



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشاذلي بن جديد الطارف
Université Chadli Bendjedid El Tarf
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie
Filière : Sciences Biologiques

MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER II en Biologie
Spécialité : Toxicologie Fondamentale & Appliquée

THÈME

**Contribution à l'étude de l'effet
insecticide des deux huiles
essentielles de *Mentha pulegium* L. et
Citrus limon L. sur un insecte ravageur
des denrées stockées *Ephestia kuehniella*
(Lepidoptera, Pyralidae)**

Présenté par : **Bendada Chahrazad**

Présidente : Dr. Nada Nouri

MCA UCBD- El Tarf

Examinatrice : Dr. Alima Boukachabia

MCB UCBD- El Tarf

Promotrice : Dr. Mounia Amoura

MCB UCBD- El Tarf

Co-promotrice : Dr. Amina Benabdallah

MCA UCBD- El Tarf

Année universitaire : 2019-2020

Dédicace

Jem'appelle: Bendada Chahrazad

Je dédie ce travail à mes plus chers êtres au monde:

Mamère: Zémammouche Louiza

Mon fiancé: Youbi Nadir

Madame: Amoura Mounia

**, leur tendresse, et pour leur soutien moral et matériel durant
toutes les étapes de ma vie, sans lesquels je n'y serais pas
devenue ce que j'en suis aujourd'hui**

A mon cher frère: Djamal

**A mes chères sœurs: Souhayla et son fille: Alaa Arahman et son
fils: Lokman**

Et à mes chères amies:

**En témoignage de ma sincère amitié, veuillez trouver dans ce
travail, mon profond hommage.**

À la promotion de 2^{ème} Année Master Toxicologie

Fondamentale et Appliquée, à ceux que je

Respecte et j'aime.

Chahrazad

Remerciement

Avant tout, nous remercions sincèrement et profondément le bon Dieu qui nous a donné le courage, la patience et la force pour faire ce modeste travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury **Dr. Nouri Nada et Dr. Boukachabia Alima** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

J'ai très reconnaissantes à mes promotrices **Dr. Amoura Mounia et Dr. Benabdallah Amina** d'avoir accepté de diriger ce travail, pour leurs aide et surtout leurs patiences, pour m'avoir guidées, encouragées et conseillées pendant toute l'année.

On tient à remercier mon fiancé **Youbi Nadir** qui m'a aidé de près et de loin à réaliser ce travail,

Sans oublier de remercier madame **Fouzia** directrice de laboratoire **INPV**.

Je voudrais que tous les membres du Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie acceptent mes remerciements pour le temps précieux qu'ils nous consacrent durant notre cursus.

Résumé

Le présent travail a été mené dans le but d'estimer l'effet insecticide des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques *Mentha pulegium* « menthe pouliot » et *Citrus limon* "citron", par inhalation à l'égard des adultes d'*Ephestia kuehniella* (Pyralidae, Lepidoptera), un ravageur des denrées stockées, provenant de la minoterie de Seybouse de la wilaya d'Annaba. Les rendements des huiles essentielles sont significativement différents entre les deux plantes, *M. pulegium* a représenté le rendement le plus élevé (1,8%), suivi par la *C. limon* (1,5%). Le test de toxicité étudié a permis d'estimer les valeurs CL₂₅, CL₅₀ et CL₉₀ chez les adultes d'*E. Kuehniella* avec une relation dose-réponse. Nos résultats ont montré une activité toxique très significative des huiles essentielles de *M. pulegium* avec un CL₅₀ égale à 22,22 µl/Lair. Les huiles essentielles de la menthe pouliot et du zeste de citron sont recommandés comme des bio-insecticides très efficaces dans les entrepôts pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées.

Mots clés : Huiles essentielles, *Mentha pulegium*, *Citrus limon*, *Ephestia Kuehniella*, Effet bio-insecticide.

Abstract

The present work was carried out to estimate the insecticidal effect of essential oils extracted from the aromatic plants *Mentha pulegium* "pennyroyal" and *Citrus limon* "lemon" peels by inhalation against adults of *Ephestia kuehniella* (Pyralidae, Lepidoptera), pest of stored products, collected from Seybouse mills in Annaba department. Yields of essential oils were significantly different between the two plants, *M. pulegium* represented the highest yield (1.8%) followed by *C. Limon* (1.5%). The studied toxicity test estimated the LC₂₅, LC₅₀ and LC₉₀ values in adults of *E. Kuehniella* with a dose-response relationship, it showed us a very significant toxic activity of *M. pulegium* oil with an LC₅₀=22.22 µl/Lair. The essential oils of *M. Pulegium* and *C. Limon* are recommended as very effective bio-insecticides in warehouses to control pests of stored products.

Keywords: Essential oils, *Mentha pulegium*, *Citrus limon*, *Ephestia kuehniella*, Insecticidal effect.

ملخص

تم تنفيذ هذا العمل بهدف تقدير تأثير المبيدات الحشرية للزيوت العطرية المستخلصة من النباتات العطرية *Mentha pulegium* "Pouliot" وليمون الحمضيات عن طريق الاستنشاق ضد *Ephestia kuehniella* (*Pyrilidae*, *Lepidoptrae*) التي تم جمعها من مطاحن سيبوس بولاية عنابة. اختلف منتوج الزيوت العطرية بشكل معنوي بين النباتين، فقد مثل : *M. Pulegium* أعلى محصول (1.8%) ، يليه *C. limon* (1.5%). قدر اختبار السمية المدروسة قيم: LC2 5 و LC50 و LC90 في البالغين من حشرة *E.Kuehniella* نشاطًا سامًا مهمًا بعلاقة الجرعة والاستجابة، جدًا للزيوت الأساسية من، *M. pulegium* مع التركيز المميت $50 = 22.22$ ميكرو لتر / لتر هواء يوصى باستخدام الزيوت الأساسية من *M. Pulegium* و *C. Limon* كمبيدات حيوية عالية الفعالية في المستودعات لمكافحة آفات الأغذية المخزونة.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، تأثير مبيد الحشرات الحيوي .

Ephestia kuehniella- *Mentha pulegium*- *Citrus limon*

Plan de travail

1. Introduction	1
I. Matériel et Méthodes	5
I.1. Matériel biologique	5
1.1. Présentation de l'insecte <i>Ephestia kuehniella</i>	5
1.2. Cycle biologique	6
1.3. Matériel végétal.....	8
1.3.1. Présentation de la plante <i>Mentha pulegium</i>	9
1.3.1.1. Origine et Répartition géographique	9
1.3.1.2. Description botanique	10
1.3.1. Présentation de la plante <i>Citrus limon</i> Burm.....	11
1.3.1.1. Origine et répartition géographique	11
1.3.1.2. Description botanique	11
1.3.1.3. La composition chimique	12
1.4. Les huiles essentielles	12
1.4.1. Composition chimique des huiles essentielles	12
I.2. Méthodes de travail.....	13
2.1. Élevage.....	13
2.2. Séchage des plantes et préparation des poudres.....	15
2.2.1. Les feuilles de <i>Mentha pulegium</i>	15
2.2.2. Séchage de l'écorce de <i>Citrus limon</i> et préparation des poudres	16
2.3. Extraction et rendement des huiles essentielles	16
2.3. Traitement par les huiles essentielles extraites de <i>Mentha pulegium</i> et <i>Citrus limon</i>	18
II. Résultats & Discussion	20
2.1. Rendement en huiles essentielles.....	20
2.2. Etude Toxicologique	20
2.1. Toxicologie de <i>Mentha pulegium</i> à l'égard des adultes d' <i>Ephestia kuehnilla</i>	20
2.2. Toxicologie de <i>C. limon</i> à l'égard des adultes d' <i>Ephestia kuehnilla</i>	21
2.3. Discussion	23
III. Conclusion	26
VI. Références bibliographies.....	28

Liste des figures

Figure 1: Cycle de développement d' <i>E. kuehniella</i> à 27°C (Baizid, 2016).....	8
Figure 2: Les valeurs CL25, CL50 et CL90 chez les adultes d' <i>E. kuehniella</i> des huiles essentielles des deux plantes <i>M. pulegium</i> et <i>C. limon</i>	23

Liste des photos

Photo1: Adulte d' <i>Ephestia kuehniella</i> (Bendada, 2020).	6
Photo 2: <i>Mentha pulegium</i> (Menthe pouliot)	11
Photo 3 : Description botanique de <i>Citrus limon</i> (Bendada, 2020).....	111
Photo 4: La chambre d'élevage dans le laboratoire de l'Institut national de protection Végétale (Bendada, 2020).	14
Photo 5: L'étuve sous conditions optimales : T 27°C, H 70% (Bendada,2020).	14
Photo 6: L'élevage de masse d' <i>Ephestia kuehniella</i> (Bendada, 2020).....	15
Photo 7: Séchage de la menthe pouliot et broyage (Bendada, 2020).	15
Photo 8: Séchage de <i>Citrus limon</i> et broyage.....	16
Photo 9: Matériel d'extraction des plantes (Bendada, 2020).....	16
Photo 10: Hydrodistillateur de type clevenger (Bendada, 2020).....	17
Photo 11: Traitement avec concentrations des (Bendada, 2020).....	18

Liste des tableaux

Tableau 1: Effet des huiles essentielles extraites de <i>M. pulegium</i> sur le taux (%) de mortalité corrigée des adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i> après 24 h de traitement (m ± sem.) ; trois répétitions comportant chacune 10 adultes).....	21
Tableau 2: Efficacité des huiles essentielles extraites de <i>Mentha pulegium</i> sur des adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i> après 24h de traitement	221
Tableau 3: Effet des huiles essentielles extraites de <i>C. limon</i> sur le taux (%) de mortalité corrigée des adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i> après 24 h de traitement (m ± sem.) ; trois répétition comportant chacune 10 adultes.	22
Tableau 4: Efficacité des huiles essentielles extraites de <i>Citrus limon</i> sur des adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i> après 24h de traitement	22

Les abréviations

- DDT** : Dichloro-Diphényl-Trichloroéthane.
OMS : Organisation Mondiale de Santé.
PAM : Plante Aromatique Médicinale.
SNV : Science de la Nature et de la Vie.
INPV : Institut National de Protection des Végétaux.
H : Heure
FAO : Food and Agriculture Organisation.
R : Rendement en huile en %.
PB : Poids de l'huile en g.

INTRODUCTION

1. Introduction

L'agriculture biologique reste un défi que seul un investissement en recherche pourra relever, c'est une source alimentaire pour tous les êtres vivants parmi ceux qui sont l'homme, principal élément dans la chaîne alimentaire. D'après les estimations les plus récentes de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 42 millions de personnes dans le monde soit 12% de la population mondiale n'étaient pas en mesure de satisfaire leurs besoins énergétiques alimentaires en 2011-2013 (**Fao, 2013**).

Les denrées stockées constituant le groupe de produits agricoles les plus échangés sur les marchés internationaux. De ce fait, on se trouve dans la lutte contre les espèces parasites qui sont en compétition alimentaire avec l'être humain (**Delaveau, 1974**). Les ennemis de stockage regroupent plusieurs espèces, parmi ceux qu'on peut citer, les insectes ravageurs des denrées stockées, qui sont très nombreux et très diversifiées en Afrique (**Danho, 2003**).

La famille des Lépidoptères regroupe les pyrales ou teignes telles que la pyrale de tabac et de riz, les teignes du raisin sec, de fruits secs, de semences et de la teigne de la farine (**Gosee et Benard, 2006**). Ces insectes causent des pertes importantes en Algérie (**Taddei, 1984**) et génèrent des coûts importants pour l'industrie agroalimentaire (**Hami et al., 2005**). A l'heure actuelle, la lutte chimique et l'utilisation des pesticides est la plus utilisée à grande échelle que ce soit sur les sols de culture ou dans les bâtiments de stockage. Mais plusieurs recherches de toxicologie ont révélé la répercussion de ces produits dangereux sur la santé humaine et sur l'environnement (**Taibi et al., 2003**).

A cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des insecticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive (**Wmo, 1965**). L'utilisation intensive des insecticides de synthèse pour lutter contre les insectes conduit à la contamination de la biosphère. Selon **Philogène (2005)**, tous les pesticides posent un problème de contamination à court ou à long terme, selon la nature de la molécule utilisée dans les traitements et selon la manière avec laquelle ils sont appliqués (Les insecticides synthétiques organiques sont plus dangereux à manipuler, laissent des résidus toxiques dans les produits alimentaires). Les études consacrées à la dispersion des pesticides dans l'environnement ont prouvé la présence de ces produits dans plusieurs points de la biosphère qui n'ont subi aucun traitement (**Gregor et Gummer, 1989 ; Philogène, 2005 ;**

Mamadou, 2010). L'utilisation des insecticides chimiques conduit aussi à un désordre éco-toxicologique qui est accompagné d'une augmentation spectaculaire du nombre d'espèces devenues résistantes aux insecticides chimiques ; l'utilisation massive du DDT et autres organochlorés aboutit à l'apparition des premiers cas d'insectes résistants, dès les années 1950 (**Nakakita et Winks, 1981**).

En effet, plusieurs autres méthodes de lutte intégrée se sont développées, entre autre, la lutte biologique est très recommandé, c'est la méthode la plus utilisée, qui est le contrôle d'un ravageur par un ennemi naturel, et est naturellement présente dans la plupart des écosystèmes (**Lambert, 2010**). De ce fait certaines plantes constituent une source des substances naturelles qui présentent un grand potentiel d'application contre ces insectes et d'autres parasites du mode végétale et animal, Ces produits biodégradables provenant des plantes constituent une bonne alternatives qui permet aux producteurs de pouvoir assurer la protection de leur culture à un coût relativement faible (**Bonzi, 2007**). La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits des plantes contribue à la réduction de la contamination de la biosphère et permet aussi d'améliorer la santé publique (**Bonzi, 2007**).

Les Plantes Aromatiques et Médicinales (PAM) constituent une véritable banque de ces molécules chimiques (**Fournier, 1948**). Des recherches récentes ont clairement montré que les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques et médicinales sont largement utilisées, à l'heure actuelle, pour leurs multiples activités biologiques (fongicide, bactéricide, herbicides, insecticides, antiseptique etc...) (**Benjlali et al., 1986 ; Belaygoubi, 2006 ; Chiasson et al., 2007 ; Gueye et al., 2010**). Les huiles essentielles sont considérées comme une véritable banque de molécules chimiques.

De ce fait, l'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet insecticide de deux huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques et médicinales : la menthe pouliot « *Mentha pulegium* L.» et le citron (*Citrus limon* L. Burm) vis à vis une espèce ravageuse des denrées stockées : la pyrale de la farine *Ephestia kuehniella* Zeller.

Notre étude se scinde en quatre chapitres qui porte sur :

1. Les données bibliographiques sur *Mentha pulegium*, *Citrus limon* et *Ephestia kuehniella*.
2. La présentation du matériel et des méthodes utilisés.

3. L'analyse des résultats obtenus ainsi que leur discussion.
4. Une conclusion et perspectives clôtureront ce document.

Chapitre I.

Matériel & Méthodes

I. Matériel et Méthodes

Ce chapitre est consacré à la description du matériel utilisé au laboratoire ainsi qu'aux méthodes adoptées. Cette partie est réalisée au sein du laboratoire de protection des végétaux de l'Institut de Protection des Plantes Végétales « INPV » de la wilaya d'El Tarf, Daira de Ben M'hidi et le laboratoire pédagogique de département de biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV), Université Chadli Bendjedid d'El Tarf.

II.1. Matériel biologique

1.1. Présentation de l'insecte *Ephestia kuehniella*

La Pyrale de la farine, *Ephestia kuehniella*, est une mite alimentaire, les larves de cette pyrale s'attaquent essentiellement à la farine, aux grains de céréales (blé, maïs, riz), à la semoule, aux flocons d'avoine, au muesli, aux biscuits, pâtes alimentaires et plus exceptionnellement aux fruits desséchés (raisins, figues, abricots). Elles sont capables de percer un emballage peu épais (Doumandji-Mitiche, 1997). Sa position systématique est la suivante (Zeller, 1879) :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Super-ordre	Endopterygota
Ordre	Lepidoptera
Famille	Pyralidae
Genre	<i>Ephestia</i>
Espèce	<i>Ephestia kuehniella</i> (L.)



Photo 1 : Adulte d'*Ephestia kuehniella* (Bendada, 2020).

1.2. Cycle biologique

Le cycle de développement varie de 30 à 50 jours (Causalt, 2009), à une température de 27°C et une humidité relative de 70 %. De mœurs nocturnes, durant le jour, l'insecte se tient au repos contre les murs ou caché dans la farine (Balachowsky, 1972). L'insecte adulte a une petite tête globulaire, il mesure de 20 à 25 mm d'envergure, les ailes antérieures sont grisâtres satinées, avec des points noirs, les ailes postérieures sont blanchâtres finement frangées (Akif, 2011). Les femelles adultes pondent juste après l'accouplement qui aura lieu quelques heures après l'émergence et la fécondité est de 200-300 œufs blancs et de forme elliptique (Aribi, 2001).

✚ Le cycle de vie des Lépidoptères est dit holométabole, il passe par les stades œuf, larve, chrysalide et adulte.

□ **Œuf :** généralement ovoïde, est pondu dans les céréales par les papillons adultes, dans lesquelles vont se développées les chenilles (Khelil, 1995).

□ **Larve :** C'est le seul stade de croissance. La larve consomme plusieurs fois son propre poids de nourriture et, comme son tégument est rigide, elle mue périodiquement, ce qui lui permet de grossir. Les exuvies que l'on trouve dans les grains et les graines oléagineuses ainsi que leurs produits sont un signe qu'il y a ou qu'il y avait des insectes. À

son premier stade, la larve, blanche tirant sur le rosé, mesure 1 à 1,5 mm. Après six mues larvaires, elle atteint 15 à 20 mm au stade final et peut parcourir jusqu'à 400 m. Le mâle se diffère de la femelle par la présence de deux tâches noires à la face dorsale de l'abdomen, qui correspondent aux testicules (**Hami, 2004 ; Taibi, 2007**).

La larve se dirige en général vers les endroits sombres et en hauteur, souvent de bas en haut. Cette pyrale vit jusqu'à deux semaines, elle est sensible au froid mais l'hiver, reste vivante en hibernation. Dans les lieux chauffés, il peut naître 3 à 6 générations par an, voire d'avantage (**Hami, 2004**).

□ **Nymphe** : Formée après la dernière mue larvaire, la nymphe 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.

□ **Adulte** : L'insecte adulte a une petite tête globuleuse et fait 20 à 25 mm d'envergure, les ailes antérieures sont grisâtres et satinées, avec des points noirs, les ailes postérieures, finement frangées, sont blanchâtres. Le corps est pourvu de trois paires de pattes et se divise en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Les pièces buccales et les organes sensoriels sont situés sur la tête. L'abdomen renferme les organes reproducteurs. Les adultes se déplacent dans les interstices entre les grains et, peuvent pénétrer profondément dans la masse et peuvent voler et ont une vaste aire de répartition (**Doumandji-Mitiche, 1997**). Les papillons volent autour des zones où les aliments secs, aliment d'animaux ou graines pour oiseaux sont stockés. Ils sont plus actifs la nuit.

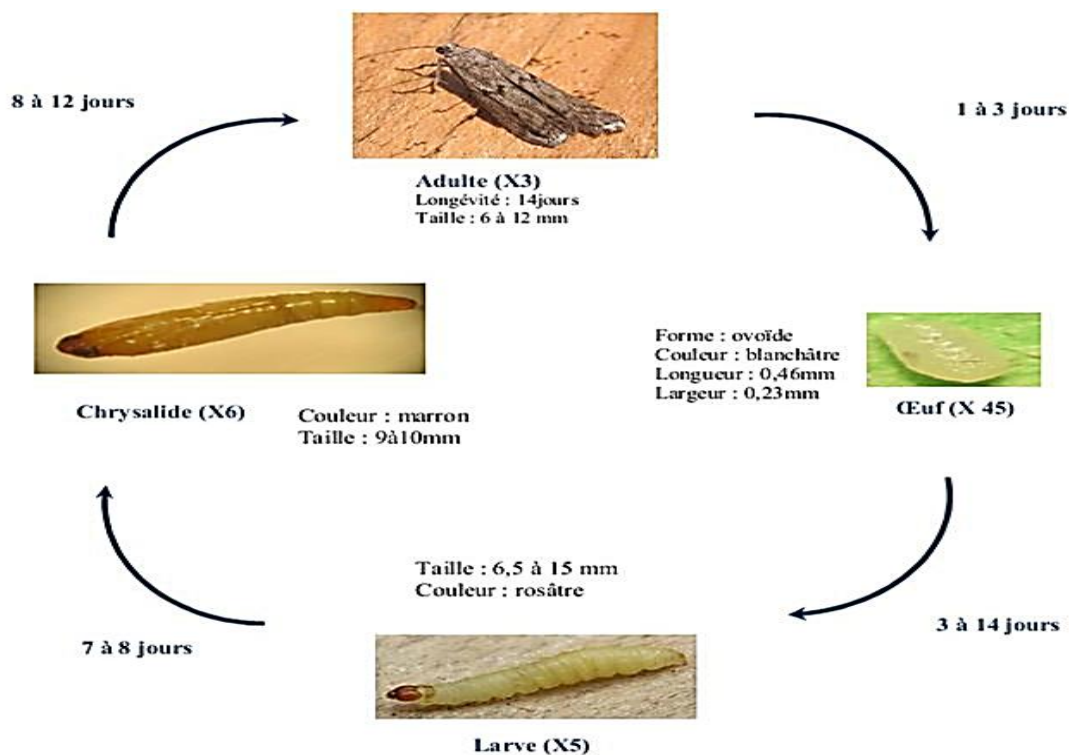


Figure 1 : Cycle de développement d'*E. kuehniella* à 27°C (Baizid, 2016).

1.3. Matériel végétal

Vu l'importance de la biodiversité de notre région et pour la corrobaurisation de la médecine traditionnelle, nous avons choisi deux espèces végétales : *Mentha pulegium* L. de la famille des Lamiacées et *Citrus limon* L. Burm de la famille des Rutacées. Le choix des plantes s'est basé sur une étude bibliographique ayant une connaissance de leurs usages. Les critères de sélection des plantes médicinales utilisées dans notre étude sont les suivant :

1. La présence et la disponibilité de ces plantes dans notre région.
2. L'utilisation traditionnelle dans le traitement des maladies.
3. La non toxicité des plantes, vu qu'elles sont utilisées dans les préparations culinaires et dans Les tisanes.
4. Leurs richesses en substances aromatique (huiles essentielles) et polyphénols.
5. Fréquence des travaux sur la composition chimique et les activités biologiques des huiles essentielles et polyphénols isolés des plantes médicinales.

1.3.1. Présentation de la plante *Mentha pulegium*

Les Menthes, du nom latin *Mentha*, sont des plantes vivaces, herbacées indigènes et très odorantes appartenant à la famille des Lamiacées (**Benayed, 2008**). La menthe pouliot comme les autres menthes à la particularité d'être insecticide puisqu'elle a été déjà utilisée dans ce sens pour faire éloigner les insectes (**Bremness, 2001**). Dans la famille des Labiées (Lamiacées), on retrouve la plupart des plantes aromatiques utilisées en parfumerie, en pharmacie et dans les préparations culinaires en condiment. Ces plantes doivent leurs propriétés aux essences localisées dans les poils sécréteurs. La **Position systématique** de *Mentha pulegium* L. D'après **Quézel et Santa (1962)** et **Guignard et Dupont (2004)**, est la suivante :

Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Gamopétales
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>Mentha pulegium</i> (L.)

1.3.1.1. Description botanique

C'est une plante de 10 à 30 cm de hauteur, à inflorescence formée de nombreux verticillés denses (Photo 03), feuillés et distants (**Quézel et Santa, 1963**). Sa saveur est fortement aromatique et son odeur est intense. Le nom de pulegium vient de latin pulex, la puce car la plante à la propriété d'éloigner les puces (**Bekhechi, 2008**). Les tiges à section carrée, sont plus ou moins dressées, verdâtres ou grisâtres, très ramifiées. Les feuilles, opposées et petites, sont ovales ou oblongues presque entières (légèrement dentelées ou crénelées) et munies d'un court pétiole. Les fleurs, qui apparaissent l'été, de mai à fin septembre, sont rose lilas, parfois blanches, et sont groupées à l'aisselle des feuilles en glomérules largement espacés le long de la tige. Chaque inflorescence, en cyme, est axillée par une bractée foliacée. Elle englobe jusqu'à 30 fleurs. Deux pré feuillent, réduites, naissent à la base de chaque inflorescence. Le calice, persistant et finement velu, est en cloche. Il est faiblement bilabié, strié et à 5 dents subégales (les 2 dents inférieures sont plus étroites). La

corolle est gamopétale formée de cinq pétales soudées. Le fruit est constitué de 4 akènes. (Quézel et Santa, 1962 ; Arvy et Gallouin, 2003).

C'est une espèce à propriétés antispasmodiques et toniques. Elle stimule le Système nerveux à faible dose et à forte dose elle devient convulsivante.

Cette plante a un pouvoir insecticide, elle lutte contre les poux, les moustiques et les puces (Uwinza, 2016). Elle protège, rafraichit et nettoie la peau (lorsqu'elle est ajoutée à l'eau du bain) (Guy, 2005). Les feuilles de la menthe pouliot confites ou séchées sont particulièrement appropriées pour parfumer et décorer les plats, les sauces et les soupes. Le pouliot est surtout employé pour parfumer les savons, les détergents, ainsi que les dentifrices (Boukenna et Bouzid, 2007).

1.3.1.2. Origine et Répartition géographique

Elle est d'origine méditerranéenne, très répandue aussi en Europe de l'Ouest, du Sud et centrale, aux canaries et à l'ouest de l'Asie, ainsi qu'en Amérique. *M. pulegium*, est connue sous le nom de « menthe pouliot ». Le nom de « pouliot » vient du latin *pulegium*, qui dérive de *pulex* : la puce ; la plante ayant la propriété d'éloigner les puces. Elle est fréquente dans les milieux humides, elle pousse sur des sols sablonneux, et acides, mais est très sensible au gel (Chalchat et al. 2000). Elle est parfois cultivée comme plante condimentaire pour ses feuilles très aromatiques. Malgré son utilisation ancestrale pour aromatiser les sauces, les desserts et les boissons, son intérêt économique demeure limité.

□ **Principaux pays producteurs** : Les Etats Unis, le Maroc et l'Espagne.

□ **Principaux pays exportateurs** : Les parties aériennes sont peu commercialisées alors que l'huile essentielle est exportée par les Etats Unis (Boukenna et Bouzidi, 2007).

Mentha pulegium L. est très répandue dans le nord de l'Afrique, dans la région méditerranéenne et dans l'Asie (Quézelet Santa, 1963 ; Chalchat et al. 2000). En Algérie, *Mentha pulegium* est très abondante et pousse spontanément (Quézel et Santa, 1963). Elle se rencontre dans les zones humides et généralement marécageuses, près des routes, et elle est plus abondante dans les pâturages de montagnes (Chalchat et al. 2000).



Photo 2 : *Mentha pulegium* (Menthe pouliot)

1.3.1. Présentation de la plante *Citrus Limon* Burm

1.3.1.1. Origine et répartition géographique

Le genre *Citrus* appartient à la famille des **Rutacées**, c'est un agrume issu des fruits du citronnier cultivé dans les régions méditerranéennes et subtropicales pour son fruit le citron, dont le jus est utilisé principalement comme condiment (**Hallel, 2011**).

1.3.1.2. Description botanique

Le citronnier est un arbre ou arbuste de moins 4 m à 12 m, les feuilles sont généralement simple et persistante (**Hamdani, 2015**). Au feuillage vert clair, sa chair est juteuse, acide et riche en vitamine C (**Wolfgang, 2008**).



Photo 3 : Description botanique de *Citrus limon*

La **Position systématique de la plante** : D'après Quézel et Santa (1962) :

Règne	Végétale.
Embranchement	Spermaphyte
Sous-embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédone
Sous-classe	Rutale
Famille	Rutaceae
Genre	<i>Citrus</i>
Espèce	<i>Citrus limon</i>

Nom communs : Citronnier.

1.3.1.3. La composition chimique

Le citron est essentiellement riche en vitamine C, acide citrique, et flavonoïde, mais contient aussi du potassium, calcium et du phosphore en assez bonne quantité (**Bloud, 2005**). Le citron est également source de petite quantité de fer, du cuivre, du magnésium, de vitamine A, ainsi que plusieurs vitamines de groupe B, le citron produit aussi sa propre huile essentielle qui joue également un rôle majeur dans ses propriétés médicinales, et contient également des caroténoïdes et des coumarines (**Hallel, 2011**).

1.4. Les huiles essentielles

L'huile essentielle, essence ou également appelée huile volatile, est l'ensemble d'extraits volatils de composition complexe obtenu des plantes aromatiques. Ils sont synthétisés par les végétaux supérieurs, il y aurait environ 17 500 espèces aromatiques réparties dans une cinquantaine de familles comme les conifères, les lamiacées, les myrtacées, les rutacées et les ombellifères. La synthèse et l'accumulation d'une huile essentielle dans les végétaux sont généralement liées à l'existence de structures histologiques spécialisées, localisées dans certains points des tissus, le plus souvent situées sur ou à proximité de la surface de la plante (**Bruneton, 1999**). Ces structures peuvent être:

- Des cellules sécrétrices isolées (*Lauraceae, Zingibaceae*) ; épidermiques ou internes,
- Des poils sécréteurs externes (*Lamiaceae, Geraniaceae*) ou internes (*Myrtaceae*),
- Des canaux sécréteurs (Ombellifères, Conifères).

1.4.1. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et éminemment variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes, d'une part, et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquent, d'autre part. (Abdelli *et al.* 2016).

Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatiles (Belaygoubi, 2006). Selon (Bachelot *et al.* 2006), les huiles essentielles contiennent un grand nombre d'éléments biochimiques. Mais les plus fréquemment rencontrés sont les alcools, les cétones, les aldéhydes terpéniques, les sters, éthers et les terpènes. Il est possible de trouver dans la composition de certaines huiles essentielles d'autres corps à faibles proportions, tels que les coumarines volatiles.

A. Composés Terpénoïdes

Les HE sont avant tout des composés terpéniques. Du strict point de vue chimique, les terpènes apparaissent comme des polymères d'un carbure d'hydrogène diéthylénique, l'isoprène. Selon le nombre de résidus isoprènes que groupent les composés terpéniques, on distingue: les terpènes simples (formés de deux isoprènes, C₁₀H₁₆), les sesquiterpènes (formés de trois isoprènes, C₁₅H₂₄), les di terpènes (formés de quatre isoprènes, C₂₀H₃₂), les triterpènes (six isoprènes) qui, par oxydation, conduisent à de nombreuses résines, les tétraterpènes (huit isoprènes) qui conduisent aux caroténoïdes, les polyterpènes (*n* isoprènes) qui comprennent, en particulier, le caoutchouc et la gutta-percha (Benayad, 2008).

B. Composés aromatiques

Les dérivés du phénylpropanes (C₆-C₃) sont moins fréquents que les précédents, très souvent des allyl- et propénylphénols, parfois des aldéhydes. On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés C₆-C₁ comme la vanilline (assez fréquente) ou comme l'anthranilate de méthyle. Les lactones dérivées des acides cinnamiques étant, au moins pour les plus simples entre elles, entraînaient par la vapeur

d'eau, elles seront également présentes dans certaines huiles essentielles (Belaygoubi, 2006).

C. Composés d'origines diverses

Il s'agit-là de produits résultant de la transformation des molécules volatiles (composés issus de la dégradation d'acides gras ou de terpènes, autres composés). Ces composés contribuent souvent aux arômes de fruits. Compte tenu de leur mode de préparation, les concrètes et les absolues peuvent en renfermer. Il en est de même pour les huiles essentielles lorsqu'ils sont entraînés par la vapeur d'eau (Belaygoubi, 2006).

II.2. Méthodes de travail

2.1. Élevage

L'élevage des insectes ravageurs provenant des moulins d'Annaba, a été effectué au sein du laboratoire de l'INPV (Institut National des Plantes Végétales) Ben M'hidi la wilaya d'El Tarf (photo 04) et au niveau du laboratoire pédagogique du département de Biologie, Faculté de la SNV, Université Chadli Bendjedid.



Photo 4. La chambre d'élevage dans le laboratoire de l'INPV (Bendada, 2020).

Il est conduit au laboratoire sous des conditions optimales de développement dans une étuve, caractérisées par une température de 27°C, une humidité relative voisine à 70% (Photo 05).



Photo 5. L'étuve sous conditions optimales : T 27C°, H 70%. (Bendada, 2020).

La farine infestée est disposée dans des boîtes en plastique, recouvertes d'un morceau de tulle maintenu par un élastique, contenant de la farine. Un suivi journalier de l'élevage des larves mâles et femelles dans des boîtes en présence du papier plissé facilitant aux larves d'entamer leurs étapes de nymphe (Photo 06).

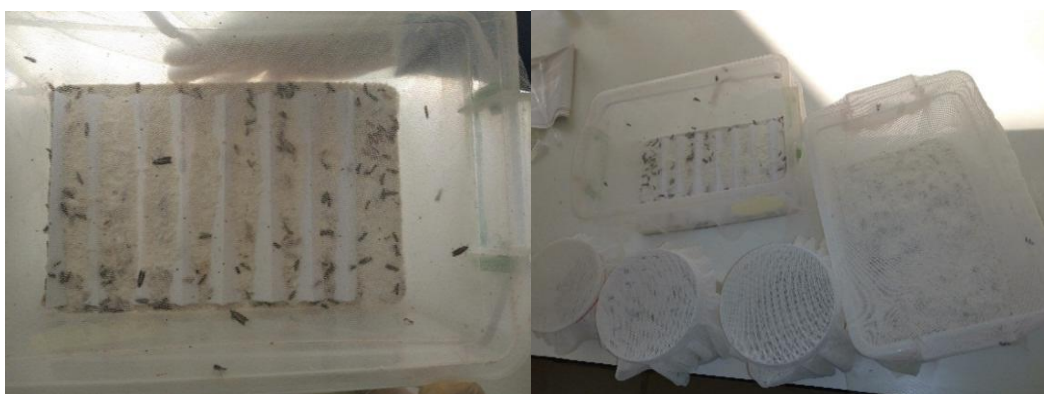


Photo 6. L'élevage de masse d'*Ephestia kuehniella* (Bendada, 2020).

2.2. Séchage des plantes et broyage

La matière végétale destinée à l'hydro-distillation pour l'obtention des huiles essentielles a été prélevée entre janvier et Mars 2020. Les plantes utilisées sont originaire de la région d'El Tarf. Fraîchement collectée. Elle a été séchée à l'ombre et dans un endroit sec.

2.2.1. La partie aérienne de *Mentha pulegium*

La plus simple méthode et la plus écologique est le séchage à l'air libre dans un endroit à l'abri du soleil et aéré. Après séchage de la partie fleurittr de la menthe pouliot, les

feuilles, nous procédant un broyage à un mixeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre.



Photo 7. Séchage de la menthe pouliot et préparation de la poudre (Bendada, 2020).

2.2.2. Séchage de l'écorce de *Citrus limon* et préparation des poudres

Le zeste de citron peut être utilisé comme râpé, émietté, trempé, moulu ou en poudre. On préfère utiliser la poudre d'écorce séchée (Photo 08) pour une meilleure conservation. Pour faire de la poudre d'écorce de citron, il suffit de la passer dans un moulin à épices ou dans un mixeur électrique.

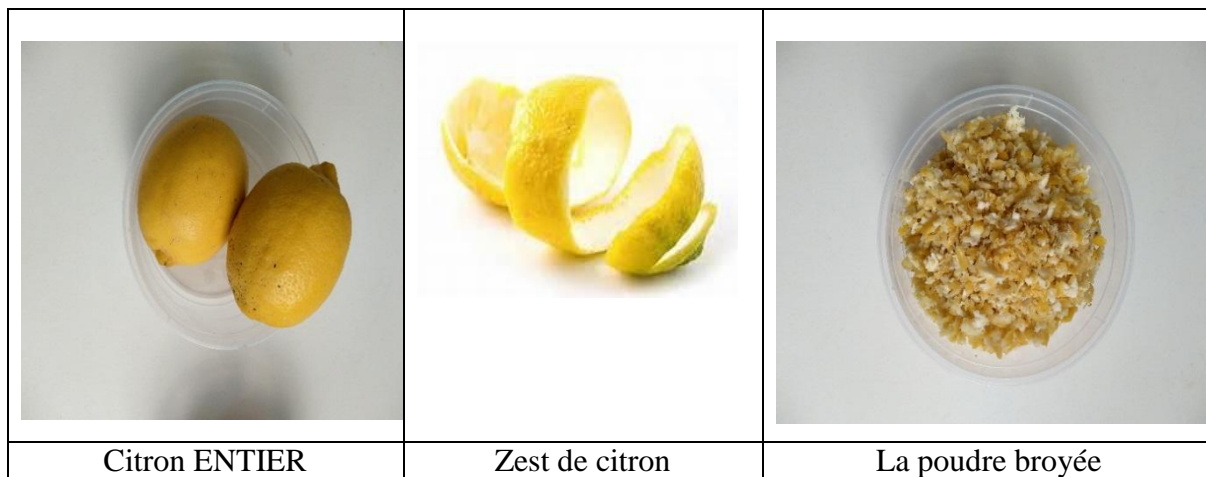


Photo 8. Séchage de *Citrus limon* et broyage (Bendada, 2020).

2.3. Extraction et rendement des huiles essentielles

L'extraction a été réalisée au niveau de notre laboratoire SNV, université CBET. Une biomasse de 100 g de matériel végétale et 1 L d'eau distillée ont été introduit dans le ballon à fond rond d'une Hydro-distillation de type Clévenger.

L'outillage et les produits requis pour l'extraction des plantes sont présentés dans la photo suivante :

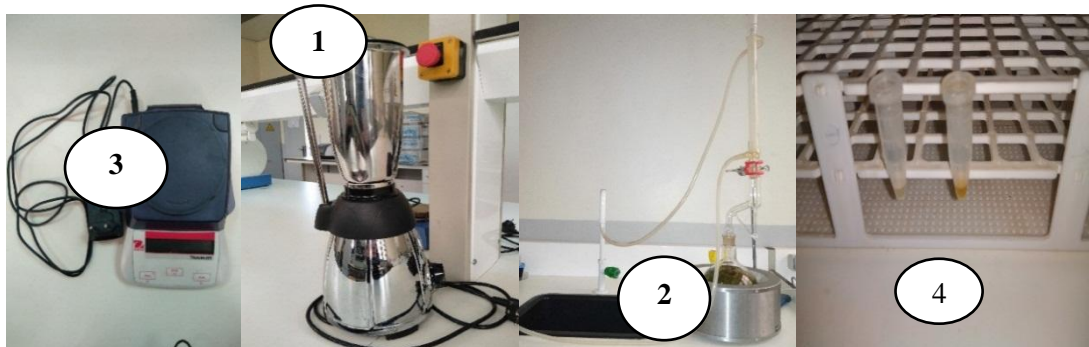


Photo 9. Matériel d'extraction des plantes (Bendada, 2020).

(1. Balance, 2. Hydrodistilation de type Cleveger, 3. Mixeur, 4. Tube Eppendorf)

L'ensemble est ensuite porté à ébullition dans le ballon surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant. Les vapeurs chargées d'huiles essentielles et qui traversent le réfrigérant (Photo 10), se condensent de la matière sèche de la plante et chutent dans une ampoule à décanter. L'eau et l'huile se séparent par différence de densité (Khaddar, 2009 ; Politéo et al.2011). A la fin de l'extraction qui durée 2 à 3 h l'huile essentielle de récupérer et stockée à 4 C° à l'obscurité dans un flacon en verre approprié, hermétique fermé par des bouchons en caoutchouc et recouverts par du papier aluminium. Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante, le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$R = \frac{PB}{PA} \times 100 \quad R = \left[\frac{\sum PB}{\sum PA} \right] \times 100$$

Où R : Rendement en huile en %. PB : Poids de l'huile en g.

On prend 100g de zeste de chaque espèce l'introduit dans un ballon de 2L rempli d'eau distillée jusqu'au deux tiers de sa capacité. On met à ébullition l'ensemble pendant 3h

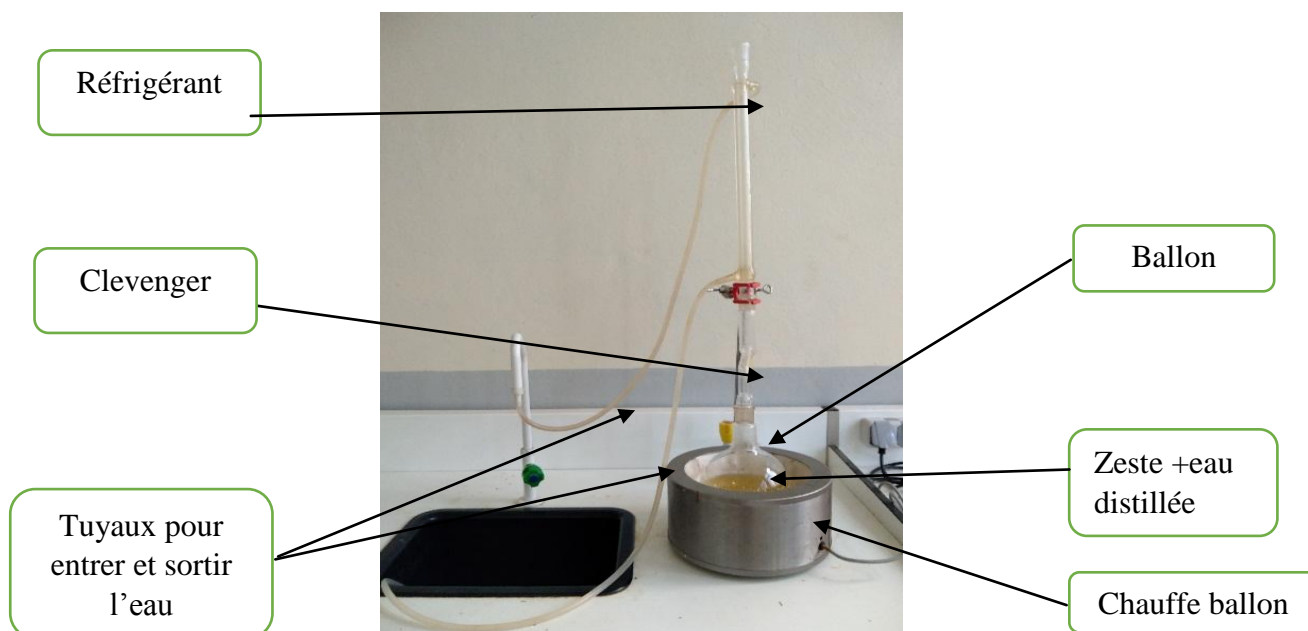


Photo 10. Hydrodistillation de type clévenger (Bendada, 2020).

2.3. Traitement par les huiles essentielles extraites de *Mentha pulegium* et *Citrus limon*

Le mode d'application a été effectué sur les adultes mâles et femelles de *E. Kuehniella* par inhalation, des papiers filtres de 4,5 cm de diamètre sont traités avec des concentrations différentes des huiles essentielles de *M. pulegium* et *C. limon* diluée dans l'acétone, les doses ont été utilisés et pulvérisé sur un papier filtre déposé dans des tubes de 60 µl contenant chacun une goutte de miel et infestés par 10 adultes (mâles et femelles) nouvellement exuvies (Photo 11). Les doses utilisées pour les huiles essentielles de la menthe pouliot sont : 0.5 - 1 - 1.5 - 2 - 2.5 - 3 et 3.5 µl et celles utilisées pour le Citron sont : 6 - 7 - 8 - 9 et 10 µl, afin d'estimer l'effet sur la mortalité des adultes pendant 24 h.

Le papier filtre des témoins ne reçoit aucun traitement. Trois répétitions pour chaque dose sont nécessaires pour le traitement statistique.

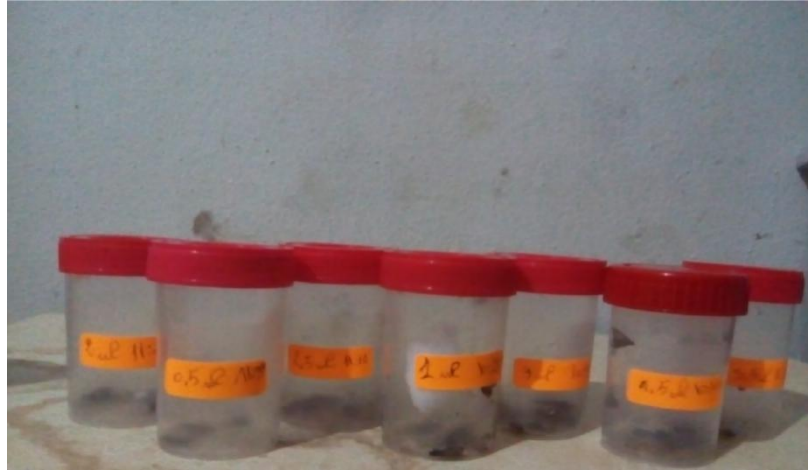


Photo 11. Traitement avec différentes concentrations. (Bendada, 2020)

Chapitre II.

Résultats & Discussion

II. Résultats & Discussion

2.1. Rendement en huiles essentielles

Les huiles essentielles de *Mentha pulegium* obtenues par hydrodistillation sont de couleur blanche laiteux avec un rendement de 1,8 % de la matière sèche de la partie aérienne de la plante. Le rendement des huiles essentielles de 100g de la poudre des écorces des fruits de *Citron* par hydro-distillation est de l'ordre de 1,5%.

2.2. Etude toxicologique

Les essais toxicologiques ont permis d'évaluer l'efficacité des huiles essentielles, déterminé à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles. Différentes concentrations sont appliquées sur des adultes d'*Ephestia kuehniella*, pendant 24 heures. La mortalité observée est notée durant les 24 heures qui suivent le traitement. Pour caractériser l'effet toxicologique des huiles essentielles de *Mentha pelugium* et *Citrus limon* sur les adultes de *E. kuehniella*, il est nécessaire d'évaluer la concentration létales (CL25, CL50 et CL90) pour cela les pourcentages des mortalités observés sont corrigées par la formule (Abbott, 1925) qui permet d'éliminer la mortalité naturelle et de connaître l'effet toxique réelle du bio insecticide.

2.2.1. Toxicologie de *Mentha pulegium* à l'égard des adultes d'*Ephestia kuehniella*

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité des huiles essentielles de *Mentha pelugium* à l'égard d'un ravageur des denrées stockées évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles, 24 heures après traitement. Les tests de toxicité sont réalisés sur des adultes sexes confondus avec des différentes concentrations pendant 24 h. Les concentrations létales, les CL25, CL50 et la CL90 sont déterminées à partir de l'équation de la droite de régression qui exprime les probits du pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme décimal des doses des H.E (Tableau 01). Le coefficient de détermination ($R^2 = 89,38$) révèle une liaison positive forte entre les probits et le logarithme des doses testées. Les concentrations CL25, CL50 et

CL90, déterminées sont respectivement de 10,85 µl/L, 22,22 µl/L et 93,31 µl/L (Tableau 02).

Tableau 1. Effet des huiles essentielles extraites de *M. pulegium* sur le taux (%) de mortalité corrigées des adultes d'*Ephestia kuehniella* après 24 h de traitement (m ± sem.) ; trois répétitions comportant chacune 10 adultes)

Doses (µl)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	Témoin acétone
Répétition (%)							
R1	20	50	50	60	70	90	00
R2	20	40	50	60	70	100	00
R3	20	40	50	60	70	100	00
m±sem	20	43.33±4,44	50	60	70	96.67±4,44	0

Tableau 2. Efficacité des huiles essentielles extraites de *Mentha pelugium* des adultes d'*Ephestia kuehniella* après 24h de traitement

Traitement	R2	CL25 µl/Lair FL 95%	CL50 µl/Lair FL95%	CL90 µl/Lair FL95%
Huile essentielle <i>M. pelugium</i>	89.38	10,85 5,63-20,89	22,22 15,25-31,82	93,31 38,16-58,82

2.2.2. Toxicologie de *C. limon* à l'égard des adultes d' *Ephestia kuehnilla*

Les études de la mortalité d'*E. Kuehniella* stade adulte en fonction d'exposition ont permis de déterminer l'efficacité des huiles essentielles de *C. Limon* à l'égard d'un ravageur des denrées stockées évaluée à partir des mortalités enregistrées chez les adultes 24 heures après traitement.

Les tests de toxicité sont réalisés sur des adultes de sexes confondus avec des différentes concentrations pendant 24 h. Les concentrations létales, la CL25, et la CL50 sont déterminées à partir de l'équation de la droite de régression qui exprime les probits du

pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme décimal des doses des HEs (Tableau 03).

Après 24 heures de traitements, nous remarquons que le taux de mortalité évolue selon les doses. Le pourcentage de mortalité le plus élevé atteint $96.67 \pm 4,44$ % pour la dose 10 μ l. Pour les doses 9 – 8 – 7 et 6 μ l). Le taux de mortalité varie respectivement 70% - 50% - 40% et 20%. En ce qui concerne le lot témoin nous avons enregistré un taux de mortalité de 0 %.

Tableau 3. Effet des huiles essentielles extraites de *C. limon* sur le taux(%) de mortalité corrigées des adultes d'*Ephestia kuehniella* après 24 h de traitement (m \pm sem.) ; trois répétition comportant chacune 10 adultes.

Doses (μ l)	6 μ l	7 μ l	8 μ l	9 μ l	10 μ l	Témoin Acétone
Mortalité (%)						
R1	20	40	50	70	90	00
R2	20	40	50	70	100	00
R3	20	40	50	70	100	00
Taux	20	40	50	70	96,67 \pm 4,44	0

Le coefficient de détermination ($R^2 = 93,35\%$) révèle une liaison positive forte entre les probits et le logarithme des doses testées. Les concentrations CL25, CL50 et CL90, déterminées sont respectivement de 107,4 ; 127,2 et 178,5 μ l/L_{air} respectivement (Tableau 04).

Tableau 4. Efficacité des huiles essentielles extraites de *Citrus limon* sur des adultes d'*Ephestia kuehniella* après 24h de traitement

Traitement	R2	CL25 μ l/Lair FL 95%	CL50 μ l/Lair FL95%	CL90 μ l/Lair FL95%
HE	93,35	107,4	127,2	178,5
<i>C. limon</i>		91,15-126,6	115,1-140,6	140-227,8

Les Résultats obtenus révèlent que l'administration des huiles essentielles des plantes *M. pulegium* et *C. limon* à l'émergence des adultes induit une augmentation significative du taux de la mortalité par rapport aux témoins. La comparaison des séries traitées entre les deux huiles essentielles elle présente une différence significative ; l'huile essentielle de *M. pulegium* engendre une augmentation très significative du taux de la mortalité que celle de l'huile essentielle de *C. Limon* (fig. 2).

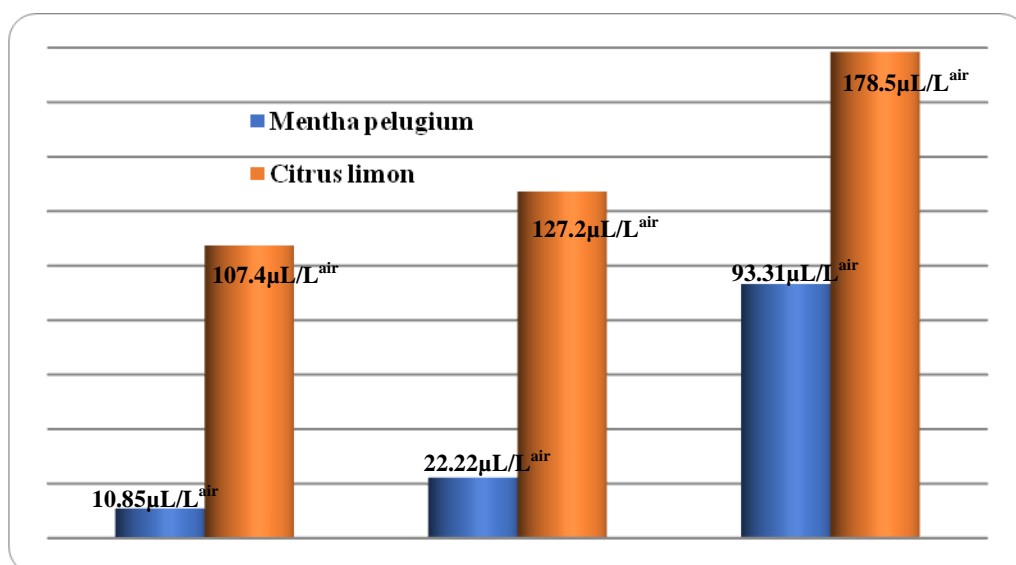


Figure 2. Les valeurs CL25, CL50 et CL90 chez les adultes d'*E. kuehniella* des huiles essentielles des deux plantes *M. pulegium* et *C. limon*.

2.3. Discussion

Les huiles essentielles des plantes font partie, ces dernières années, des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leurs applications dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières: activité ovicide, larvicide, anti-nutritionnelle et inhalatrice (Keita *et al.*, 2000). L'objectif du présent travail est l'évaluation de l'effet insecticide de deux HES *Mentha pulegium* et *Citrus limon* à l'égard d'un Lépidoptère *Ephestia kuehniella*, une espèce ravageuse des denrées stockées.

2.3.1. Rendement des plantes aromatiques

D'après nos résultats, les rendements des huiles essentielles obtenus sont relativement importants et différents entre les deux plantes. Le rendement en huile

essentielle de notre expérimentation pour *Citrus limon* est de **1.5%**, Ce qui est en accord avec les résultats de **Himed-Merniz (2018)**, également, **Rega et al. (2003)** ont signalé des rendements variant de **1 à 3%** en huiles essentielles des *Citrus*.

L'extraction par hydrodistillation de la partie aérienne de la menthe pouliot *M. pulegium* nous a donné un rendement qui a pu atteindre 1.8%, ce pourcentage est très important et encourageant pour être considéré comme source des HEs. En réalité, ce rendement est très élevé comparant aux autres espèces du même genre, citant *M. aquatica* (0.42%), *M. longifolia* (0.50-0.90); *M. spicata* (0.72%), *M. sueveoleus* (0.96%), *M. pepirita* (1.09%); par contre ce rendement reste faible par rapport à ceux du Maroc 2.33% (Benayed et al., 2012). Cette différence pourrait être expliquée par le choix de la période de récolte car elle est primordiale en termes de rendement et qualité de l'huile essentielle. Le climat, la zone géographique, la génétique de la plante, l'organe de la plante utilisé, le degré de fraîcheur, la période de séchage, la méthode d'extraction employée, ...etc. Ce sont des facteurs entre autre qui peuvent avoir un impact direct sur le rendement en huile essentielle.

2.3.2. Les Effets des huiles essentielles de *M. pulegium* et *C. limon* sur la mortalité des adultes

La toxicologie s'intéresse à la composition chimique et aux effets de toutes les substances toxiques connues, ainsi qu'à leurs effets post-mortem. Les tests toxicologiques sont pour intérêt de caractériser le pouvoir insecticide d'une matière active à l'égard d'un insecte donné, ils sont nécessaires d'évaluer les concentrations létales (CL25, CL50 et CL90).

Dans notre travail, la toxicité est évaluée à partir du taux de mortalité enregistrés après traitement et qui dépend des concentrations des huiles essentielles administrées par inhalation à l'égard des adultes, dont les résultats montrent une activité toxique du CL25, CL50 et du CL90. En effet nous avons pu estimer la CL25, CL50 et la CL 90 d'huiles essentielles de *Mentha pulegium* (CL25 = 10,85 µl/L, CL50 = 22,22 µl/L et CL = 93,31µl/L), aussi (CL25 = 107,4, CL50 = 127,2 et CL90 = 178,5 µl/L_{air}) d'huile essentielle de *Citrus limon* chez les adultes de *E. kuehniella*.

Les Résultats obtenus révèlent que l'administration des huiles essentielles des plantes *M. pulegium* et *C. limon* sur des adultes d'*E. kuehniella* induit une augmentation

significative du taux de la mortalité par rapport aux témoins. Nos résultats sont en accord avec les travaux de plusieurs auteurs, qui ont mis en évidence l'action des huiles essentielles sur la longévité des ravageurs des denrées stockées. D'autre part, de nombreux travaux scientifiques relatifs à l'activité insecticide de l'origan, du thym et du romarin sont actuellement connus (Climente *et al.*, 2003; Hamoudi, 2000; Keitta *et al.*, 2001). L'huile essentielle de *Mentha pulegium* et *Mentha rotundifolia* de même que celle de *Mentha spicata* (Yahyaoui, 2005) et celle de *Syzygium aromaticum* (Kellouche & Soltani, 2004) provoquent une forte toxicité à l'égard des insectes des stocks.

Les résultats de cette étude sont en cohérence avec les données bibliographiques qui confirment l'effet insecticide des deux plantes aromatiques. L'huile essentielle de *M. pulegium* est caractérisée par la prépondérance de la pulegone (70-90%) accompagnée d'autres cétones monoterpénoides (Bremness, 2001), alors que l'huile essentielle du *Citron limon* est caractérisée par la prépondérance de limonène, ce dernier est très toxique contre les espèces ravageuses des stocks (Théou *et al.*, 2013). Le pulegone a également prouvé son efficacité autant qu'insecticide et acaricide, tel que contre *Tyrophagus putrescentiae*, mite des denrées, cela a été démontré par Ismail Sanchez-Ramoz *et al.* (2007), avec un CL90=14µL/L agit par contact et/ou par inhalation.

A la lumière des résultats obtenus, on peut suggérer l'usage des huiles essentielles, en particulier dans les entrepôts de stockage des grains avec l'alternative que présentent les substances naturelles des HEs de la menthe pouliot et de *C. limon* en particulier.

Conclusion

III. Conclusion

L'un des problèmes majeurs que rencontre l'écologie, c'est de trouver un palliatif à l'usage intensif de la lutte chimique contre les ravageurs de cultures et de denrées stockées. Cette lutte chimique présente un inconvénient de taille concernant l'équilibre des écosystèmes et des milieux naturels. En effet, ces produits chimiques présentent des taux de toxicité très élevés induisant la contamination de l'environnement et ayant des intérêts sur la santé des écosystèmes et par là, la santé humaine.

Le présent travail vise à étudier les effets insecticides des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques *Mentha pulegium* et *Citrus limon* administrées par inhalation contre des adultes de l'un des ravageurs des denrées stockés, *Ephestia kuehniella*.

Le test de toxicité étudié ont permis d'estimer la DL25, DL50 et DL 90 chez les adultes avec une relation dose-réponse. Les résultats ont montré une activité insecticide significative à des doses faibles, semble plus efficace chez la Menthe pouliot que le Citron. Il serait intéressant d'utiliser l'huile essentielle *M. Pulegium* et *C. Limon* et dans les entrepôts pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées.

En perspective, il serait nécessaire d'étudier le comportement de l'insecte ravageur *E. kuhniella* ainsi que d'autres ravageurs des denrées stockées à l'égard de deux huiles essentielles dans le temps et avec les différents stades larvaires, ainsi que leurs effets insecticides sur les systèmes nerveux et génitaux, en expliquant l'ensemble des mécanismes enzymatiques et métaboliques.

Références
bibliographies

VI. Références bibliographies

Abbott, W.S., (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol, 18, 265-267p.

Abdelli, M., Moghrani, H., Aboun, A. & Maachi, R. (2016). Algerian *Mentha pulegium* L. leaves essential oil: Chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities. Industrial Crops and Products 94 :197-205.

Afnor, Edition. (2000). Huiles essentielles. Ed. PARA Graphic. Tome1 – Echantillonnage et méthode d'analyse 471 P. Tome 2 – Volume 1 Monographie relative aux huiles essentielles 323 P. Tome 2 – Volume 2 Monographie relative aux huiles essentielles 663 P.

Akif M., Masuyer G., Schwager L., Bhuyan B.J., Mugesh G., Isaac., R .E Sturrock E.D.& Acharya., K R. (2011). “Structural caractérisation of angiotensin converting enzyme in complex with a sélénium analogue of captopril”. FEBS J., 278 : 3644-3645.

Aribi, N., Lakbar, C., Smaghe, G. & Soltani, N. (2001). Comparative action of RH-0345 and pyriproxyfen on molting hormone production and protein analysis in mealworm pupae. Med. Fac Landbouww. Univ. Gent., 66 (2a) : 445-454.

Arvy, M. P. & Gallouin F. (2003). Epices, aromates et condiments. Ed. Belin, Paris. 412 p. Association française de normalisation (AFNOR), 1986. Recueil des Normes Françaises « huiles essentielles ». 2 ème éd. Ed AFNOR, Paris.

Bachelot, S., Blaise, D., Corbel F. & Guernic, L. (2006). Huiles essentielles, extraction et comparaison. Thèse licence 2 biologie (U.C.Ü Bretagne Nord). 60p.

Bouchikhi, T.Z, Hassani, F. & Khelil, .M.A. (2008). Bioefficacy of essential oils extrated from the leaves of *Rosmarinus officinalis* et *Artemisia herba alba* towards the brucheban *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera : Bruchidae). *Journal of pure and applied microbiology.* 2(1) : 165-170.

Balachowsky. (1972). Blood sucking ticks (Ixodoidea) - Vectors of diseases of man and animals. Mix. Publ. Ent. Soc. Am., 8: 161-376.

Bekele, A., J., Obeng-Ofori, D. & Hassanali, A. (1996). Evaluation of ocimum suave (willd) as a source of repellent, toxicants and protectants in storage against three stored product insects. International journal of pest Management, 42(2) :193-142.

Bekhechi, C. (2008). Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN 13 C et étude de leur pouvoir antibactérien. Thèse de Doctorat. Université de Tlemcen, Algérie.

Boukenna M et Bouzidi M. (2007). Extraction et analyse de l'huile essentielle de *Mentha viridis* L (menthe verte) et de la *mentha pulegium* (menthe pouliot). Thèse d'Ingénieur en Agronomie UMMTO.

Casault, F. (2009). Agri-Nouvelles, responsable Matheu & Matheu. Chemical composition of the essential oil of *Xylopiaceae thiopica* (Dunal) A. Ch. From Mali. Journal of Essential Oil Research, 15 (4) : 267-269p.

Derwich. E., Benziane. Z & Taouil R. (2010). GC/MS analysis of volatile compound of the essential oil of the leaves of *Mentha pulegium* growing in Morocco. *Chem. Bull. "POLITEHNICA" Univ. (Timisoara)*. 55(69) :103-106.

Doumandji-mitiche, B. (1997). Étude d'un ravageur de denrée stockée *ephestia kuehniella*. Am el harrach.

Dupont, T. K. (2004). Abrupt changes in ice shelves and ice streams: Model studies, Ph.D. thesis, Pa. State Univ., University Park.

Fao. (2013). L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde, résumé 2013.

Fournier, P. (1948). Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France : 15000 espèces. Tome III.

Garnier, G., Beauquesne L.B. & Bebraux G. (1961). Ressources médicinales de la flore française. Tome II, Edit. Vigot Frère, 23 rue de l'école-de-médecine, Paris Vie.

Gosee, B., & Benard, E. (2006). Lutte contre les insectes nuisibles en agriculture biologique : Inventaire en harmonie face à la complexité. *Phytoprotection*, 82, 83-90.

Gregor, D.J., Gummer W.D. (1989). Evidence of atmospheric transport and deposition of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in Canadian arctic snow. *Environmental Science and technology*. 23 : (561-565).

Guy G. (2005). Les plantes aromatiques et huile essentielle à graisse, édition l'Harmattan.

Hallel, Z. (2011). « Contribution à l'étude des propriétés antibactérienne et antioxydante de certaines huiles essentielles extraites de citrus, application sur la sardine (*Sardina pilchardus*) »

mémoire magister en biologie : biologie appliquée et biotechnologie Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.p24.

Hamdani, F. Z. (2015). *Déterminisme moléculaire de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites à partir des feuilles d'agrumes. (Thèse de Doctorat)*, Institut des Sciences Agronomiques de Hassiba Bn Bouali de Chlef, 143p.

Hami, M .Taibi F., Smaghe G. & Soltani-Mazouni N. (2005). Comparative toxicity of three ecdysone agonist insecticides against the Mediterranean flour moth. *Comm. Appl. Biol. Sci*, Ghent University, 70/4:767-773.

Hami, M. (2004). Effet de quelques régulateurs de croissance mimétiques de l'hormone de mue en application topique, sur le développement et la reproduction d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (zeller). Thèse de Magister en Physiologie Animale. Université d'Annaba.

Hami, M .Taibi F., Smaghe G & Soltani-Mazouni N. (2005). Comparative toxicity of three ecdysone agonist insecticides against the Mediterranean flour moth. *Comm. Appl. Biol. Sci*, Ghent University, 70/4:767-773.

Ischayaa, E., Kostjukovski, M., Eillerj, J. Sukprakarm, C. (1997). Plant oils as fumigants and contact insecticide for the control of stored- product insects. *Journal stored product research. Vol (4).*8p.

Kaddar, A. (2009). On the Dynamics of a Delayed SIR Epidemic Model with a Modified Saturated Incidence. *Electronic Journal of Differential Equations*, Vol. 2009, pp. 1-7.

Khelil, M. A. (1995). Abrégé d'entomologie.Mémoire de Magister. Faculté debiologie. Université de Tlemcen. 220p.

Kim, S., Roh, J., Kimd., Lee, H. & Ahn, Y. (2003). Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchuschinensis*. *J. StoredProd. Res.* 39: 293-303p.

Kumar R., Hwang J. Sh. (2006). Larvicidal Efficiency of Aquatic Predators: A Perspective for Mosquito Biocontrol. *Zoological Studies.* **45, 4** : (447-466).

Lambert, N. (2010). Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au Québec. Univ. Sherbrooke (Québec).

Lee, S.E. (2002). Biochemical mechanisms conferring cross-resistance to fumigant toxicities of essential oils in a chlorpyrifos-ethyl resistant strain of *Oryzaephilus urinamensis* L. (*Coleoptera: Sylvanidae*). *Journal of Stored Products Research*. 38, 157-166p.

Mamadou B. (2010). Utilisation du *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) dans le cadre Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Magister Université de Badji Mokhtar-Annaba-. Pp 14-95.

Nakakita, H., Winks R.G. (1981). Phosphine resistance in immature stages of laboratory selected strain of *Tribolium castanum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research* 17 : (43-52).

Ngamo, T.L.S., Ngassoum, M.B., Jirovertz, L., Ousman, A., Nuknine, E. & Moukala, O.E. (2001). Protection of stored Maize against *Sitophilus zeamais* (Motsch.) by use of essential oils of spices from Cameroon. *Medical faculty Landbouww University of Gent*, 66 (2a) : 473-478p.

Ngassoum, M.B., Ngamo, T.L.S., Maponmtsem, P.M., Jirovertz, L. & Buchbauer, G. (2003). Investigation of medicinal aromatic plants from Cameroon: GC/FID, 253 GC/MS and olfactive analyses of essential oils *Ocimum suave* Willd. (Lamiaceae). *Acta Pharmaceutica Turcica*. vol. (45) : 69-75p.

Philogène B.J.R. (2005). Effets non intentionnels des pesticides organiques de synthèse : impact sur les écosystèmes et la faune. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement ; (eds. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogène, B.J.R.). Edition TEC et DOC. Paris. p : (171-187).

Politéo, M.G. (1995). Biodiversity, traditional landscape and agroecosystem management. *Lands. Urban Plann.* 31 : 117-128.

Politéo A, Sonnevile R, Guidoux C, Barrett L, Viltart O, Mattot) .(2011) . Changes in CRH and ACTH synthesis during experimental and human septic shock. *PLoS One*.

Quézel, P. & Santa S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. CNRS. Ed. Paul Le chevalier, Paris.

Quézel, P. & Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome 2. CNRS. Ed. Paul Le chevalier, Paris.

Sékou, M, K., Sidibe, L., Figuerdo, G. & Chalchat, J.C. (2001). Effect of various essential oils on *Callobruchus maculatus*. Journal Of ProductsResearch, 36 :355-364p.

Sékou, M, K., Vincent, C., Schmit, J-P., Ramaswamy, S.& Chalchat, J.C., (2001). Chimical composition of the essential oil of *Xylopiiiae thiopica* (Dunal) A. Ch. From Mali. Journal of Essential Oil Research, 15 (4) : 267-269p.

Taddei, L. (1984). 1^{er} Colloque International des Plantes Aromatiques et Médicinales du Maroc, Rabat, pp. 235-238.

Taibi, F., Smaghe, L., Amrani et Soltani –Mazouni, N.(2003). Effet de l'agoniste de l'ecdysone RH-0345 sur reproduction du ver de farine, *Tenebrio molitor*. Partie biochimie et physiologie comparées, 135, 257-267.

Taibi, F. (2007). Etude comparée du développement et de la reproduction chez deux ravageurs des denrées stockées *Ephestia kuehniella* et *Tenebrio molitor*. Aspect endocrinien en rapport avec l'impact d'un mimétique de l'hormone de mue, le RH-0345. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. Algérie. 280p.

Thierry I, Back Ch., Barbazan Ph., Sinégre G. (1996). OMS. (2004). Applications *Bacillus thuringiensis* et *Te B sphaericus* dans la détermination et la lutte contre les vecteurs. De maladies tropicales. Elsevier. 7, 4 :(247-260).

Turner, E. E., Harris, M. M. (1952). Organic Chemistry, Longmans, Green & Co. London.

Uwineza, M. S., Essahli, M. & Lamiri, A. (2016). Corrosion inhibition of aluminium in 2 M phosphoric acid using the essential oil of *Mentha Pulegium* leaves. *Portugaliae Electrochimica Acta*, 34(1) :53-62.

Wmo. (1965). scientific assessment of ozone depletion : World Metrological Organisation global ozone research and monitoring project. Report No. 37, WMO, Geneva, Switzerland.

Wolfgang, H. (2008). « 350 plante médicinale .Ed:Delachaux.

