrès considérables ont été réalisés dans la découverte de la structure des composés, grâce aux améliorations des techniques de séparation et des méthodes spectroscopiques. Les constituants d'ortie dioïque sont d'un intérêt, car les extraits des racines et des feuilles sont largement utilisés en médecine traditionnelle dans de nombreuses régions du monde. La partie chimique active d'ortie dioïque comprend près de cinquante composés de la fraction lipophile et dont la structure chimique est connue. On trouve des stérols, des acides triterpéniques, des coumarines, des phénols, des lignines, des céramides, des acides gras, etc., tous ces constituants trouvent leur répartition dans les divers organes de la plante.

Tableau 3: Composants chimiques des différentes parties de l'Ortie dioïque.

Tableau 03. Composants chimiques des différentes parties de l'Ortie dioïque.

Feuilles	Poils urticants	Racines	Fleurs
-Chlorophylle . -Xanthophylle. -Flavinoïdes. -Enzymes. -Tanins. -Vitamines : vit. A,B,C,E,K . -Acides-alcool. -Glycoprotéines. -Sel minéraux : fer, magnésium, soufre, phosphore, calcium, silice, zinc, Potassium, sélénium, manganèse et cuivre.	-catécholamines (responsables des réactions urticantes) -Des acides: Formiques, acétique. -neuromédiateurs : Choline, acétylcholine 1%, sérotonine l'histamine.	-lectine. -terpène. phytostérolset stéroïdes. -lignanes. -composés phénoliques : C6-C3, C6-C2. -sels minéraux. -acides gras. -céramides. -polysaccharides : Glycanes, glycogalacturonique, arabinogalactane.	-protéines mucilage. -caroténoïdes. -vitamine E.

❖ *Propriétés de L'Ortie dioïque*

Aussi, les différentes parties des orties sont indiquées en thérapie traditionnelle, contre l'anémie, le rhumatisme, l'eczéma, la rhinite allergique et rhumatoïde et les racines, en particulier sont utilisées pour le traitement de l'hyperplasie bénigne de la prostate et contre la lithiase. En Turquie, les populations utilisent l'ortie brûlante pour le traitement des maladies gastro-intestinales, le diabète et problèmes rénaux. De plus, l'extrait éthanolique de la partie aérienne d'*Urtica urens* possède une activité anti-inflammatoire significative (Marrassini et al., 2010). Au Maroc, les graines d'ortie Tab. 02) à pilule (zerrât-l-hurrîga) sont utilisées, trempées dans du lait contre la toux, le calcul rénal, l'oligurie et comme galactogène et mélangées à de l'huile d'olive, ils sont employées sur le corps contre la gale et le prurit (Belakhdar, 1997).

Tableau 4: Propriétés thérapeutiques d'*Urtica dioica* L.Tableau 4: Propriétés thérapeutiques d'*Urtica dioica* L.Tableau 04. Propriétés thérapeutiques d'*Urtica dioica* L

Propriétés thérapeutiques	Actions	Références
- Traitement de cancer Prostatique	Les effets de la racine d'ortie dans le traitement de l'HBP. (un effet comparable à celui de la tamsulosine).	Durak et al., 2004.
- Antianémiques. - Anti-agrégation plaquettaire.	Antifatigue grâce à la forte teneur en fer contenu dans la chlorophylle des feuilles.	El houari et al., 2006.
- Anti-allergique, - Anti-oxydante	Utile dans le traitement de l'allergie au pollen, traitement de longue durée. Effet sur les récepteurs clés et les enzymes associés à la rhinite allergique (feuilles).	Gulcin et al., 2004.
- Anti-inflammatoire. - Immuno stimulateur.	Activité inhibitrice sur un œdème de patte de rat des polysaccharides de l'extrait aqueux des racines. Une activité immuno-stimulatrice des flavonoïdes glycosides des feuilles sur les neutrophiles.	Akbay et al., 2003. Capasso et al., 2003.
- Traitement de rhumatismes et Arthrose.	Effet sur la maturation des cellules dendritiques myéloïdes humaines, avec diminution de l'induction de la réponse des cellules T primaires du rhumatisme articulaire. Consolidation des cartilages grâce à la richesse en silice (surtout les racines).	Broer et Behnke, 2002
- Effet sur la fonction cérébrale et la mémoire.	La feuille d'ortie capable de diminuer la transcription des facteurs de l'inflammation, et de stimuler la performance cérébrale.	Wichtl et Anton, 2003.
- Alopécie (chute des cheveux).	Stoppe la chute des cheveux. (Surtout les racines).	Davis, 1982.

3.2.2. Présentation de l'espèce *Laurus nobilis* L.

L'espèce *Laurus nobilis* L. est une plante médicinale et aromatique, elle est riche en métabolites secondaire. Cette espèce est très utilisée en Algérie dans la médecine traditionnelle ou alternative, en raison de leurs multiples effets thérapeutiques. *Laurus nobilis* L. membre de la famille des lauracées qui renferme 32 genre et environ 2000- 2500 espèces (barla et al.,2007).laurus nom latin, d'origine celte qui veut dire « toujours vert » allusion au feuillage persistant de la plante (pariente,2001). Elle a été récoltée à 20 Km à le sud de TARF (vers la commune de Bouteldja).

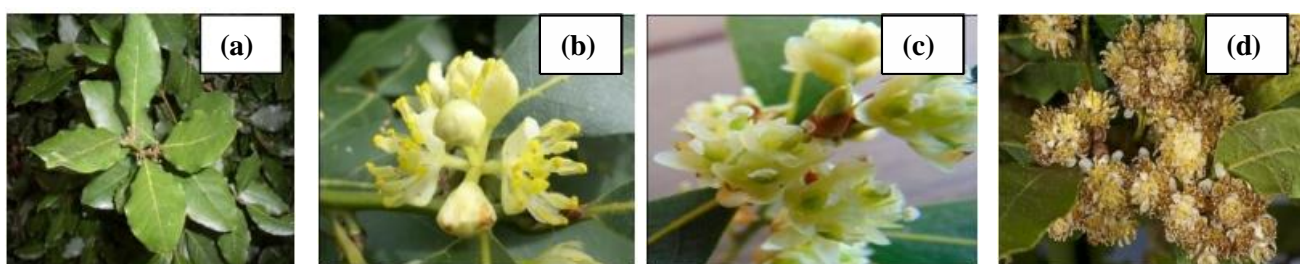


Figure24.*Laurus nobilis* L. photo parties aériennes a), feuilles de laurier-sauce, (b) Fleurs mâles, (c) Fleurs femelles, (d) Inflorescences (wiki).

Figure 24:*Laurus nobilis* L. photo parties aériennes (a),feuilles de laurier-sauce,(B) fleurs males, (c) fleurs femelles, (d) Inflorescences.

❖ *Description botanique*

Le laurier-sauce (laurus nobilis), laurier noble ou laurier d'Apollon. Tout ces noms désignent ce petit arbre pouvant atteindre les 10m de haut. En effet son feuillage cariacé mat, composé de feuilles de 10cm de ce long. De couleur vert sombre, en fait unehaie à la fois dense, persistante et parfumée puisque les feuilles froissées dégagent un arôme blasamique plutôt rustique puisqu'il résiste à -15°C voire -18°C, le laurier-sauce supporte aussi le climat du bord de mer, son tronc a une écorce sombre et ses fleurs d'un blanc teinté de jaune s'épanouissent de Mars à Mai formant des petits boquets à l'axe des feuilles. Sur cet arbuste dioïque, les fleurs femelles donnent des fruits noirâtres ovotides, de la taille d'une cerise, dont la plupart verte est grasse. Sa classification scientifique est la suivante :

- **Règne:** Plantae (plantes).
- **Sous-règne:** Tracheobionta (plantes vasculaires).

- **Embranchement:** Spermaphytes
- **Sous-embranchement :** angiospermes.
- **Classe:** Dicotylédones.
- **Ordre:** laurales
- **Famille:** lauraceae.;
- **Genre:** laurus
- **espèce:** *lauris nobilis L.*

❖ **Distribution géographique**

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

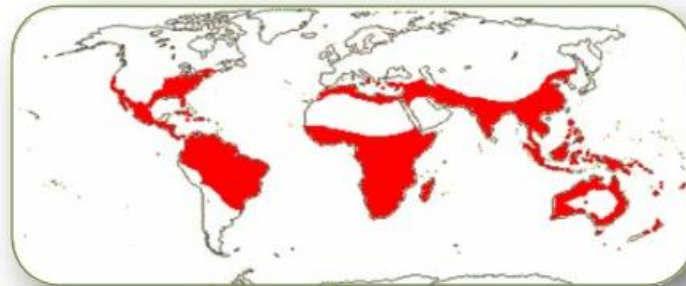


Figure 25: Distribution des Lauracées à travers le monde (Steven,2001).

Figure 25:Distribution des Lauracées à travers le monde.

❖ *Laurier en Algérie*

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



Figure 26 : *Laurus nobilis* L. dans Algérie (site 1).

Figure 26: *Laurus nobilis* L. dans l'Algérie.

❖ *Composition chimique*

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

Tableau 5: Composition chimique des feuilles de laurier noble.

Tableau 05. Composition chimique des feuilles de Laurier noble

Classe	Composés	Références
Acide phénoliques	Acidephénylacrylique, carbonique : libres ou estérifiés, acidesp-coumarique, fénulique, sinapique, gentsuque et vanillique.	(Barlaet et al., 2007).

Flavonoïdes	Principalement larutine, l'isocitricitrine, l'hypéroside et kaempférol-3-rhamnoside et 3-arabinoside. Le kaempférol-3-rhamnoside, 2-p-coumaroyles.	(Fiorini <i>et al.</i>, 1998 ; Kang <i>et al.</i>, 2002)
Hétérosides de Lignanes	Méthoxyisolaricirénol-9-O-xylosides, -O-sécoisolaricirénol-9-O-xylosides.	(Uchiyama <i>et al.</i>, 2002).
Alcaloïdes	Actinodaphonine, isodomecine, launobine, N-méthylactinodaphonine, nandigérine, néolitsine et réticuline	(Brigitte <i>et Bruneton</i>, 1982).

❖ Propriétés

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

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 évalué contre espèce contre espèces d'insectes parasites des produits entreposés (*Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium castaneum*).

L'activité insecticide a changé avec l'espèce d'insecte. Le composé et le temps d'exposition Les résultats ont prouvé que ces composés peuvent convenir comme fumigène en raison de leur volatilité élevée, efficacité et leur sureté (**Rozman et al., 2007**).

3.3. Matériel et méthodes

Le laboratoire de la faculté des sciences naturelles et de vie de l'université Chadli ben Djedid d'El Tarf a été utilisé pour la partie expérimentale de ce travail. Son objectif est de présenter les matériaux biologiques et les méthodes utilisées pendant une période allant de Décembre à mai 2024.

3.3.1. Matériel de laboratoire utilisé

Pour la réalisation de nos expériences, nous avons utilisé le matériel suivant :

a/ Pour l'extraction

- Balance de précision.
- Mixeur.
- Hydro distillateur (Clevenger).
- Tube Eppendorf.
- Micropipette pour récupérer l'huile essentielle après extraction.
- Réfrigérateur à 4°C pour la conservation de l'HE.
- Etiquettes.
- Papier film
- Papier aluminium

b/ Pour le dosage

- Des flacons en plastique pour l'exposition des insectes à différentes doses de l'huile essentielle.
- Une balance électrique pour peser les quantités de semoule utilisée pour les tests.
- Une boîte de pétrie de 15 cm de diamètre et de 2 cm de hauteur.
- Une micropipette pour le pipetage de l'huile essentielle naturelle et végétale.
- Un pinceau.
- Un tamis.
- Papier filtre de 9 cm.
- Etiquettes.

3.3.2. Méthode de travail**❖ Echantillonnage de l'insecte ravageur**

Notre étude est basée sur des jeunes adultes de *Rhyzopertha dominica* (photo02) qui proviennent des élevages de masses réalisés sur la semoule fine au niveau du laboratoire de la faculté des sciences biologiques de l'université Chadli Bendjedid d' El Tarf.



Figure27. Des jeunes adultes de l'insecte ravageur *Rhyzopertha dominica*

Figure 27:Des jeunes adultes de l'insecte ravageur *Rhyzopertha dominica*.

❖ Elevage

Des adultes de *Rhyzopertha dominica* ont été élevés en masse dans de la farine et de la semoule de blé. Les élevages de masse sont réalisés dans des flacons en verre d'une hauteur allant de 6 cm à 10 cm de hauteur et de 5 cm de diamètre. Ces pots sont remplis aux trois quart de semoule fine saine dans laquelle sont introduits plus de centaines d'adultes d'âges indéterminé. Maintenus dans des conditions optimales d'une température de 26 °C -27 °C et une humidité relative (65%-70%).

❖ *Extraction des HEs*

Les huiles essentielles des plantes étudiées ont été extraites à partir des feuilles par la technique d'hydrodistillation du type Clévenger au niveau du laboratoire pédagogique de phytochimie au sein de la faculté SNV.



Figure28. Matériel de laboratoire utilisé, (A): Mixeur, (B) : balance, (C) : micropipette, (D) : hydrodistilateur clévenger.(Originale Abed ghers sara, 2024).

Figure 28:Matériel de laboratoire utilisé,(A):mixeur, (B): balance, (C): micropipette, (D): hydrodistilateur clévenger.

❖ *Conservation des HEs obtenues*

La conservation de l'huile essentielle exige certaines précautions indispensables (Burt, 2004). C'est pour cela que nous les avons conservées à une température voisine de 4 °C, dans des bouteilles en verre bien fermées et étiquetées, recouvertes par papier aluminium pour la préserver de l'air et de la lumière.

❖ *Détermination du rendement et cinétique de rendement*

Selon la norme AFNOR (2000), le rendement en HEs (RHE) est défini comme étant le rapport entre la masse d'HE obtenue après l'extraction (M') et la masse de la matière végétale utilisée (M). Il est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante :

$$\text{RHE}(\%) = (M / M0) \times 100$$

RHE : Rendement en HE de la plante étudiée.

M : Masse d'HE.

M0 : Masse de la matière végétale utilisée.

L'étude de la cinétique d'extraction consiste à étudier l'évolution du rendement en huile essentiel en fonction du temps d'extraction.

❖ *Caractérisation des huiles essentielles*A. **Caractérisation organoleptique**

Chaque huile essentielle est caractérisée par ces caractères organoleptiques tels que : l'odeur, l'aspect physique et la couleur (**Bentchicou, 1999 ; Hameurlaine, 2009**).

- **L'aspect physique** : l'aspect d'une HE dépend des produits qui la constituent, elle nous apparaît sous forme liquide, solide ou bien semi solide.
- **Odeur** : il appartient aux sens chimiques les plus sensibles.
- **Couleur** : la coloration d'une huile essentielle dépend des produits qui la constituent, donc la couleur change d'une huile essentielle à l'autre, elle peut être déterminée à l'œil nu.

❖ *Test de répulsion*

Il consiste à étudier l'effet répulsif de l'huile essentielle sur les adultes de *R. dominica*.

Des disques de papier filtre sont divisés en deux parties égales dans des boîtes de Pétri. Une moitié du papier est traitée avec l'huile additionnée d'acétone (0.5ml), l'autre moitié est traitée avec de l'acétone uniquement (témoin). Les doses utilisées sont 1, 2.5, 5, 7.5 µl. Trois répétitions sont utilisées pour chaque dose. Après évaporation du solvant, nous rassemblons les deux parties traitée et non traitée à l'aide d'une bande adhésive et nous les plaçons dans une boîte de Pétri. Des adultes de *R. dominica* (âgés de moins de 24h) sont ensuite déposés au centre de chaque boîte (**fig. 3**). Pour chaque test un demi-disque est traité avec une dose de l'huile essentielle diluée dans l'acétone et le deuxième demi-disque ne reçoit que l'acétone (témoin). Après une demi-heure d'expérimentation, les individus sont dénombrés sur chaque demi-disque. Le pourcentage de répulsion est calculé par la formule suivante :

$$PR (\%) = [(Nac-Nh) / (Nac+Nh)] \times 100$$

Nac : Nombre d'individus présents sur la partie traitée uniquement avec l'acétone.

Nh : Nombre d'individus présents sur la partie traitée avec l'huile essentielle.

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque dose de l'huile essentielle de l'ortie dioïque, (*Urtica dioica* L.) et *Laurus nobilis* testées est calculé puis attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V en adoptant la méthode de Mc Donald et al. (1970).

Tableau 6: Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et al. (1970).

Tableau 06. Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et al. (1970).

Classes	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0.1$	N'est pas répulsive
Classe I	$0.1 < PR \leq 20$	Très faiblement répulsive
Classe II	$20 < PR \leq 40$	Faiblement répulsive
Classe III	$40 < PR \leq 60$	Modérément répulsive
Classe IV	$60 < PR \leq 80$	Répulsive
Classe V	$80 < PR \leq 100$	Très répulsive

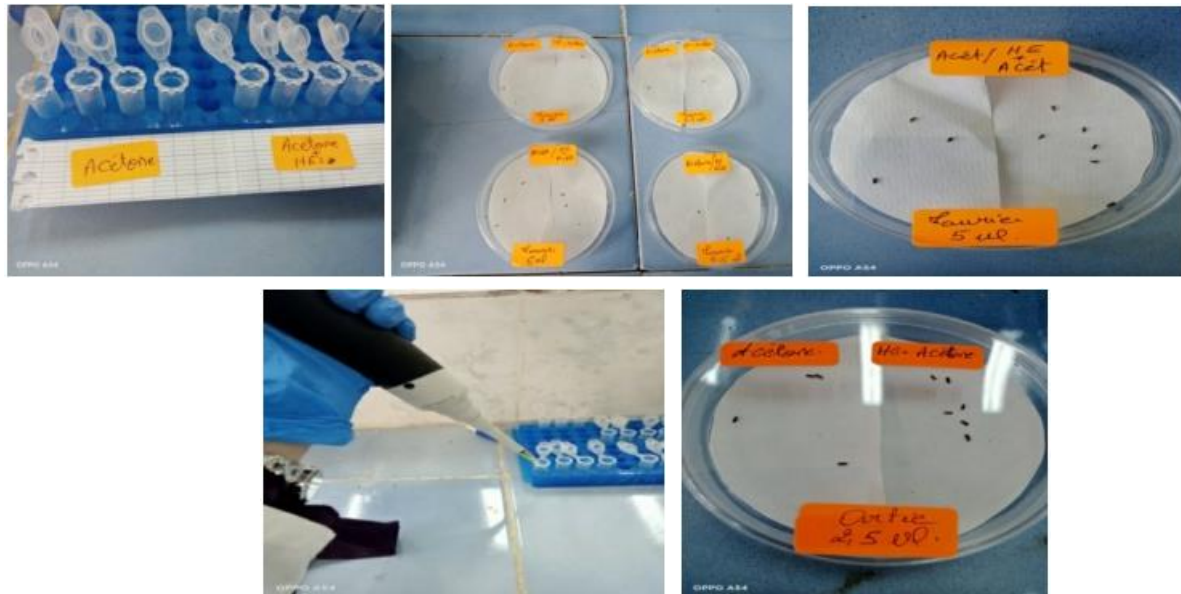


Figure 29. Test de l'effet répulsif des huiles essentielles sur papier filtre (Originale Abed ghers S., 2024)

Figure 29: Test de l'effet répulsif des huiles essentielles sur papier filtre.

❖ Test d'inhalation

Le test par inhalation consiste à évaluer la toxicité par inhalation de l'huile essentielle de l'Ortie dioïque, (*Urtica dioica* L.) et *Laurus nobilis* à l'égard des adultes de *R. dominica*. Il est réalisé selon le protocole suivant :

Dans un bocal de 125 ml de volume, un disque de papier filtre de 2 cm de diamètre est suspendu à la face interne du couvercle, des doses de 1 μ l, 2,5 μ l, 5 μ l et 7,5 μ l d'huile essentielle de l'Ortie dioïque, (*Urtica dioica* L.) et *Laurus nobilis* sont introduites dans chaque disque au moyen d'une micropipette. Des adultes de *R. dominica* âgés de moins de 24 heures sont introduits dans chaque bocal qui est fermé hermétiquement aussitôt. Trois répétitions sont réalisées pour chaque dose et pour le témoin. **Figure**

Le dénombrement des individus morts est effectué pour chaque dose et pour chaque répétition après 24, 48, 72 heures du lancement de l'expérience.

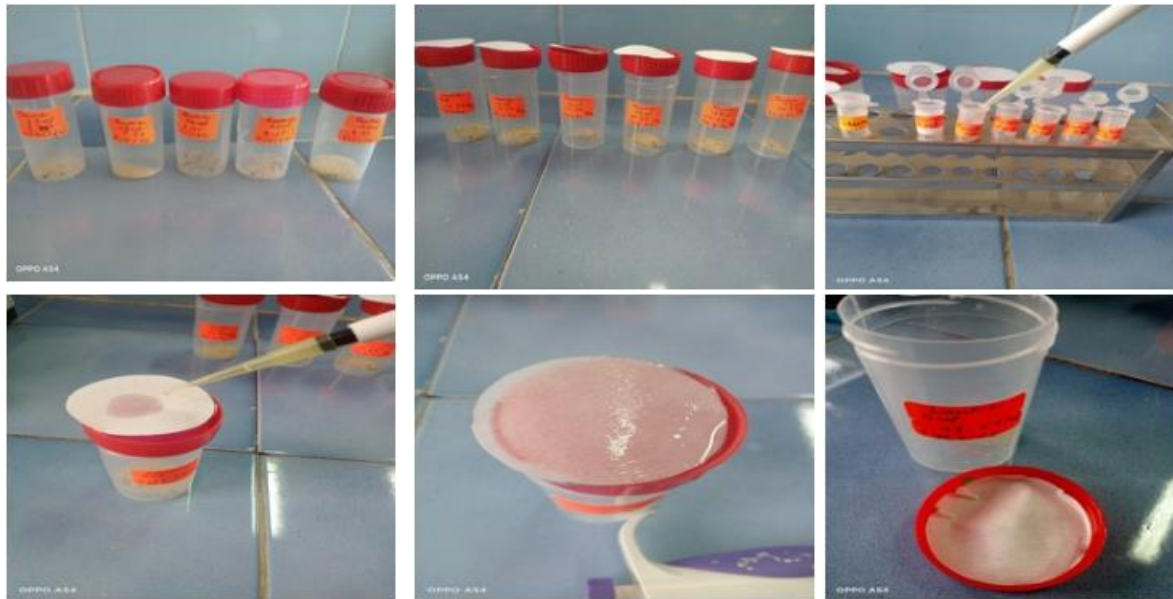


Figure 30. Préparation des flacons du Test d'inhalation (Abed ghers sara, 2024).

Figure 30:Préparation des flacons du test d'inhalation.

❖ *Correction de la mortalité par la méthode d'Abbott*

Afin de trouver l'efficacité d'un produit traité, il est nécessaire de corriger la mortalité des adultes de l'insecte traités, car le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par la substance toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique. Pour cela, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés, la formule à suivre est :

$$MC(\%) = \frac{MO - Mt}{100 - Mt} * 100$$

Avec :

MC : Pourcentage De Mortalité Corrigée.

MO : mortalité dans la population traitée avec l'huile.

Mt : mortalité dans le témoin non traité.

❖ Estimation de la CL50 par la méthode de droite de régression

La CL50 (dose létale 50%) est définie comme la dose unique d'une substance d'essai, obtenue par calcul statistique, susceptible d'entraîner la mort de 50 pour cent des animaux lorsqu'elle est administrée par voie orale (Abbott, 1925). Elle est calculée pour le test par inhalation après 48h d'exposition à l'huile essentielle. Le comptage des adultes mort de *R. dominica* est effectué et la mortalité corrigée (Mc) est calculée à partir des mortalités observées (Mo) en utilisant la formule d'Abbott (1925), qui tient compte de la mortalité naturelle observée sur le lot témoin (Mt), elle est calculée selon la formule ci-dessous.

$$\mathbf{Mc \% = (Mo - Mt) / (100 - Mt) \times 100}$$

Les mortalités corrigées sont transformées en probits en utilisant la table des probits et les doses sont transformées en logarithme décimal, ce qui permet d'établir les équations de la droite de régression à partir de laquelle la valeur de la CL50 est déduite.

Chapitre 04

Résultats & Discussion



Chapitre VI. Résultats & Discussion

4.1. Les propriétés organoleptiques des huiles essentielles de l'Ortie et de Laurier

Basant sur l'aspect sensoriel l'odeur, la couleur et l'aspect physique, les HE obtenues par hydrodistillation des la partie aérienne des deux plantes se caractérisent par des couleurs et odeurs différentes, les résultats obtenus sont résumés et indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 7:Les propriétés organoleptiques des huiles essentielles de l'Ortie et de laurier.

Tableau 07.Les propriétés organoleptiques des huiles essentielles de l'Ortie et de Laurier

Propriétés organoleptiques	Odeur	Couleur	Aspect physique
<i>Urtica dioïca</i>	forte et désagréable	jaune pâle	liquide mobile
<i>Laurus nobilis</i>	très aromatique	jaune très pâle	liquide mobile

4.2. Le rendement de l'extraction en huile essentielle

Les rendements obtenus en huile essentielle après extraction par Hydrodistillation de 100g des feuilles de laurier, *Laurus nobilis* et de l'ortie, *Urtica dioïca* sont respectivement de l'ordre de 1.50 % et 1.88%. Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 8:Résultat de rendement de l'HE du deux plantes *Laurus nobilis* et *urtica dioïca* .

Tableau 08. Résultat de rendement de l'HE du deux plantes *lauris nobilis* et *Urtica dioïca*

	Matière sèche (g)	Masse de l'HE (µl)	Rendement de l'HE (%)
<i>Laurus nobilis</i>	100	1,5	1,5%
<i>Urtica dioïca</i>	100	1,88	1,88%

Nos résultats montrent que le rendement obtenu des feuilles de *laurus nobilis* (1.5%) est très notable, il est équivalent à celui trouvais par **Rebzani (2014)** sur l'HE de laurier noble récoltée de la région de chréa en janvier 2013. Comparant à d'autres résultats discutés par d'autres chercheurs, le rendement est supérieur à ceux trouvé par **Marzouki et al. (2009)**, où

ils ont indiqué que les feuilles de la même plante extraite de la région d'Alger, nous a donné un rendement de l'ordre de $0.5 \pm 0.2\%$ pour 100g de matière sèche en utilisant la même technique d'extraction. De même pour les résultats trouvés par **Allal et al. (2019)**, sur l'évaluation de quelques activités biologiques des huiles essentielles et des hydrolats des feuilles du laurier provenant de trois régions d'Alger, dont le rendement en huile essentielle est de $0.84 \pm 0.20\%$ pour les plantes provenant d'Attaba, et de $0.86 \pm 0.23\%$ pour les plantes provenant de la région de Birkhadem, le plus faible rendement est de $0.25 \pm 0.07\%$ a été noté par les plantes provenant de la région d'Azzefoune (proche de la mer). Le rendement en HE peut varier d'une région à l'autre selon les facteurs pédoclimatiques. Une autre étude a rapporté des taux de 0.63 ; 0.65 et 0.79% en HE extraite des plantes cultivées dans trois origines différentes respectivement Tizi-Ouzou, M'sila, Larba (**Guedouari, 2012**). Ainsi, certaines études confirment que les fluctuations observées dans le rendement en HE peuvent être attribuées non seulement à l'origine de la plante mais également à des facteurs biotiques et abiotiques (**Lis-balchin., 002 ; Saxenaa et al., 2008 ; Rodolfo et al., 2006**). Selon **Biauchini et Corbeta (1975)** l'espèce de *laurus nobilis* s'adapte bien au climat méditerranéen, et elle peut envahir tout le bassin méditerranéen qui se caractérise par les précipitations concentrées pendant la période hivernale et c'est le cas pour le sahel algérois.

Nos résultats obtenus en rendement de l'HE d'*Urtica dioica* sont relativement comparable à ceux obtenus par **Chebari et al. (2019)** pour la même. L'étude menée par **Haiahem et al. (2019)** dans le cadre de l'activité bioinsecticide d'HE, le rendement d'*Urtica dioica* était de l'ordre de 0,95%.

Ces différences de rendement pour la même plante, pourront se justifier selon **Kelen et Tepe (2008)** par la période de récolte, le climat, la zone géographique, l'organe de la plante utilisé, la période de la récolte, la période de séchage, l'âge du matériel végétal et la technique d'extraction. Selon **Vekiari et al. (2002)**, cette différence en rendement peut être due à deux facteurs majeurs : la sécrétion des enzymes de la plante, et son environnement (le sol, les cultures pratiques, l'altitude et le climat).

Nos résultats confirment la richesse de notre région et la bonne qualité des deux plantes de *lauris nobili et Urtica dioica*.

4.3. Effet répulsif des huiles essentielles extraites des feuilles de *Laurus nobilis* et *Urtica dioica*

Le tableau ci-dessous récapitule les pourcentages de répulsion des différentes concentrations des deux huiles essentielles testées. Les résultats indiquent une différence dans le comportement des jeunes adultes de *Rhyzopertha dominica* à différentes concentrations (1, 2.5, 5 et 7.5µl) d'huiles essentielles, Nous avons pu enregistrer un pourcentage de répulsion de l'ordre de 70, 83.33, 86.66, 93,33 pour *Laurus nobilis* et 33.33, 66.66, 80, 100 pour *Urtica dioica* (**Fig. 25**). Il est évident que le taux de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus significatif est observé avec une dose de 2.5µl pour les deux huiles.

Tableau 9: Nombre moyen d'adulte recensés dans le papier filtre à différentes concentrations de l'huile essentielle testée de *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* et les pourcentages de répulsion de chaque concentration.

Tableau 09. Nombre moyen d'adulte recensés dans le papier filtre à différentes concentration de l'huile essentielle testée de *laurus nobilis* et *Urtica dioica* et les pourcentages de répulsion de chaque concentration.

	concentration n (µl)	Nombre d'individus		Pourcentage de répulsion (%)
		Partie non traité (acétone)	Partie traité (acétone+HE)	
<i>Laurus nobilis</i>	1 µl	6,66	3,33	33,33%
	2,5 µl	7,66	2,33	73,33%
	5 µl	8,66	1,33	86,66%
	7,5 µl	10	00	100%
<i>Urtica dioica</i>	1 µl	5,66	4,33	33,33%
	2,5 µl	6	4	66,66%
	5 µl	8	2	80%
	7,5 µl	9	1	100%

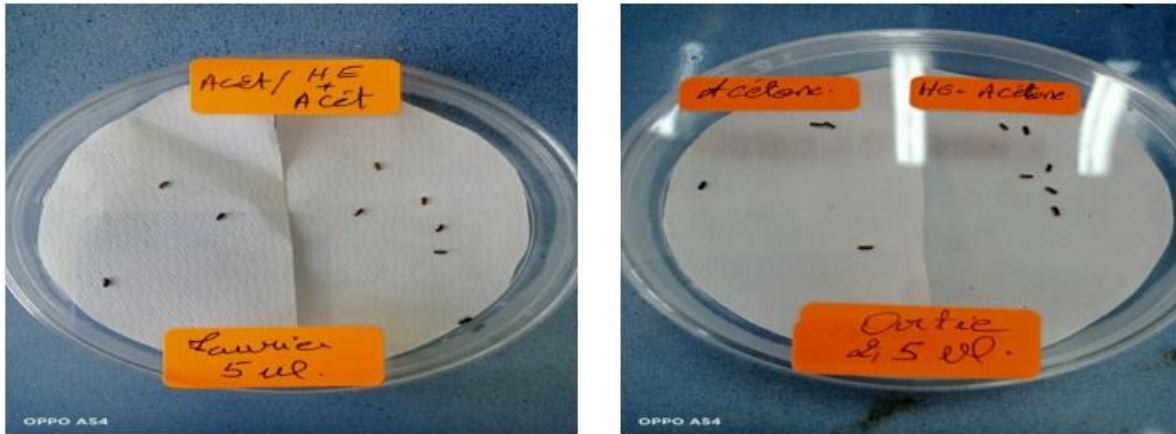


Figure 31. : Test répulsif du deux huiles essentielles testée de *laurus nobilis* et *Urtica dioica* à l'égard de adultes de *Rhyzopertha dominica* (**originale ABED GHERS S. 2024**).

Figure 31: Test répulsif du deux huiles essentielles testée de *laurus nobilis* et *urtica dioica* à l'égard des adultes de *Rhyzopertha dominica*.

Tableau 10: Classement de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* et leur propriétés de répulsion.

Tableau 10. Classement de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* et leur propriété de répulsion.

Huile	<i>Laurus nobilis</i>
Taux de répulsion	73,33%
Classe de répulsion	Classe IV
Effet	Repulsif

Tableau 11: Classement de l'huile essentielle de *Urtica dioica* et leur propriété de répulsion.

Tableau 11. Classement de l'huile essentielle de *Urtica dioica* et leur propriété de répulsion.

	<i>Urtica dioica</i>
Taux de répulsion	69,99%,
Classe de répulsion	Classe III
Effet	Modérément répulsif

Les pourcentages de répulsion des jeunes adultes de *Rhyzopertha dominica* traités avec les différentes concentrations des deux HEs de *laurus nobilis* et l'*Urtica dioica* sont présentées dans les figures ci-dessous.

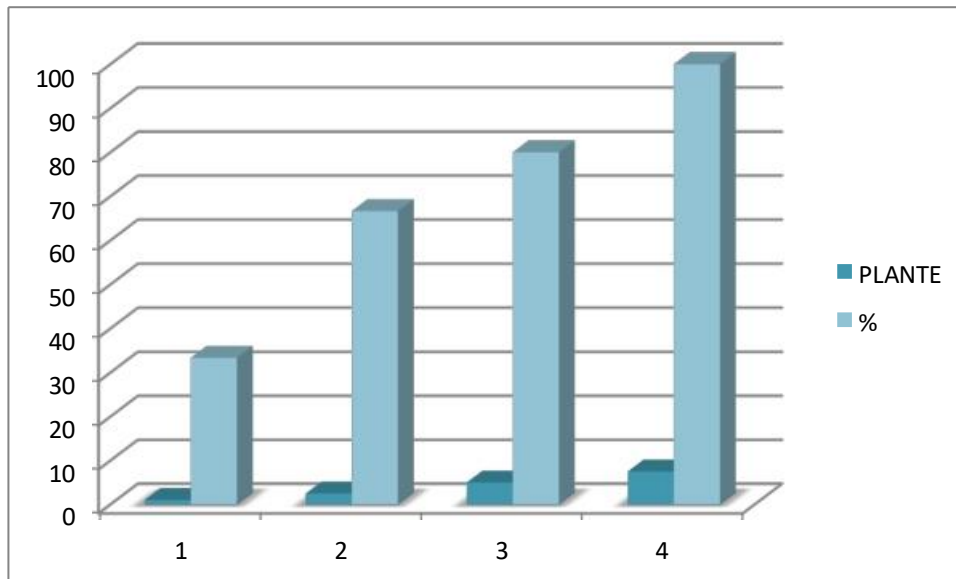


Figure32. Pourcentages de répulsion des jeunes adultes de *ryzopertha dominica* traités avec les différentes concentrations de l'HE de *laurus nobilis*.

Figure 32:Pourcentages de répulsion des jeunes adultes de *Rhyzopertha dominica* traités avec les différentes concentrations de l'HE de *laurus nobilis*.

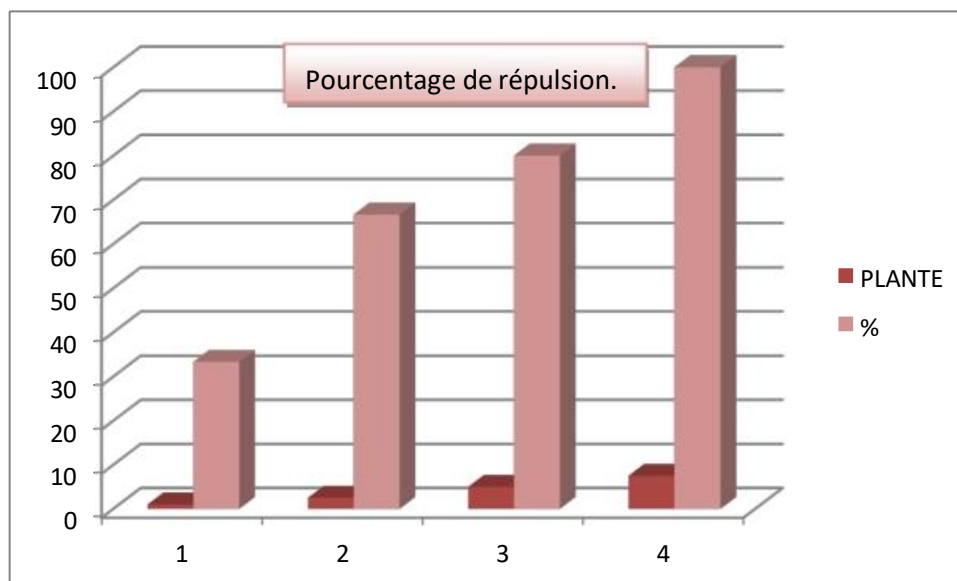


Figure33.Pourcentages de répulsion des jeunes adultes de *Rhyzopertha dominica* traités avec les différentes concentrations de l'HE de *l'urtica dioica*.

Figure 33:Pourcentages de répulsion des jeunes adultes de *Rhyzopertha dominica* traités avec les différentes concentrations de l'HE de *l'urtica dioica*.

Dans cette étude nous avons évalué l'effet répulsif de l'HE extraites des feuilles des deux plantes *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* vis-à-vis les adultes de l'insecte ravageur des denrées stockée *Rhyzopertha dominica*. Selon le classement de **McDonald et al.** (1970), Nos résultats indiquent que les deux HE sont très répulsifs, elles appartiennent à la classe **IV** et **III** respectivement avec un taux de répulsion de **73,33%** et **69,99%**. Ces données confirment

l'effet bioinsecticide de l'HE de *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* testé à l'égard de *R. dominica* avec un effet dose réponse. Plusieurs d'autres études sur les HEs de *Laurus nobilis* ont indiqué une action répulsive sur les ravageurs des denrées stockées (ERLER et al., 2006). Cependant, l'étude menée par Zekri (2016), sur les adultes et les larves d'*Ephestia kuehniella*, a montré que l'huile essentielle extraite du Laurier est faiblement répulsive, où elle a été classée dans l'intervalle 20-40 %, de la classe II.

4.4. Evaluation de l'activité insecticide du deux huiles essentielle *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* par fumigation contre les adultes de *Rhyzopertha dominica*.

Nous constatons que l'effet du deux huile essentielle *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* vis-à-vis des jeunes adultes du ravageur *R. dominica* a montré une activité bioinsecticide intéressante. L'effet fumigant de l'HE de *Laurus nobilis* s'observe dès la plus faible concentration 66 μ L/Lair et après 24h avec 10 % de mortalité. Pour l'ortie une concentration de 83.33 μ L/L a été suffisante pour provoquer la mort de 10% des individus traités. Dans les flacons traité la survie de *R. dominica* s'échelonne entre 24h à 72h, alors que dans les flacons témoin aucune mortalité n'a été observé. L'absence de mortalité au niveau du témoin montre que notre test est fiable pour l'étude de l'effet insecticide des huiles essentielle testées.

Les mortalités obtenues due aux traitements par les HEs varient progressivement avec augmentation des doses et du temps d'exposition (fig. 34 et 35)

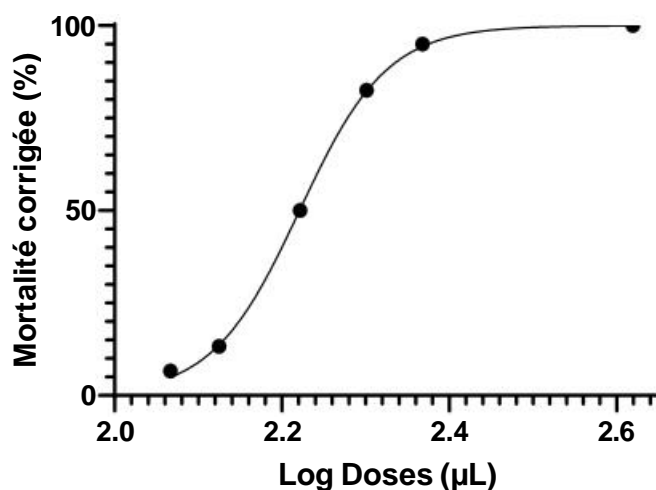


Figure 34. Courbe doses- réponse après 24h de l'HE extraites des feuilles de *Laurus nobilis* contre les adultes de *Rhyzoprtha dominica*.

Figure 34: Courbe dose-réponse après 24h de L'HE extraites des feuilles de laurus nobilis contre les adultes de Rhyzopertha dominica.

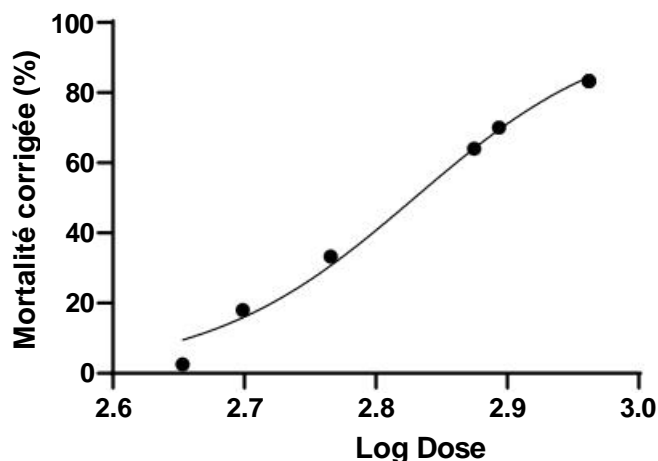


Figure 35. Courbe doses- réponse après 24h de l'HE extraites des feuilles d'*Urtica dioica* contre les adultes de *Rhyzoprtha dominica*

Figure 35: Courbe dose-réponse après 24h de l'HE extraites des feuilles de *Urtica dioica* contre les adultes de *Rhyzopertha dominica*.

Dans le cas de la létalité, comme la plupart des effets toxiques, la courbe dose-réponse à une forme sigmoïde.

Le tableau (12) présente la CL50 qui a été calculé à partir des droites de régression le logiciel *Graphpad Prism9*, l'intervalle de confiance et la corrélation entre les doses R, après 24h, 48h et 72h.

Tableau 12: Evaluation de l'activité insecticide de l'HEs *Laurus nobilis* sur *Rhyzopertha dominica* après 24h, 48h et 72h.

Tableau 12. Evaluation de l'activité insecticide de l'HEs *Laurus nobilis* sur *Rhyzopertha dominica* après 24h, 48h et 72h.

Temps d'exposition / Effets	concentration Létale 50% (CL50)	Intervalle de confiance (EC50)	Coefficient de détermination R
24 heures	212.6	175-255.2	0.97
48 heures	166.3	164.7-167.9	0.99

72 heures	132.8	122.7-142.8	0.98
------------------	-------	-------------	------

Nos résultats confirment celles trouvés par **Oboh et al. (2017)**, le pourcentage de mortalité a été augmenté avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition, tandis que la CL50 était de l'ordre de 38.90% chez *Tribolium confusum* après 24h d'exposition, où la dose 150 µL/L de l'HE de *Laurus nobilis* était suffisante pour tuer 100% de la population étudiée.

Une étude réalisée par **Benouis et al. (2022)**, montrent que l'extrait aqueux de laurier a un effet très remarquable sur les adultes de *Tribolium castaneum* pour les trois doses utilisées ; le taux de mortalité des adultes atteint les 90 % après deux jours de traitement avec la plus faible dose, ce dernier est égale à 100% pour les deux autres doses. Les résultats obtenus pour les adultes de *Tribolium confusum*, confirme une certaine résistance aux extraits aqueux de laurier les deux premiers jours pour les doses 20% et 40%, on remarque qu'à une dose de 60%, le taux de mortalité atteint 100% dès les deux premiers jours.

Selon **BOUZIDI (2021)** l'HE du Laurier était efficace dans la lutte biologique contre les moustiques et cela peut être dû à ses effets inhibiteurs sur l'activité de l'acétylcholinestérase, malgré la stimulation du système de détoxification. L'étude morphométrique montre que l'HE provoque une diminution de la croissance linéaire et pondérale des larves. De plus, elle réduit significativement les réserves nutritionnelles et elle augmente le taux d'épuisement de ces réserves. Cela est probablement dû aux conditions de stress imposées par le traitement à ces moustiques qui ont besoin d'un apport supplémentaire d'énergie provenant du métabolisme glucidique et lipidique. L'étude histologique des larves traitées révèlent des modifications profondes au cours du temps.

Les substances de l'extrait aqueux de cette plante médicinale a permis la réduction du mildiou de la pomme de terre *P. infestans* de manière significative dans les expériences en chambres humides (**Krebs et al., 2006**). Le pouvoir antifongique de l'extrait aqueux a été suivi par la plus forte inhibition de la croissance mycélienne de *P. infestans* à l'état pure et aux concentrations minimales.

Selon **ARBIA (2012)**, L'extrait aqueux de *L. nobilis* a totalement inhibé la croissance mycélienne de champignons pendant 7 jours de la période in vitro. le pouvoir antifongique de Laurier n'est pas limité à aucun type d'extrait ou produit naturel ; comme les huiles

essentielles peuvent montrer un pouvoir antifongique les extrait aqueux également, ni spécifique à aucun mode de traitement, cette activité n'est pas due aux composés majoritaires mais à une synergie entre les différentes composantes des huiles.

Les résultats obtenus par **ZEKRI (2016)** sur les propriétés insecticides du Laurier noble, *Laurus nobilis* L. (Lauraceae), à l'égard des adultes de l'insecte ravageur des denrées stockées, *Ephestia kuehniella* montrent que le traitement administré par inhalation est efficace. Chez les témoins, 100% de mortalité n'est obtenu qu'au 14^{ème} jour, alors que l'application de l'huile essentielle commence à tuer les insectes dès le 2^{ème} jour et 100% de mortalité est obtenue dès le 7^{ème} jour.

Le tableau (13) présente la CL50 qui a été calculé à partir des droites de régression le logiciel Graphpad Prism9, l'intervalle de confiance et la corrélation entre les doses R, après 24h, 48h et 72h des HE extraites des feuilles d'*Urtica dioica*.

Tableau 13: Evaluation de l'activité insecticide de l'HEs *Urtica Dioica* sur *Rhyzopertha dominica* après 24h, 48h et 72h.

Tableau13. Evaluation de l'activité insecticide de l'HEs *Urtica dioica* sur *Rhyzopertha dominica* après 24h, 48h et 72h.

Temps d'exposition Effets	Concentration Létale 50% (CL50) µl/L	Intervalle de confiance (EC50)	Coefficient de détermination R
24 heures	675,1	650.2-700.3	0.98
48 heures	509.8	406.3-580.6	0.96
72 heures	426.3	360.9-492.6	0.99

Il ressort du tableau (13) que les doses 675.1 µl/L , 509.8µl/L et 426.3µl/L présentent respectivement la concentration létale CL50 de l'huile essentielle utilisée après 24h, 48h et 72h d'exposition, elles ont signifié un effet toxique létale de 50% de la population étudié avec une concentration efficace médiane EC50 qu'elle exprime la concentration de l'huile *Urtica dioica* de chaque dose qui induite une réponse a mi-chemin entre la ligne de base et l'effet maximum (courbe de régression).

Une étude réalisée par **Chebari et al. (2020)** sur l'effet bioinsecticide des huiles essentielles de lantanier (*Lantana camara*) et de l'Ortie (*Urtica dioica*), sur les larves d'*Ephestia*

kuehniella (Zeller) a montré que l'effet toxique de l'H.E d'*Urtica dioica* prolongent la durée du développement nymphal et d'autre part perturbent la croissance ovocytaire.

De même l'étude menée par **Bouyahiaoui et al. (2021)**, sur l'activité insecticide de l'extraits de l'ortie a montré une efficacité très importante vis-à-vis les larves des moustiques de genre *Culex*. La sensibilité des larves est directement proportionnelle à la concentration utilisée, mais aussi au temps de contact de l'extrait avec les larves. Une meilleure activité larvicide a été enregistrée avec une valeur de CL50 de 11,48 mg/mL contre 12,74 mg/mL

D'après **Ait Hammi et al. (2023)**, Le purin d'ortie est très répulsif et son utilisation comme biopesticide offre une alternative séduisante pour l'agriculture biologique. En stoppant le cycle du ravageur, cette solution pourrait limiter la propagation de l'insecte tout en respectant l'environnement et les régulations de l'agriculture biologique. Plusieurs d'autres recherches ont montré que l'extrait d'ortie présente une activité antifongique importante contre *A. alternata*, ou sa croissance a été complètement inhibée avec une faible concentration de l'ordre de 0,9%, De même pour la croissance de *R. solani*, *F. oxysporum* (**Marchand, 2012**).

Conclusion & Perspectives



V. CONCLUSION

Les céréales sont considérées comme l'une des ressources alimentaires les plus importantes au monde, que ce soit en termes de consommation (humaine ou animale) ou en termes de stockage (pour atteindre l'autosuffisance ou au niveau de l'économie mondiale). Le bon stockage et la bonne conservation de ces céréales est l'un des facteurs les plus importants recherchés par les agriculteurs. Et étant donné qu'il s'agit d'un écosystème industrialisé soumis aux attaques de nombreux ravageurs. Les huiles essentielles ont une activité insecticide très importante, grâce à sa richesse en molécules bioactives qui sont utilisées dans différents domaines.

Dans notre travail nous nous concentrons principalement sur l'utilisation des HEs extraites des deux plantes médicinales *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* comme alternatives pour lutter contre les adultes de l'insecte ravageur des céréales stockées *Rhyzopertha dominica* et réduire les désavantages de l'utilisation des insecticides chimiques. Les résultats obtenus montrent :

- L'extraction de l'huile essentielle des feuilles de laurier et d'ortie par hydrodistillation a donné un rendement notable de 1.50% et 1.88% respectivement.
- Selon le classement de **McDonald et al.** (1970), les HEs des deux espèces *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* à l'égard des jeunes adultes de *Rhyzopertha dominica* sont répulsive, elles appartiennent à la classe (IV) et (III), avec un taux de répulsion de **73,33% et 69,99%** respectivement.
- Les traitements par inhalation ont révélés que l'HE de *Laurus nobilis* et *Urtica dioica* est toxique vis-à-vis des adultes de *Rhyzopertha dominica* avec un taux de mortalité de 50% (CL50) est de l'ordre de 212.6 µL/L et 576.1 µL/L respectivement, après 24h d'exposition.

Nous résultats sont très encourageant et pour atteindre compléter les expériences réalisées nous recommandons quelques recherches comme :

- L'utilisation des extraits végétaux de ces plantes comme alternative intéressante aux composés de synthèse, dans le domaine de la protection des cultures comme antioxydants dans le secteur agro-alimentaire.

- Suivre des études toxicologiques des HEs, sur les différents stades de développement de l'insecte (Œufs, larve, Nymphe) du *Tribolium confusum* où d'autres insectes ravageurs des grains stockés.
- Des études de croissance des larves et des adultes de *R. dominica*, basant sur des études histologique et morphométrique sur les échantillons traités.
- L'utilisation des composants chimiques présents dans les huiles essentielles tels que le thymol, le linalool, le citronellol, le limonène, le carvacrol et le α - et le β -pinène qui ont été largement documentés pour être des composés possèdent des activités larvicides et adulticides contre différents insectes des produits stockés. La plupart des huiles essentielles procèdent ces activités insecticides physiques et physiologiques en perturbant la structure de la membrane cellulaire, mais pour certaines, des effets neurotoxiques

L'analyse chimique de ces plantes confirme leur richesse en molécules actifs tels que les phénols ainsi qu'en flavonoïdes et anthocyanines qui ont de forts pouvoirs antioxydants. Ceci nous amène à dire que les plantes étudiées sont prometteuses comme source de Biopesticides et se prêtent bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique. En effet, le recours aux plantes médicinales est doublement bénéfique dans la lutte contre les agents de détérioration des cultures: **intérêt économique** et **intérêt écologique**.

Références bibliographique

Références bibliographiques

« A »

ALZOUMA L., (1995) . Connaissance et contrôle des coléoptères bruchidae ravageurs des légumineuses alimentaires au Sahel. *IPM No1* pp. 4 ,10- 11. **Booker R.H,1967** .Observation on thre bruchids assiciated with cwpea in Northern Nigiria .J .Stored prod Res.3,1 15 e camara ,M .1997. Recherche sur les nouvelles Substances biocides végétales .

Alzouma I., Huignard J., Lenga A., (1994).Les coléoptères Bruchidae et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale. In: Post-récolte, principes et application en zone tropicale. ESTEM/AUPELF Verstraeten et al. Eds. Pp. 79-103.

Aoues K., Boutoumi H. Et Benriam A., (2017). État Phytosanitaire du Blé Dur Locale Stocké en Algérie. *Revue Agrobiologia*, 7(1) : 286-296.

Ammar M., (2015). Organisation de la chaine logistique dans la filière des céréales en algerie Etat et lieux et perspectives, master of science, P121.

Abdelguerfi A., Laouar M. M’Hammed Bouzina M., (2008) . Les production fourragères et pastorales en Algérie: Situation et Possibilités d’Amelioration.

Afrique verte Burkina Faso. (2004). Modules de formation sur les techniques de stockage et de conservation des céréales, 1ère édition 2004, 42p.

Anonyme, (2011). livret sur les techniques de conservation et gestion des matières premières et des produits transformés, 1ère édition, conception : cellule formation de l’ONG AcSSA Afrique verte Niger B.P : 11 751 Niamey financement : Union Européenne et fondation MISEREOR. P.76

Arrab, R. (2016).Effet insecticide des plantes *Meliaazedarach*.I et *Peganum harmala* L.sur l’insecte des céréales stockées *Triboliumcastanum* herbest (Coleoptera , Tenebrionidae). Magister, unv. Farhat Abbas Sétif.

Aoues K., Boutoumi H. Et Benriam A., (2017). État Phytosanitaire du Blé Dur Locale Stocké en Algérie. *Revue Agrobiologia*, 7(1) : 286-296

Abbaoui M., (1998).Etude ethnobotanique de djebel megress (plantes médicinales), thèse

Références bibliographiques

d'Ingéniorat d'Etat en Ecologie et Environnement, UFAS, Sétif, 1998, 37 p.

ANONYME 1.(2020). ([http / jcringenbach.free.fr/Bostrychidae / Rhyzopertha dominica.jpg](http://jcringenbach.free.fr/Bostrychidae/Rhyzopertha_dominica.jpg), 1792) .

Aiache, J-M., Carnat,A-P.,Coudert , P.& Teulade, J-C.(2012).sources actuelles et futures du médicament-Chimie du médicament (cours+QCM),Elsevier Health sceinces.

AFNOR. (2000). Huiles essentielles éd. Para Graphic. Tome1. Echantillonnage et méthode d'analyse 471 P. Tome 2. Volume 1 Monographie relative aux huiles essentielles 323 P.

Allal L, Belgunendouz R, Ghanai R.,(2019) .« Etude de quelques activités thérapeutiques de l'huile essentielle et de l'hydrolat des feuilles de laurier :laurus nobilis L.provenant de trois régions différentes d'Algérie » . Mémoire de master en biothecnologie :Université Saad Dahleb Blida1.

Ait Hammi B, Ait Namane F.,(2023).Formulation d'un Bio-pesticide à base de margine et purin d'ortie. **Université UMMTO Tizi Ouzou.**

« B »

Brader G, Compant S, Vescio K(2013). Ecology and genomic insights into plant-pathogenic and plant-nonpathogenic endophytes. *Annu Rev Phytopathol* 2017;55:61–83.

Boufares K., Hassani A.and Alem Aicha Somia,(2019).Essential oil composition and antimicrobial activities of some cupressaceae species from Algeria against two phytopatogenic microorganisms j . *Crop Prot.*2019, 8(2) :223-234

Bhumi, T., Urvi, C., Pragna, P., (2017).Biopesticidal Potential Of Some Plant Derived Essential Oils Against The Stored Grain Pests. *International Journal of ZoologicalInvestigations*, 23(3),188–197.

Belyagoubi L., (2006). effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales, pages 180. Mémoire de magistère en biologie spécialité : substances naturelles : activités biologiques et synthèses. Université Abou bekr belkaid de tlemcen

Bekon, K ; Fleurat-Lessard, F., (1989).« Evolution des pertes en matiere seche des grains dues a un ravageur secondaire : *Tribolium castaneum* (Herbst), coleoptere Tenebrionidae, lors

Références bibliographiques

de la conservation des céréales. », Céréales en région chaudes P 97-104.

Berhaut (2003).stockage et conservation des grains à la ferme (qualité- stockage), stockage à la ferme, (arvalis – institut du végétal) et jean-pierre criaud (greeta de l'evereucin), ARVALIS - institut du végétal.

Bell A., (2000).Lutte contre les insectes des denrées stockées au Sénégal. Ed .Biotech. Agron., Soc. p 60-61.

Boeke S., Baumgart I.R., Van Loon J., Huis A., Dicke M., Kossou, D., (2004).Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. Journal of Stored Products Research. 40, 423-438.

Beloued A., (1998).Plantes médicinales d'Algérie, Ed. Office des publications universitaires, 277p.

Bruneton J. (1999). « Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales ». Editions Tec & Doc, Paris, éditions médicales internationales, P 483-560.

Bellakhdar J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ed. Le Fennec, Casablanca/ Ibis Press, Paris, P 764

Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. (1986). Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée, Ed. Maloine éditeur .

Boukhatem MN., Saidi F., Hamaidi M.S., Hakim Y., Mekarnia M. (2001) .Culture et exploitation industrielle du géranium rosat (*Pelargonium graveolens*) en Algérie : état des lieux et perspectives. Phytothérapie. 9: P 304-309.

Belagoune F. (2012). Etude et modélisation des crues des cours d'eau en milieu semiaride« Cas des grands bassins versants 05,06 et 07 ».Mémoire de Magister. Université d'Ouargla, P 156.

Baser K.H.C. and Buchbauer G., (2010). Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America. 994p.

Références bibliographiques

Bruneton J., (1999). Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Tec. & Doc. Lavoisier 3ème édition, Paris.

Belguitar M. (2015). Les plantes médicinales de la région de Ksar Chellala, Tiaret. Mémoirr. Université de Tiaret, P 60.

Bakkali,F.,Averbeck,S.,Averbeck,D.&Idaomar,M.(2008).Biological effects of essential oils-a review.Food and chemical toxicology,46,446-457.

Riotte B.(2015).Muron guide huiles essentielles.

(Boukhobza et Geotz, 2014 ;Bruneton, 2009 ;Mahfouf,(2010).phytothérapie en odontologie-Editions CdP, Initiatives santé.

Bruneton,(2009),pharmacognosie,phytochimie, plantes médicinales.techniques et documentation,4ème édition,2009,Lavoisier (France),p288 . (ISPN :978-2-7430-1188-8).D.

Brunton J., (1987). Elément de phytochimie et de pharmacognosie. Tec & Doc- Lavoisier, Paris.

Biauchini F . et Corbettab F., (1975) . Atlas des plantes medicinales , Edit Frenand Nathan,Paris,243p.

Bouzidi O,(2021).Efficacité comparée d'une plante médicinale, *Laurus nobilis* à l'égard de deux espèces de moustiques, *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*.

Université Larbi Tébessi -Tébessa-

Bouyahiaoui H, Harchi N.,(2021) . Potentiel insecticide des extraits de l'Ortie (*Urticadioica* L.) contre les larves de moustique domestique, *Culex pipiens* L. *Laboratoire de Bioinformatique, Microbiologie Appliquée et Biomolécules, Université M'HammedBougaraBoumerdes, 35 000 Boumerdes, Algérie*

Références bibliographiques

Caid H.S., Ecchammakh T., Elamrani A., Khalid A., Boukroute A., Miamou A., Demandre C., (2008). Altérations accompagnant le vieillissement accéléré de blé tendre. Cahiers Agricultures, 17(1) : 39-44.

Chehat. (2007). La filière blés en Algérie. Projet PAMLIN : Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation.

CAMARA A., (2009). Lutte contre *Sitophilu soryzae* L.(Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst(Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en BasseGuinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, Thèse de Doctoral dissertation, Université du Québec à Montréal, Canada, 27-28p.

Cissokho P. S., Gueye M.O. , Sow E.H. et Diarra K., 2015 : Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest . Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(3): 1644-1653.

Clerget, Y. (2011).Biodiversité des céréales Origine et évolution. In La biodiversité des céréales et leur utilisation par l'homme. Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard. Extrait de la vidéoconférence du Service éducatif du Muséum Cuvier de la Ville de Montbéliard « La biodiversité des céréales et leur utilisation par l'homme » publié dans le bulletin 2011 de la Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard. P 1-16.

C.I.C., (2017). Conseils internationale des céréales France. Agrimer Marché du blé dur Campane 2016/2017 Prejection 2017/18, P4-8.

Cronk Q., Ojeda I. And Pennington R.T. (2006). Legume comparative genomics: progress in phylonetics and phylogenomics. Current Opinion in plant biology 9: 99-103

Coraf , (2007). Programme de productivité agricole en Afrique de l'ouest. Plan de Gestion des pestes et pesticides. Rapport E1553., v 2. Dakar, pp 5 – 6

Cruz ,J.F ;Troude, F., (1988). Conservation des Grains en Régions Chaudes « Techniques Rurales en Afrique ».2 éd. France, CEEMAT, P548 .

Constant N., (2009). L'utilisation du pyrèthre naturel pour lutter contre la cicadelle de la flavescence dorée en viticulture biologique. AIVB-LR.

Références bibliographiques

Chabrier J. Y., (2010).Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Université Henri Poincaré, Nancy 1 faculté de pharmacie Année universitaire 2009-2010. p 107 .

Chevallier. (2001). Encyclopedia des plantes médicinales. Edit.La rousse, Paris, P 16,293, 295.

Couic-Marinier et Lobstein,(2013).les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine.Actualités pharmaceutiques,52,18-21

(Cazzola et Doublet Doublet, (2015).Mise au point d'une technique de séparation et de quantification des composés présents dans une huile essentielle.

Caillard J., (2003). Les plantes, des usines chimiques en miniature. Dossier de ressources documentaires. CRDP Midi-Pyrénées. p6.

(Chebari S, Ouartisi A, Rehahlia R.,(2019).Effet bio-insecticide des huiles essentielles de lantanier(*Lantana camara*) et de l'Ortie (*Urtica dioica*), sur unravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella*(Zeller), **Université 8 Mai 1945 Guelma.**

« D »

Doukani, K., Tabak, S., Gourchala, F., Mihoub, F., Ounes, M., Benbaguara, M. (2013). Caractérisation physico-chimique du blé fermenté par Stockage Souterrain (Matmora). Revue Ecologie-Environnement.

Djermoun. A, (2009).La production céréalière en Algérie : les principales Caractéristiques, Revue Nature et Technologie. N° 01. Pages 45 à 53.

Dabrie C., Niango Ba M., Sanon A., (2008). Effects of crushed fresh *Cleome viscosa* L. (Capparaceae) plants on the cowpea storage pest, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae). International Journal of Pest Management, 54 (4), 319-326.

Dal Bon;(2001). Dans La clinique lacanienne 2001/1 (n 5), pages 157 à 161.

Références bibliographiques

Descoins, (1991). Les étapes prévisibles de l'évolution des techniques de la protection des plantes. In :bye,P .(Ed.),phytosanitaires,protection des plantes,biopesticides.INRA.Pp :107-110 .

Daoudi, A., Bammou, M., Zarkani, S., Slimani, I., Ibjibij, J., & Nassiri, L. (2015). Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la commune rurale d'aguelmouss province de khénifra (Maroc). *Phytothérapie*, 1-9. doi: 10.1007/s10298-015-0953-z. 2015

Deshayes, M.J. (1991). Reconsidération de la croissance craniofaciale au cours de l'ontogenèse et de l'évolution. Implications pour les traitements orthopédiques. *Revue d'Orthopédie dentofaciale*. Vol. 25: 353-365.

Dabrie, C ; Niango,Ba,M ;Sanon,A., (2008). Effects of crushed fresh *Cleome viscosa* L. (Capparaceae) plants on the cowpea storage pest, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae). *International Journal of Pest Management*, 54 (4), 319-326.

DELOBEL A., et TRAN M. (1993). Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. FauneTropicale, Paris, 424p

Dutertre. (2016). Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine général sur l'île de la réunion: 0 propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Univ Bordeaux 2-victor Segalen des sciences médicales.

Dohou N., Yamni K., Tahrouch S., Idrissi Hassani LM., Badoc A., Gmira N. (2003). Screening phytochimique d'une endémique ibéro marocaine, *thymelaea lythroides*. *Bull.Soc. Pharm* ; 142: P 61-78.

Debbous (2018). Evaluation de la toxicité des huiles essentielles utilisées dans plusieurs industries sur la croissance, la mobilité et sur quelques dosages biochimiques d'une espèce d'eau douce :*paramicium tetraurelia*.

Références bibliographiques

Edde, (2012).Edde P.A., 2012. A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. *Journal Of Stored Product Research* 48, 1–18

« F »

FEILLET P,(2000). Le grain de blé. Composition, utilisation. Ed, INRA, paris, 308p
DJERMOUN A, 2009. La production céréalière en Algérie, *Revue Nature et Technologie*.N°01.pp 45-53.

Fleurat - Lessard, F. (1987).Evolution des méthodes de détection et deprotection des grains par des procédés physique. *Annales de L’A.N.P.P.*, 6, pp , 449-458.

FAO (organisation des nations unies pour **l’alimentation et l’agriculture**). (2019). Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales, P7. Page consulté le 14.05.2019.<http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>.

FAO, (2016). organisation des nations unies pour l’alimentation et l’agriculture, les avantages nutritionnels des légumineuses, fao.org/pulses-2016.

FAO, (2014).Food and agriculture data, [sure fao.org](http://sure.fao.org).

Fianko ,J.R ; Donkor, A ; Lowor, S.T ;Yeboah ,P.O ; Glover, E.T ; Adom T.,Faanu, A., (2011).Health risk associated with pesticide contamination of fish from the densu river basin in Ghana. *Journal of Environmental Protection*, 2(2), P115-123.

Franchomme P. et Péroël D., (1990). L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. In : étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémisynthèse. Roger Jallois éditeur. Limoges. 445 p.

Fournier G. (2001). Plantes médicinales et médicaments à base de plantes, journal n°7.

« G »

Références bibliographiques

Guèye MT. (2012). Gestion intégrée des ravageurs de céréales et de légumineuses stockées au Sénégal par l'utilisation de substances issues de plantes. Thèse de doctorat, Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech, 216 p.

Gallais A., (2015). Structure des exploitations agricoles. Agreste –DRAAF.Nord-Pas-de-Calais, P7-25.

Gepts P, Beaves WD, Brummer EC, Shoemaker RC, Stalker HT, Weeden NF, Young ND, (2005). legume as a model plant family. Genomic for food and feed report of the cross-legume advances through genomic conferences .Plant p.

Guedouari., (2012). Etude comparative de la pharmacognosie des différentes parties du *Laurus nobilis* L. Essais de formulation thérapeutiques . Mémoire de Magister en génie des procédés chimiques et pharmaceutiques .université M'hamed Bougara-Boumerdes.

« H »

HAGSTRUM D.W., PHILLIPS T.W., et CUPERUS G. (2012). Stored Product Protection- State Research and Extension Kensas, 358pp

HABA K. (2018). Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes Sahariennes d'intérêt médicinal dans la région d'Oued Righ. Mémoire. Université Mohamed Khider de Biskra, P17.

Hélène L. (2013). Le médicament à base de plantes en Europe: statut, enregistrement contrôlés. Mémoire. Université de Strasbourg, P 21.

Haiahem L ; Tebbani I et Benchehieb B. (2019). Activité bio-insecticide des huiles essentielles de l'Ortie (*Urtica dioica* L). Sur, un ravageur des denrées stockées *Ephestia Kuehniella* (Zeller). Master académique en science biologique. Université 8 mai 1945.Guelma. P45.

Hignar, (1985). Importances des pertes du aux insectes des légumineuses alimentaires. Source de protéines végétales. UACNRS, 340 : pp 193-204.Ed. INRA, Alger, 56-64.

« I »

Inge de groot, (2004). protection des céréales et des légumineuses stockent, c'est un Agrodok

Références bibliographiques

(livre) première édition : 1996 deuxièmes éditions : 2004 conception : janneke reijnders
traduction : Evelyne Codazzi ISBN, p 74.

« J »

Judd, C. M., Kenny, D. A., & McClelland, G. H. (2001). Estimating and testing mediation and moderation in within-subject designs. *Psychological Methods*, 6, 115–134.

« K »

Karahaçane T., (2015).Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse. Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, 136.

Kermiche, F., (2017).Evaluation de l'effet insecticide de deux huiles essentielles formulées (Thymus pallescens Noé et Artemisia herba alba Asso) sur les adultes Sitophilus granarius (L.)(coleoptera :Curculionidae) et Rhyzoprtha dominica (F.)(Coleoptera : Bostrichidae). Univ,el bachire el ibrahimi ,BBA.P11.

Kellouche A., (2005).Etude de la bruche du pois chiche Callosobruchus maculatus.F (Coleoptera : Bruchidae) ; Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse de Doctorat d'état en sciences naturelles, spécialité entomologie. U.M.M.T.O.154p.

Keita S.M., Vincent C., Schkit J.P., Rramaswamy S et Belanger A., (2000). Effect of various essential oils on Callosobruchus maculatus (F) (Coleoptera : Bruchidae). *Journal of stored products research*. 36(4) : pp: 355 – 364.

Khani,A et Tahar,R., (2012).Chemical Composition and Insecticide Activity of Essential Oil from Coriandrum sativum Seeds against Tribolium confusum and Calosobruchus maculatus . International Scholarly Reserch Network, ISRN Pharmaceutics,Vol 2012 ,P5.

Références bibliographiques

« L »

Lambert ,(2013).Practical approaches to modeling leakage and pressure management in distribution systems.

Laurent bouby, (2003).de la récolte au stockage éclairages carphologiques sur les opérations de traitement des céréales à l'âge du bronze dans le sud de la France. Editions APDCA, Antibes.

Lamboni, Y ; Hell, K., (2009).Propagation of mycotoxigenic fungi in maize stores by post-harvest insects.International Journal of Tropical Insect Science, 29 (1), 31-39.

Lakhial S., (2018).Inventaire des insectes et des maladies des denrées stockées, 9P.

Lale N.E.S. et Vidal S., (2003).Simulation studies on the effects of solar heat on egg-laying, development and survival of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus subinnotatus* (Pic) in stored bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt. J. Stored Prod. Res. 39, 447-458.

Luicita-Laguner R., (2006).Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse. Spécialité: Sciences des Agroressources.321p

Leon A.T., Cornel A., Hamilton B et Dominic A.F., (2003).Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de la bruche du niébé, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera, Bruchidae), Cahiers Agricultures. 12, N° 6, 401-7.

LEPESME P. (1944). Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Encyclopédie entomologique. Série A. Ed., Le Chevalier, Paris, 257p.

Linden G. (1981). Principales techniques d'analyse. Vol 2.Ed Tec et Doc- Lavoisier. Paris, P 434.

Lahmadi S., Zeguerrou R., Guesmia H. (2013). La flore spontanée de la plaine d'El-Outaya. (Ziban).C.R.S.T.R.A, P 38.

LE Guyader H. (1987). Le développement des végétaux. Aspects théoriques et,synthétiques. "Actualités scientifiques et agronomiques de l&39;INRA", Paris.

Références bibliographiques

Lis-balchin,M.,Hart,S.L. et Deans,S.G.,(2000).« Solid and vapor phase antimicrobial on différent tea-tree oils (Melaleuca alternifolia,Leptospermum scoparium or Manucka and Kunzea ericoides or Kanuka) ,originating in Australia and New Zealand » J Phytother Res ? v.14,623-629 .

« M »

Mohamedi, (2006). « Etude du pouvoire antimicrobienne et antioxydant des huiles essentielles et flavinoides de quelques plantes de la régions de Tlemcen » ;thèse de magistère ;université Abou bakr belkaid-Tlemcen.

Mikolo B., Massamba D., Matos L., Lenga A., Mbani G. et Balounga P., (2007).Conditions de stockage et revue de l'entomofaune des denrées stockées du CongoBrazza ville. J.Sci. 7, N°1, 30-38.

Mebarkia A., Khalfi O. et Guechi A., (2001).Problèmes phytosanitaires des céréales stockées en régions semi-aride. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El-Harrach, 119-126.

Mossa A., (2016).Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. Journal of Environmental Scienceand Technology, 9(5),354-378.

Momar et al, (2011).Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique, Biotechnol. Agron. Soc. Environ

Mohammedi Z., (2013).Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Diss.

Marzouki ,H.,et al., (2009).« Biological activity evaluation of Tunisia and Algeria extracted by supercritical carbon dioxide »,Natural product Research,23,230-237.

Marchand, P. (2012). L'Ortie. *Alter Agri*, 111, 27-28.

« N »

Ndiaye, Decole Sidy Baba., (1999).Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Fonds Belge de Survie.

Références bibliographiques

Ngamo LST, Hance TH. (2007).Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicultura*, 25(4): 215-220.

Nogaret-Ehrhart. (2008).Nogaret-Ehrhart A-S. La phytothérapie : se soigner par les plantes. Ed. Eyrolles, Paris 2008.

« O »

Ould el Hadj M D., Hadj-Mahammed M., Zabeirou H. (2001). Inventaire et recherche de l'usage des plantes spontanées médicinales de la pharmacopée traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrional Est Algérien), *Annales de l'Institut National Agronomique - EI-Harrach* ; 22(1) (2) : P 97-123.

« P »

Proctor D.L., (1994).Grain storage techniques : Evolution and trends in developing countries.Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 277p

Pretty J, Hine R. (2005).Pesticide use and the environment in The pesticide detox - Towards a More Sustainable Agriculture. EARTHSCAN: London, Sterling, VA; 293 p.

Pierre et al, (2014).ventilation et conservation des grains à la ferme. Réseau innovagrains et centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).p.58.

Pretty J, Hine R. (2005).Pesticide use and the environment in The pesticide detox - Towards a More Sustainable Agriculture. EARTHSCAN: London, Sterling, VA; 293 p.

POTTER C. (1935). The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (Fab.).*Transactions and proceedings of the society*, 83: 449-482.

« R »

Références bibliographiques

Rajendran S., (2002). Postharvest pest losses. Encyclopedia of Pest Management (Print), 654–656. Rastoin J.L., Benabderrazik E.H., (2014).Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb Pour un Codéveloppement de filières territorialisées. IPEMED, 6-134

Relinger L. ;Zettie J. et Davis R., (1988).Evaluation of primiphos methyl as a protection for export grain.J Econ.Ent ;81 :718-21.

Regnault-Roger C., (2002).De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire. In : Philogène B.J.R, Regnault-Roger C. & Vincent C., coord. Biopesticides d'origine végétale. Paris : Lavoisier-Éditions Tec et Doc. Pp : 19-39.

Rajendran, S., (2002).Postharvest pest losses. Encyclopedia of Pest Management (Print), 654–656.

Rahman, M.M ; Islam, W ; Ahmad, K.N., (2009).Functional response of the predator *Xylocoris flavipes* to three stored product insect pests. International Journal of Agriculture and Biology,11,316- 320.

Rayaud J.(2006).Prescription et conseil en aromathérapie. Ed.Tec, Tavoisier. 96p

Rhayour K.H., (2002). Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *mycobacterium fortuitum*. Thèse de doctorat. Université Sidi Mohamed ben Abdellah Faculté des sciences Dhar Mehraz-Fés.

Rebzani ;(2014).Contribution a une étude ethnobotanique phytochimique,et thérapeutique de l'extrait aqueux des feuilles de laurier noble.Mémoire de master en biologie : phytothérapie et santé université Blida Algérie.

« S »

Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J. & Sukprakarn, C. (1997). Plants oils as fumigants and contacts insecticides for the control of stored-product insects. Journal of Stored Products Research. 33 (1) : 7-15.

Sarwar, M ; Sarwar,F ;Sarwar,M ;Qadri,N.A and Safia ,M ., (2013).The importance of cereals (Poaceae : Graminea) nutrition in human health : A review, vol 4(3), P32-35.

Références bibliographiques

Scotti G., (1978). Les insectes et les acariens des céréales stockées Coed. A.F.N.O.R – I .T. C .F., Paris, 232 P.

Schuster, CL et Smeda ,R.J.,(2007). Management of *Amaranthus rudis* S. in glyphosate resistant corn (*Zea mays* L) and soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Crop Prot*, 26, 1436-1443.

Suresh G., Narasimham N.S., Masilamani S., Partho P.O., Gopalakrishnan G., (1997). Antifungal fraction and compound from uncrushed green leaves of *Azadiractha indica*. *Phytoparasitica*, 25 (1) : 33-39.

Sanago. (2006). Le role des plantes médicinale en médecine traditionnelle. Université

Saxenaa , G., Rahmanb, L., Vermae, P.C., Banerjeed, S. and Kumara, S.,(2008). « Feild performance of somaclones of rose scented geranium (*Pelargonuim graveolens*) for evaluation of their esseentiel oil yield and composition », *Industrial crops and products*, 27, 86-90.

« T »

OwTunç, I., Berger, B.M., Erler, F. & Dagli, F. (2000). Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored product insects. *Journal of Stored Products Research*. 36 : 161- 168.

Tazerouti-Bendiffallah L., Bakour K. et Kellouch AEK, (2001). Etat sanitaire des denrées entreposées dans les unités de stockage de Draa Ben Khedda, Bouira et ain Bessam. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El- Harrach, 355-360.

THOMSON V. (1966). The biology of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (Fab.). *Bull. Grain. Tec.*, 4 (4): 163-168.

TREMATERRA P., SCIARRETTA A., et TAMASI E. (1999). Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus), *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Tribolium confusum*. du Val to naturally and artificially damaged durum wheat kernels. *Entomol. Exp. Appl.*, 49: 41-44.

« V »

Vargas I., Sanz I., Prima-Yufer E. (1999). Antimicrobial and Antioxidant

Références bibliographiques

compounds in the nonvolatile fraction of expressed range essential oil. J.Food Prot. 62(8) : P929- 932.

Valnet, (1984).Aromathérapie.Traitement des maladies par les essences des plantes.Maloine S.A. éditeur.Paris p544.

Vokou D, Chalkos D, Karamanlidou G, Yiangou G., (2002). Activation of soil respiration and shift of the microbial population balance to *Lavandula stoechas* essentiel oil. J. of chem. Ecol. 28(4), 755-768.

« W »

Waongo A, Yamkoulga M, Clémentine L Dabire-B, Malick NB1, Sanon A,(2013). Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 7(3): 1157-1167. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.22>

Waingo, A ; Yamkoulga,M ; Dabir-Binso C.L., Ba M.N., Sanon A.,(2013).Conservation postrécolte des céréales en zone sud-saoudienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks, P1157-1167.

« Z »

Zeghad, (2009).Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (T.vulgaris,R.officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne.thèse de magister biologique de l'université Mentouri Canstantine.149pages.

ZEKRI F., (2016).Contribution à l'étude des propriétés insecticides du Laurier noble, Laurus nobilis L. (Lauraceae), sur un insecte ravageur des denrées stockées, Ephestia kuehniella (Lepidoptera, Pyralidae), Université des Frères Mentouri Constantine .

Références bibliographiques

Références bibliographiques
