



Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire fin d'études
Spécialité : Protection des Végétaux

Thème

Effet de l'huile essentielle du géranium
Pelargonium graveolens sur longévité de
Ephesia kuehniella (Lepidoptera : Pyralidae).

Réalisé par :

-M^{elle} DJEMILI Thanina

-M^{elle} MAZEGHRANE Souad

Soutenue publiquement devant le jury composé de :

Président	Mme Guermah Dyhia	MCB	UMMTO
Promoteur	Mme Medjdoub-Bensaad Ferroudja	Professeur	UMMTO
Examineurs	Mr Ramdini Ramdane	MAB	UMMTO
	Mme Kasdi Meriem	Doctorante	UMMTO

Année universitaire : 2022/2023

Remerciement

Tout d'abord, on tient à remercier **Dieu** le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nos remerciement sont exprimés à madame **MEDJDOUB-BENSAAD F.** Professeur à l'université **MOULOUD MAMMERI** de Tizi-Ouzou, pour avoir nous encadrer et d'avoir proposée cette thématique.

Nous remercions tout particulièrement madame **GUERMAH D.** pour toute l'aide qu'elle nous a apportée.

Nos remerciements à tout le membre du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger et d'évaluer ce travail.

Nous adressons aussi notre profonde reconnaissance à l'équipe de laboratoire qui nous a permis de réaliser ce travail dans les meilleures conditions, grâce à leur disponibilité et leur expérience. Nous les remercions de nous avoir fait confiance.

Nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

DEDICACE

Je dédier ce travail tout d'abord à mes parents

A mon cher père **MADJID** vous avez toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir. Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence, Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve, de l'encouragement et le soutien que vous ne cessez de manifester, j'espère que vous y trouverez les fruits de votre semence et le témoignage de ma grande fierté de vous avoir comme père.

A ma chère mère **HAYET** aucune dédicace ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices firent pour moi un encouragement.

A mes chers frère **RABAH .SAMIR. BELAID .AZOUAOU**

A ma chère unique sœur **NAIMA** et ces enfants **AMINE. LISA. YANI**

A mon cher mari **YOUNES** Ta bonté, ton précieux soutien, ton encouragement, et ton affection, ont été pour moi l'exemple de persévérance.

A mes beaux-parents **AHCENE** et **OUARDIA**

A mes belles sœurs **ZAKIA.NIHAD.WASSILA** Je n'oublierais jamais vos encouragements et soutiens tout au long de mon année de fin d'étude.

A mon binôme **DJEMILI Thanina** avec qui j'ai réalisé ce travail avec patience et courage

Souad

Dédicaces

Je dédie ce travail

A la mémoire de ma chère maman **RACHIDA** pour son amour quelle m'envoie du ciel et sa présence à mes cotes même si elle est loin des yeux elle est a jamais dans mon cœur.

A mon père **AHMED** pour son soutien et ses encouragements, et pour ma belle mère **NADIA** qui est toujours derrière moi.

A mes frère **MASSINISSA** et **THILELLI** et plus précisément mon bras droit ma moitié mon chère frère **YANI** qui est toujours a mes cotes dans le meilleur et dans le pire.

A ma cher belle famille et surtout mon marie **SAID** qui ma soutenue tout le long de ce travaille.

A tout les membres de la famille paternelle et maternelle.

Je dédie se travaille à ma très chère amie sœur avant d'être binôme **MAZEGHRANE SOUAD**, je la remercie du fond du cœur de m'avoir donné la possibilité et la chance de rencontrer une telle belle et vrais personne que je garderais a jamais dans mon cœur, et je dédie ce chaleureux travaille a sa petite future fille qui seras bientôt entre ses bras.

THANINA

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Liste d'abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre 01 : Généralités sur la plante hôte

1.Définition	3
1.1 Blé dure	4
1.2 Classification du Blé dure	4
1.3. Air de répartition	4
1.3.1 Dans le monde	4
1.3.2 En algérie	5
1.3.3 Période de cultures	5
1.4 Principales maladies qui touchent le blé	6
1.5 Maladies et ravageurs du blé	7
1.6 Stockage	9
1.6.1 Modes des stockages	9
1.6.1.1 Stockage dans des silos souterrains	9
1.6.1.2 Stockage en sac	10
1.6.1.3 Stockage en vrac	10
1.6.1.4 Stockage en silo.....	11

Chapitre 02 : Généralité sur l'insecte ravageur *Ephestia kuehniella*

1.Généralités sur <i>Ephestia kuehniella</i>	12
1.1.Classification	12
1.1.1 Adulte	12
1.1.2 Œuf	12
1.1.3 Larve ou chenille	12
1.1.4 chrysalides ou nymphes	13
1.2. Classification	13
1.3. Cycle biologique	13
1.4. Perte et dégâts	15
1.5. Méthodes de luttés	15
1.5.1 Lutte chimique	15
1.5.2 Lutte biologique	15
1.5.3 Lutte physique	15
1.5.4 Lutte intégrée	15
1.6. Huiles essentielles	16
1.6.1 Procédés d'extraction des huiles essentielles	16
1.6.2 Hydro distillation	16
1.6.3 Extraction par solvant	17
1.6.4 Distillation à la vapeur d'eau	18
1.6.5 Hydro diffusion	18
1.7. Utilisation des HE en tant que bio pesticides	18
1.8. Activité biologique des huiles essentielles	19
1.9. Mode d'action des huiles essentielles sur les insectes	19
1.9.1 Répulsifs	19

1.9.2 Anti-appétant.....	19
1.9.3 Retardateurs de croissance et inhibiteurs de développement.....	20
1.9.4 Attractants	20

Chapitre 03 :Matériels et Méthodes

1.Matériel	21
1.1 Matériel animal	21
1.1.1 Présentation de l'insecte.....	21
1.1.2 Elevage	21
1.1.3 La répartition géographique de l'insecte	22
1.2 Huiles essentielles	22
1.2.1 Mode d'action des huiles essentielle sur les insectes	22
1.2.1.1 Répulsif	22
1.2.1.2 Anti-appétant.....	22
1.2.1.3 Retardateurs de croissance et inhibiteurs de développement.....	22
1.2.1.4 Attractant	23
1.3 Matériels de laboratoire.....	23
1.4 Huile essentielle testée	24
1.4.1 Géranium rosat (Pelargonium graveolens).....	24
1.4.2 Classification.....	25
1.4.3 Description botanique	25
1.4.4 Répartition géographique	26
1.5 Substrat utilisé.....	26
2.Méthodes	27
2.1 Test par inhalation	27
2.2 Test par répulsion	28

Chapitre 04 : Résultat et discussion

1.Résultats	29
1.1.Résultats du test applique par onhlation	29
1.2 Résultats du test applique par répulsion.....	34
2.Discussion	35
Conclusion	39
Références bibiliograpique	40
Résumé	

Liste des tableaux

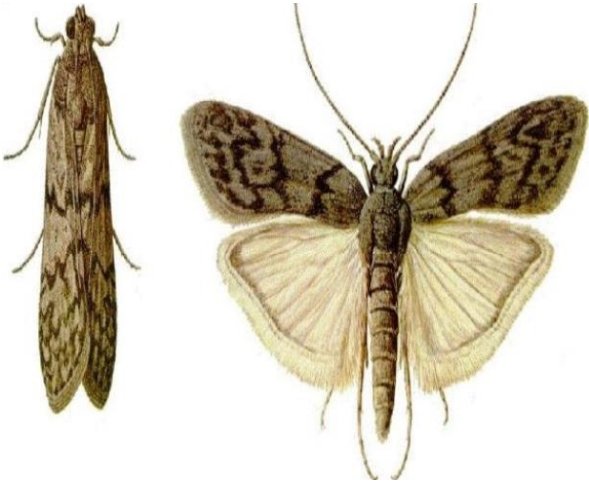
Tableau 01 : Les principales maladies qui attaque le blé	07
Tableau02 : Les principaux insectes ravageurs du blé.....	08
Tableau 03 : pourcentage de répulsion selon le classement de (Mc Donald)	30
Tableau 04 : Moyennes de longévité des adultes traiter par inhalation avec les doses de 2µl, 4µl, 6µl, 8µl, de l'huile essentielle de <i>P. graveolens</i> en fonction de temps après 24h de dénombrement.....	35
Tableau 05 : Pourcentage de répulsion des adultes d' <i>E kuehniella</i> en fonction de dose	37

Liste des figures

Figure 01 : Grains et semoule de blé dur sur une table.....	03
Figure 02 : Les différentes étapes de la culture du blé.....	06
Figure 03 : stockage de blé en sac	10
Figure 04 : L'entreposage silo des céréales	11
Figure 05 : Adulte d' <i>Ephestia kuehniella</i>	12
Figure 06 : Cycle de développement d' <i>Ephestia kuehniella</i>	14
Figure 07 : Extraction par solvant.....	17
Figure 08 : Pélargonium roseum	18
Figure 09 : Élevage de l' <i>Ephestia kuehniella</i> dans des boîtes en plastique	21
Figure 10 : Matériel utilisé au laboratoire.....	24
Figure 11 : La plante de (<i>Pelargonuim graveolens</i>).....	24
Figure 12 : Substrat utilisé (semoule de blé dure)	26
Figure 13 : Elevage de masse d' <i>Ephestia Kuehniella</i>	27
Figure 14 : Test par inhalation	28
Figure 15 : Test de répulsion	28
Figure 16 : Longévité moyenne des adultes <i>E. kuehniella</i> traitées par inhalation avec une dose de 2µl de l'huile essentielle de <i>P. graveolens</i> en fonction de temps.....	29
Figure 17: Longévité moyenne des adultes <i>E. kuehniella</i> traitées par inhalation avec une dose de 4µl de l'huile essentielle de <i>P. graveolens</i> en fonction de temps.....	30
Figure 18 : Longévité moyenne des adultes <i>E. kuehniella</i> traitées par inhalation avec une dose de 6µl de l'huile essentielle de <i>P. graveolens</i> en fonction de temps.....	31
Figure 19 : Longévité moyenne des adultes <i>E. kuehniella</i> traitées par inhalation avec une dose de 8µl de l'huile essentielle de <i>P. graveolens</i> en fonction de temps.....	32

Figure 20 : Longévité moyenne des adultes *E. kuehniella* traitées par inhalation avec les doses de 2 l, 4 l, 6 l, 8 l, de l'huile essentielle de *P. graveolens* en fonction de temps après 24h de dénombrement 33

Figure 21 : Taux de répulsion des adultes d'*Ephestia kuehniella* testé par l'huile essentielle *P. graveolens*.....34



Introduction



Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. La filière constitue une des principales de la production agricole en Algérie. Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (DJERMOUN, 2009).

La constance du modèle de consommation dominants s'explique par les traditions alimentaire et les habitudes de consommation (ANONYME, 2006). Elle englobe des activités de production et des activités de transformation en semoulerie, en boulangerie et dans l'industrie agro-alimentaire (MOHAMMED, 2014).

A fin 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, du fait de l'attaque de divers agents pathogènes (ravageurs et maladies) réduisant considérablement les récoltes (BHUMI et *al.*, 2017).

Les insectes sont des principaux ravageurs des denrées stockées en Afrique, qui vivent et se reproduisent dans les produits alimentaires stockés. Ils prolifèrent donc la ou sont entreposées des denrées alimentaire pour les humains ou les animaux. Ils consomment ainsi toutes sortes de nourriture : céréales, légumineuses, fruits secs ou à coque leur engendrant des dégâts considérables (ANONYME ,2023).

Selon FLEURANT-LESSART (1982), deux ordres principaux comprennent la majorité des espèces inféodées aux stocks : il s'agit des Coléoptères et des lépidoptères, dont la propagation a été favorisées par les échanges internationaux .Si aucune protection n'est faite après sept mois de stockage, la perte des denrées peut être totale (AKOU-EDI, 1983., BELL, 1994., AGOUNKE ET BELL, 1994., NGAMO, 2001., NGAMO et *al.*, 2001). Les insectes des denrées stockées se classent en insectes ravageurs primaire qui sont capables de perforer l'enveloppe dure des grains, et en insectes ravageurs secondaires qui s'attaquent uniquement aux grains endommagées et transformé en farine (LEE et *al.*, 2002).

La pyrale de la farine est un des principaux insectes, dont les chenilles s'attaquent essentiellement a la farine, aux grains de céréales (blé, maïs, riz) et la semoule elles infestent également les céréales entreposées en vrac, en s'alimentant et en contaminant les denrées par leurs excréments, l'acide urique, les mue, exuvies, les cadavres, ainsi que les composés volatiles émis, responsables de la mauvaise odeur des denrées infestées (TIMOTHY, 2009).

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 en toxicologie révèlent la répercussion de ces produits dangereux sur la santé humaine et sur l'environnement (TAIBI et *al.*, 2003). Ces dangers ont conduits l'OMS (organisation mondiale de la santé) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques.

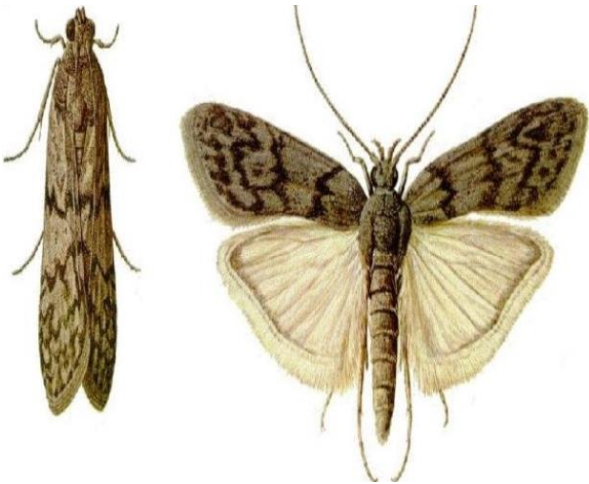
En conséquence, plusieurs autres méthodes de lutte intégrées ont été développées, dont la lutte biologique, visent à utiliser des composés actifs naturels et non nocifs pour l'environnement pour une lutte moins dangereuse (BENAYAD, 2008). Le terme « insecticide bio » désigne théoriquement que le produit peut être utilisé en agriculture biologique, soit pour le traitement des végétaux, soit autre. De ce fait, les huiles essentielles extraites par hydro-distillation de plantes médicinales et aromatiques sont utilisées pour leurs effets insecticides et sont censées inclure une vaste gamme de composés chimiques qui servent de biocide.

Selon BELLENOT et FURET (2013). L'activité des huiles essentielles décrites sur les insectes est variée et utilisée comme larvicides, adulticides, répulsifs, ou inhibiteurs de croissance. Par leur volatilité et leur petite taille, beaucoup de constituants des huiles essentielles interagissent avec les récepteurs d'odeur des insectes, déclenchant des comportements variés : fuite, attraction, oviposition.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude qui a pour but d'étudier en premier lieu la biologie d'*Ephestia kuehniella* sur le substrat alimentaire qui est la semoule complète de blé dur.

En deuxième lieu, nous avons évalué les potentialités bio-insecticide d'huile essentielles de géranium (*Pelargonium roseum*), sur les adultes d'*Ephestia kuehniella*.

Pour cela nous avons adopté le plan suivant après une introduction, le premier chapitre contient la présentation de la plante hôte et les ravageurs. Le deuxième chapitre comprend l'introduction du ravageur étudié ainsi que l'huile essentielle testée et la technique expérimentale adoptée. Dans le troisième chapitre, nous regroupons les résultats obtenus et leur discussion. Enfin notre travail est clôturé par une conclusion accompagnée de quelques recommandations pour les travaux futurs.



Chapitre 01 :

Généralité sur la plante haute



1. Définition

Le terme céréale est un dérivé du mot latin "cerealís" signifiant «grain» qui est botaniquement, un type de fruit appelé caryopse (SARWAR et *al.*, 2013). Les céréales regroupent des plantes de la famille des Poacées (ex Graminées). Les cinq céréales les plus cultivées dans le monde sont : le maïs, le blé, le riz, l'orge et le sorgho. Le blé (*Triticum* spp.) est une graminée annuelle aux racines fibreuses à tiges hautes et généralement creuses, portant des nœuds d'où partent des feuilles, des sommets de la tige portent une grappe des fleurs qui se transforme en grains (GATE, 1995).

Le blé fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz ; C'est la troisième espèce par importance de la récolte mondiale et la plus consommée par l'homme. En Algérie, le blé est cultivé pour son grain, c'est une culture qui occupe de grandes surfaces. Il est à distinguer deux espèces de blé : le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*). Ces deux espèces, se différencient par la friabilité de l'amande (fig 01).

L'amande du blé tendre est blanche et friable, tandis que celle du blé dur est jaune et plus dure. Au moulin, les graines de blé tendre sont broyées en farine, celles-ci servent à la fabrication de produits boulangères. A la semoulerie, les grains de blé dur sont broyés en semoules, ceux-ci servent à la fabrication de pâtes et de couscous (ANONYME, 2023).



Figure 01 : Grains et semoule de blé dur sur une table (ANONYME ,2021)

1.1 Blé dure

Le blé dur, comme toutes les céréales, est une céréale de la famille des graminées. La culture a lieu principalement dans les régions chaudes. Est plus sensible au froid que le blé tendre, il a donc besoin d'être séché pour atteindre son plein potentiel ; Bien que très similaires, a qui ce sont deux types de blé différents. Les épis de blé dur ont de longues barbes (extrémités pointues dépassant des épis) qui permettent de les distinguer plus facilement du blé tendre. Par conséquent, il est également appelé "blé à barbe". Le blé dur se caractérise par ses barbes s'étendant au-delà du sommet de l'épi, bien que certains blés soient munis de cette barbe (ANONYME,2023)

1.2 Classification du Blé dure

Le blé dur est une plante annuelle, monocotylédone, appartenant à la famille des Poaceae. La classification du blé dur, selon (BROUILLET et *al.*, 2006) est la suivante :

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Super division	Sermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous classe	Commelinidae
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i>

1.3 Air de répartition

1.3.1 Dans le monde

Selon le classement mondiale des pays reproducteurs de blé la Chine est le premier avec 130 million de tonnes par ans, suivie de l'Inde avec 90 millions de tonnes, des Etats-Unis et de la Fédération des Russie avec plus de 60 millions de tonnes chacun.

Les prévisions de la FAO concernant la production mondiale de céréales en 2021 ;Crantent une production de 2 799 millions de tonnes, soit 0,8 pour cent de plus que le

résultat de 2020. Évaluée à 1 502 millions de tonnes, la production mondiale de céréales secondaires en 2021 est en hausse de 18,9 millions de tonnes sur une base annuelle, presque exclusivement en 709 millions d'hectares de céréales sont cultivés dans le monde, soit 51 % des terres arabes, 14 % de la surface agricole mondiale et 5 % des terres émergées du monde (DUBIEF, 2020).

Selon FAO (2022), la production mondiale de blé devrait atteindre 777 millions de tonnes, un niveau pratiquement identique à celui de 2020. En ce qui concerne le riz, les rendements annoncés, compte tenu des conditions météorologiques généralement favorables qui ont prédominé pendant la campagne.

1.3.2 En Algérie

Les céréales ont joué un rôle dans l'agriculture du pays car elles occupent les 90% de terres cultivés. En Algérie, le blé dur représente la plus grande part des céréales semées ; Il représente une ressource essentielle de la population algérienne. Il y a trois zones principales (DJARMOUN, 2009) :

- ❖ Plaines littorales : Skikda, Boumerdes, Bejaia, Oran, Jijel, Tipaza, Mostaganem
- ❖ Hauts plateaux: Médéa, Tébessa, Bordj Bou Arreridj, Oum el Bouagui
- ❖ Plaines intérieures: Constantine, Ain Témouchent, Tlemcen, Guelma, Sidi bel abbés, Souk haras, Chlef, Relizane, Mila, Maascar.

La FAO prévoit une baisse de 38 % de la récolte céréalière de l'Algérie en 2021 comparant à l'année précédente. La production céréalière de l'Algérie a été faible en raison des faibles pluies et absence de condition climatique (BENALI, 2021).

1.3.3 Période de culture

Les graines de blé sont semées en octobre. Au début du printemps, les tiges germées en hiver poussent et les épis sortent des gousses (fig. 02). Après la floraison et la fécondation, les graines deviennent grosses ; Le blé mûrit en juillet-août vient ensuite le moment de la récolte.

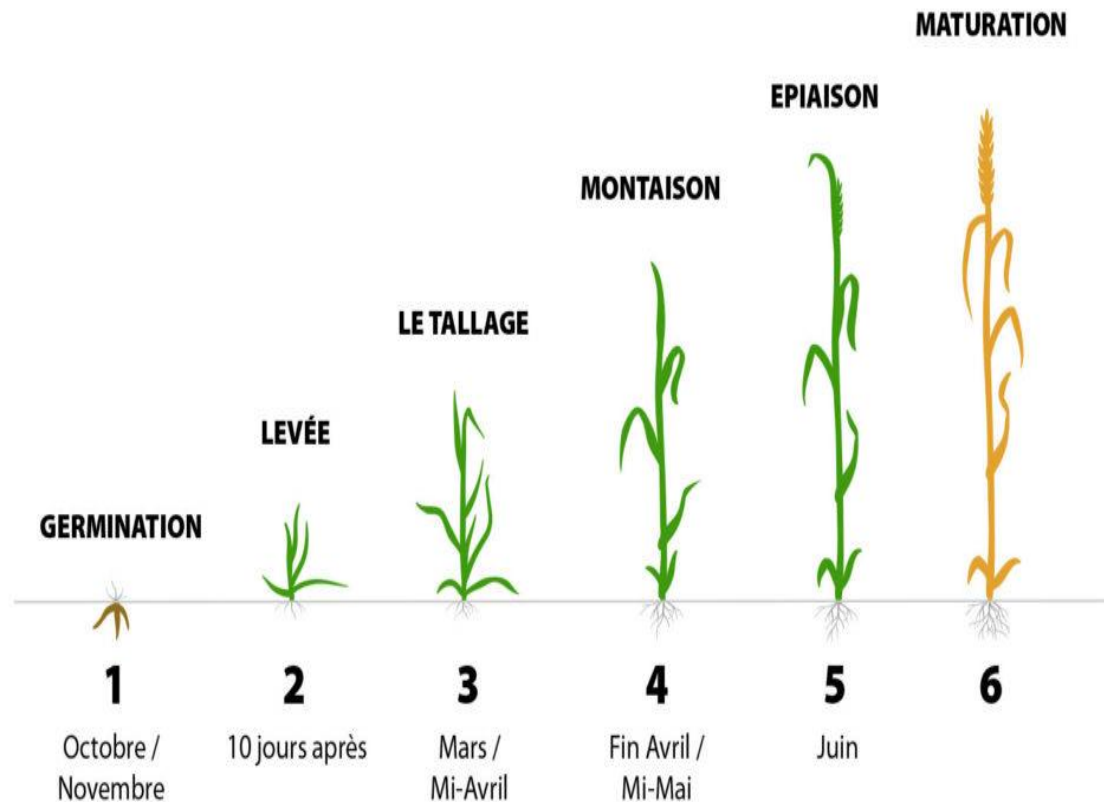


Figure 02 : Les différentes étapes de la culture du blé (ANONYME ,2023)

1.4 Principales maladies qui touchent le blé

Le blé tendre peut être attaqué par des agents pathogènes tels que la septoriose, la rouille brune, la rouille rayée, l'oïdium, la tache noire et la fusariose. Avoir une bonne connaissance des maladies des cultures facilite leur gestion (tab 01). Dès le semis, la tolérance des cultivars joue un rôle important dans la protection des cultures.

La maladie survient généralement pendant l'exécution. Observable même en hiver avec une forte pression, mais l'intervention doit attendre 1 cm de la lever d'épi.

Tableau 01 : Les principales maladies qui attaquent le blé

Maladie	Agent pathogène	Partie attaquer	Reconnaissance de maladie	Figure
Septoriose	<i>Septoria tritici</i> <i>Stagonospora nodorum</i>	Les feuilles	Présence de taches blanches allongées, ou de taches brunes souvent bordées d'un halo jaune	
La rouille brune	<i>Puccinia striiformis</i>	Les feuilles et l'épi	Apparition de petites pustules de couleur jaune –orangée alignées le long des nervures	
La fusariose	<i>Fusarium graminearum</i>	Les feuille et épillets	Présence des taches verdâtres se concentrent sur la courbure des feuilles ou de la ligule	

1.5 Maladies et ravageurs du blé

- ✓ **Les oiseaux** : En Algérie les plus dommageables ou redoutables sont les moineaux ce sont des oiseaux de petite taille, ce dernier souligne qu' 'il affecte fortement les grains précoces (BORTELI, 1969). Il existe également le corbeau freux que font les dégâts sur les jeunes plantes. Un destructeur occasionnel de blé, non négligeable peut être l'alouette qui s'attaque au blé à la levée (CLEMENT-GRANDCOURT et PRAT ,1970).

- ✓ **Les rongeurs** : Ils appartiennent à deux groupes distincts :
- Les muridés : à ce groupe appartiennent le rat noir (*Rattus rattus*), le surmulot (*Rattus norvegicus*), le mulot et la mérienne de Shaw.
 - Les microties : ce sont les campagnols, leurs densité est importante (CLEMENT- GRANDCOURT et PRAT ,1970).
- ✓ **Les insectes** : les insectes aussi attaquent le blé et causent des dégâts très importantes, voici quelques espèces dans le tableau suivant :

Tableau 01 : Les principaux insectes ravageurs du blé (MOULE ,1971)

Ordre	Nom commun	Nom scientifique	Partie Attaquée	Auteur	figures
Diptères	La mouche de Hesse	<i>Mayetiola destructor</i> (SAY, 1817)	Grains	Moule, 1971	
Homoptères	Puceron	<i>Sitobion avenae</i> (FABRICIUS, 1794) <i>Rhopalosiphum padi</i> . (LINNACUS, 1758)	Feuille et jeunes épis	Moule, 1971	
Hétéroptère	Punaise	<i>Eurygaster sp.</i>	Epis	Moule, 1971	
Orthoptères	Criquet	<i>Ocneridia volemii</i> (BOLIVAR, 1878)	Feuilles et tiges	Moule, 1971	
Hyménoptères	Cephe	<i>Cephus pygmaeus</i> (LINNAEUS, 1767)	Tiges et épis	Prescott et al. , 1987	
Lépidoptères	Noctuelle des céréales	<i>Spodoptera sp.</i>	Tige, épis et feuilles	Soltner, 2005	

Diptères	La cecidomyie orange du blé	<i>Sitodiplosis mosellana</i> (GEHIN, 1857)	Grains	Roy et al ., 2008	
Thysanoptères	Thrips	<i>Thripidae sp.</i>	Epis	Jacquemin et al. , (2009)	
Coléoptères	<u>Vers blanc</u> (Hanneton européen, 1842)	Geotrogus desertcola (Guerin-Meneville)	Racines	Yahiaoui et Bekri, 2014.	
	Criocères	<i>Oulema melanopus</i> (LINNAEUS, 1758)	Feuilles	(Abba et al., 2015).	

1.6 Stockage

Le travail de stockage des produits dans un endroit spécifique pendant une certaine période de temps donnée. Le stockage est un processus important dans la commercialisation des céréales Consiste à stocker le grain dans un entrepôt pendant une période de temps selon les normes Et les règles qui permettent un bon stockage des grains. (ANONYME, 2004)

1.6.1 Modes des stockages

Il existe quatre modes de stockage

1.6.1.1 Stockage dans des silos souterrains

L'utilisation des entrepôts souterrains pour le stockage des grains est une pratique traditionnelle, très ancienne et largement utilisée dans certaines régions du Maroc sous le nom vernaculaire de «matmora». Ce mode de stockage est aussi utilisé dans plusieurs pays de

l'Afrique, au Proche Orient et en Asie. Cette technique de stockage nécessite des matériaux peu coûteux pour la construction et protège le grain stocké contre les fluctuations de la température extérieure. Le stockage souterrain est particulièrement utilisé pour son herméticité, qui permet, dans certaines mesures, le contrôle des insectes grâce à la réduction du niveau d'oxygène dans l'entrepôt. Cependant ce type de stockage est parfois compromis par les pertes importantes qu'il peut occasionner (BARTALI et *al.*, 1989).

1.6.1.2 Stockage en sac

Les grains sont stockés dans de la toile de jute (fig. 03). Le sac est stocké dans diverses installations, entrepôts ou hangars. En cas de Traitement chimique, cette toile de jute permet le passage des fumigants, pesticides. Il est volatil et peut affecter le système respiratoire des insectes. Ce type de stockage est courant temporairement dans les zones à forte autoconsommation (DOUMANDJI et *al.*, 2003).



Figure 03 : stockage de blé en sac (ANONYME ,2023)

1.6.1.3 Stockage en vrac

Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. (DOUMANDJI et *al.*, 2003). Ce type de stockage entraîne une contamination. D'autant plus qu'il y a toujours de la place dans ce design. Un espace est créé entre le mur et le toit, permettant aux oiseaux, rongeurs et insectes de passer librement. De plus, l'influence des intempéries est encore forte, Les moisissures et les bactéries sont toujours un problème. Ce moyen de stockage, indispensable compte tenu du manque d'installations spécialisées, est là. Il a tendance à disparaître dans le futur.

1.6.1.4 Stockage en silo

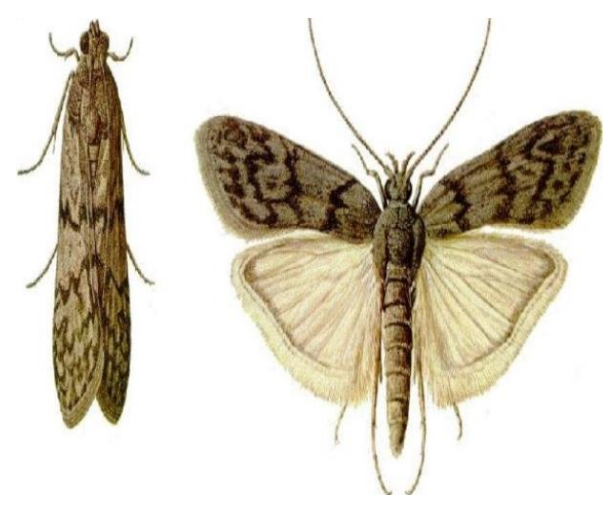
Les silos sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal. Elles sont fermées à leur partie supérieure par un plancher sur lequel sont installés les appareils de remplissage des 20 cellules (fig.04). L'emploi des silos réduit la main d'œuvre, augmente l'air de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux (DOUMAINDJI et *al.*, 2003).

On distingue deux types de silos :

- Le silo en métal
- Le silo en béton



Figure 04 :L'entreposage silo des céréales (ANONYME 2023)



Chapitre 02 :
Généralité sur l'insecte Ravageur
Ephestia Kuehniella



1. Généralités sur *Ephestia kuehniella*

E. kuehniella a été décrit par Zeller en 1877 et est communément appelée ; la "pyrale de la farine » est un insecte des céréales stockées dont les larves attaquent principalement la semoule, les céréales (blé, maïs, riz), les pâtes et les fruits secs (raisins, figues, abricots) (BATAILLE et *al.*, 1985).

1.1. Classification

1.1.1 Adulte

L'adulte de la Pyrale de la farine a une petite tête globuleuse, mesurant de 20 à 25 mm, les ailes antérieures sont veloutées grisâtres, tachetées des points noirs, les ailes postérieures sont blanchâtres avec de fines franges (Fig. 05). L'abdomen d'*E. kuehniella* entouré des organes reproducteurs (AKIF et *al.*, 2010).



Figure 05 : Adulte d'*Ephestia kuehniella* (ORIGINAL. 2023)

1.1.2 Œuf

Les œufs d'*E. Kuehniella* sont de couleur blanchâtre et de forme ovale, la période d'incubation est de 3 à 14 jours (BALACHOWSKY, 1972) ; la longueur est 460 µm et 230 µm de largeur (HAMI et *al.*, 2005).

1.1.3 Larve ou chenille

Les larves d'*E. Kuehniella* passent par six stades. Au premier stade la longueur du corps varie de 1 à 1,5 mm, atteignant éventuellement 15 à 20 mm au stade final. Dès son exuviation, les larves mangent directement la semoule. Les larves deviennent blanches à rose (HAMI et *al.*, 2005).

1.1.4 Chrysalide ou nymphe

Les pupes d'*E. kuehniella* se forment après la mue des dernières larves. Il devient blanchâtre et noircit avec l'âge. Ce dernier est entouré d'un cocon de soie blanche qui contient de la nourriture (HAMI et *al.*, 2005).

1.2. Classification

Selon NCBI (2018), la classification de la Pyrale de la farine est la suivante :

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>

1.3. Cycle biologique

Le cycle biologique d'*E. kuehniella* dure 75 jours à une température de 27°C et une 70% d'humidité relative (Fig.06). La teigne de la farine est un Lépidoptère holométabole nocturnes. Pendant la journée, l'insecte se repose sur les murs ou se cache dans les denrées stockées (semoule, farine céréale...) (BALACHOWSKY, 1972). Ce papillon passe successivement par quatre stades : œuf, larve, nymphe, et adulte. Les femelles matures pondent des œufs peu de temps après le couplement qui se fait en quelques heures après son apparition. Le taux de fécondation est de 200 à 300 œufs de couleurs blanches et une forme ovale (Fig. 06.a). Les larves peuvent atteindre 15-20mm après six mues. Elle est enveloppée dans un cocon blanc Soyaux, elle se nymphose et devient adulte en 8 à 12 jours (HAMI et *al.*, 2005).

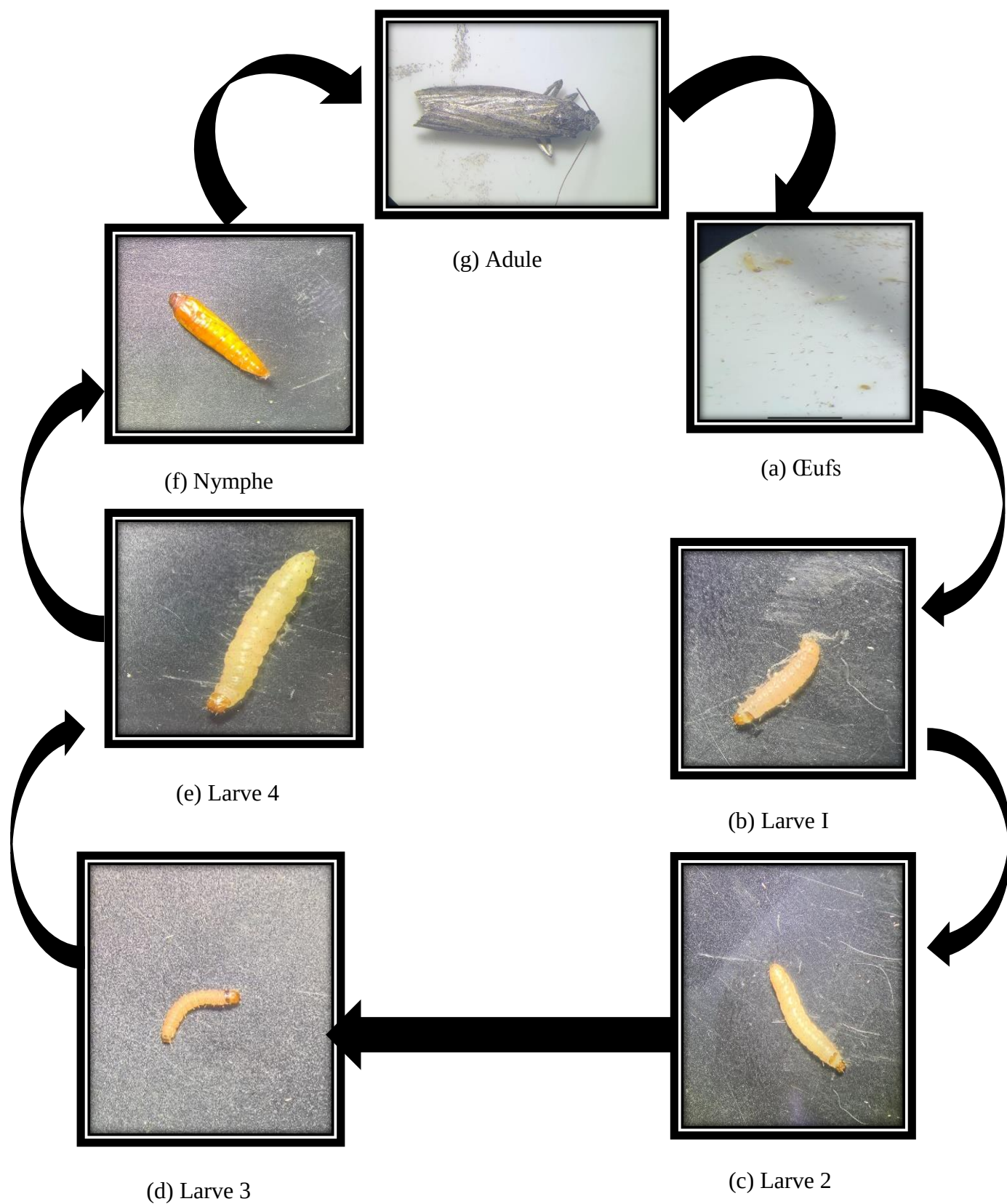


Figure 06 : Cycle de développement d'*Ephestia kuehniella*_(Originale 2023)

La longévité de cette espèce ça dépend des conditions environnementales telles que la température, l'humidité et la disponibilité de la nourriture. En général, ce type de teigne a une durée de vie d'environ 2 à 4 semaines, mais elle peut varier.

Les larves d'*E. kuehniella* sont le stade le plus long de leur cycle de vie, d'une durée d'environ 14 à 35 jours selon les conditions environnementales. Les adultes ont une durée de vie courte, généralement de quelques jours à une semaine. Mais avec de bonnes conditions et une bonne nutrition, les adultes peuvent vivre plus longtemps.

1.4. Perte et dégâts

E. kuehniella se trouve principalement dans les farines de blé, mais également peut être trouvé dans les grains stockés consommés par les larves. Sa présence se reconnaît dans la farine par les soies mélangées les grains contaminés avec déjection en poudre qu'elles produisent. Les soies produites par les insectes peuvent perturber le fonctionnement des machines dans les silos (CHAMONT, 2013).

1.5. Méthodes de lutttes

1.5.1 Lutte biologique

La lutte biologique repose principalement sur l'utilisation de parasitoïdes, et de prédateurs comme agents de lutte. Des efforts ont été faits pour développer de nouveaux composés pour remplacer les composés couramment utilisés. L'utilisation de matières premières renouvelables d'origine végétale pour la production de bio pesticide répond à la nécessité de répondre aux conditions environnementales (MESSAOUDENE et MOUHOU, 2017).

1.5.2 Lutte physique

La lutte concernent toutes les techniques de mécano thérapie adaptées à l'assainissement des troupeaux. Cela consiste à utiliser du froid ou du chaud (ARRAB, 2016).

1.5.3 Lutte intégrée

La lutte antiparasitaire intégrée est définie comme l'utilisation judicieuse d'une combinaison de toutes les méthodes de lutte antiparasitaire à la disposition des agriculteurs pour maintenir les populations de ravageurs à des niveaux suffisamment bas pour causer des dommages économiquement acceptables aux cultures. (BOUAID, 2016).

1.5.4 Lutte chimiques

Cette question fréquemment posée indique qu'en raison de son efficacité, il doit être utilisé avec prudence pour limiter les risques qu'il peut faire peser sur le consommateur

alimentaire. Un traitement de contact consistant à recouvrir le grain, l'emballage et le stockage d'une pellicule de produit insecticides qui agit sur les prédateurs au contact. La fumigation prolongée qui consiste à traiter le gain à l'aide de gaz toxique appelés fumigeant. Le but principal de la fumigation et de favoriser la pénétration des gaz à l'intérieurs de grain, détruisant ainsi les œufs, les larves et pupes qui s'y développent (AIDANI, 2015).

1.6. Huiles essentielles

Selon la ANONYME (2008), les huiles essentielles (HE) produits de parfumerie, généralement de composition complexe, dérivés à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, distiller à la vapeur, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans carbonisation ni chauffage. L'HE est le plus souvent séparé de la phase aqueuse par des processus physiques sans changements importantes dans sa composition.

1.6.1 Procédés d'extraction des huiles essentielles

Différentes méthodes sont utilisées pour l'extraction des huiles essentielles. Les principales procédures d'isolation sont l'hydro distillation et l'extraction par solvant (TONGNUANCHAN et BENJAKUL, 2014).

1.6.2 Hydro distillation

L'hydro distillation est la méthode la plus couramment utilisée. Permet l'isolement des huiles essentielles pures et de meilleurs rendements. Consiste en une immersion matérielle végétale à traiter (entier ou grossièrement broyé) directement dans l'eau, c'est-à-dire porté à ébullition. Cette solution aqueuse diffuse à travers la membrane cellulaire, Dès qu'elle atteint la surface, l'huile s'évapore rapidement. Cette vapeur alors concentrer et recueillir l'huile par décantation (GOLMOHAMMADI et *al.*, 2018)

1.6.3 Extraction par solvant

L'extraction avec des solvants organiques semble être une méthode très simple. Production en masse d'huiles essentielles extraites de plantes délicates (CHRISSIE, 1996). La pratique courante consiste à mélanger les solvants, chauffer le matériel végétal, puis extraire l'huile essentielle et le filtrer, et évaporer le solvant et concentrer le filtrat (TONGNUANCHAN et BENJAKUL, 2014). Cependant, l'extraction par solvant peut entraîner la perte des deux composés : extraction de composés volatils et de certains composés non volatils. Changements d'efficacité et changements de qualité de l'huile essentielle (BERKA-ZOUGALI et *al.*, 2012).

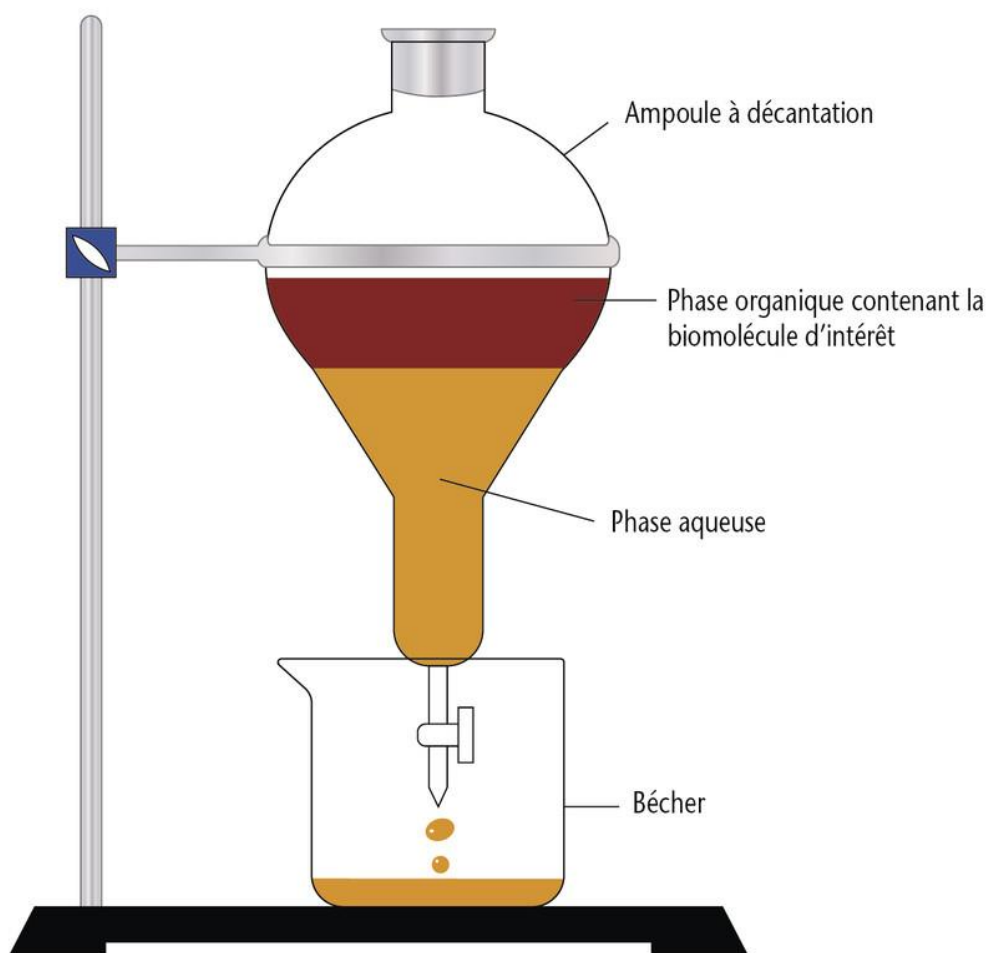


Figure 07 : Extraction par solvant (LOUIS TASSIER, 2018)

1.6.4 Distillation à la vapeur d'eau

Trois cuves sont reliées entre elles par de minces tubes ; la première cuve reçoit de l'eau et la seconde les plantes. L'eau est progressivement chauffée et la vapeur passe dans la cuve contenant les plantes. La vapeur circule à travers les plantes et se charge des principes actifs. Puis elle s'échappe par un long tuyau fin en forme de serpentín qui baigne dans un récipient d'eau froide. La vapeur, ainsi refroidie, se condense en gouttelettes et arrive dans la troisième cuve (l'essencier). Les huiles essentielles étant plus légères que l'eau, il suffit de les récupérer en surface, tandis que l'eau qui se trouve en dessous sera utilisée pour créer des eaux florales et des hydrolats (RANJITHA et VIJIYALAKSHMI, 2014).

1.6.5 Hydro diffusion

L'extraction par hydro diffusion est similaire au processus de distillation à la vapeur. La principale différence entre ces deux méthodes est la voie d'entrée de la vapeur dans l'alambic. Dans le cas de l'hydro diffusion, la vapeur est introduite par le haut sur le matériel botanique et non par le bas, comme dans la distillation à la vapeur (RANJITHA et VIJIYALAKSHMI, 2014). La diffusion d'hydrogène abaisse la température de la vapeur en dessous de 100°C, gagnez du temps avec des rendements plus élevés (TONGNUANCHAN et BENJAKUL, 2014)

1.7. Utilisation des HE en tant que bio pesticides

L'utilisation généralisée des pesticides de synthèse a eu de nombreuses conséquences négatif (résistance aux insecticides, assistance toxicité animale, problèmes de résidus, Pollution environnementale (ISMAN, ,2005). Comme les plantes sont une riche source de produits chimiques bioactifs, elles peuvent représenter des alternatives potentielles aux agents actuellement utilisés contre les insectes. En conséquence, beaucoup d'efforts ont été dirigés vers des matériaux dérivés de plantes pour des produits potentiellement utiles comme agents de lutte contre les insectes (KIM et *al.*, 2003). Les extraits de plantes aromatiques font partie des pesticides dérivés des plantes les plus efficaces (fig. 08), et les huiles essentielles sont souvent les fractions les plus bioactives (SHAAYA et *al.*, 1997).



Figure 08 : *Pélargonium roseum* (Anonyme., 2022)

1.8. Activité biologique des huiles essentielles

Les huiles essentielles courantes auraient des effets insecticides peut être inhalé, ingéré ou absorbé par la peau des insectes (TRIPATHI *et al.*, 2009). Cependant, selon EL-WAKEIL (2013), avant d'utiliser HE, Les dosages nécessaires pour lutter contre les ravageurs et leur mode d'action pour améliorer la qualité et la durée de conservation des produits. L'impact des huiles essentielles sur la faune auxiliaire doit également être pris en compte. (NGAMO et HANCE, 2007). De plus, chaque huile essentielle étant plus ou moins spécifique à l'espèce d'insecte à laquelle elle est destinée, une bonne connaissance de l'espèce d'insecte à contrôler et une connaissance du spectre d'activité pesticide des huiles disponibles et homologuées sont nécessaires (CRUZ *et al.*, 2016).

1.9. Mode d'action des huiles essentielles sur les insectes

1.9.1 Répulsifs

Les bio pesticides sont définis comme des substances qui ont des propriétés répulsives et agissent gardent les insectes à distance localement ou à distance (SENDI et EBADOLLAHI, 2013). Les effets répulsifs de nombreuses huiles essentielles d'origine végétale sont bien documentés (MOSSA, 2016). Certains volatils et huiles essentielles d'origine végétale sont connus. Considéré comme un pesticide dangereux car il repousse certains ravageurs le minimum (SAROUKOLAI *et al.*, 2014).

1.9.2 Anti-appétant

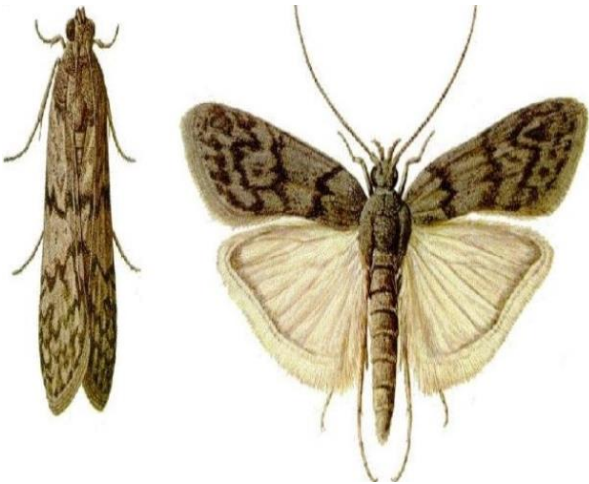
Parmi les pesticides botaniques, les huiles essentielles sont les meilleures suggestions de produits naturels pouvant nuire à la consommation un régime d'insectes, également appelé régime suppressif ou régime anorexique (WAWRZYNIAK, 1996). (RAJASHEKAR *et al.*, 2012) affirment que les HE rendent les matériaux traités peu attrayants ou peu appétissants. Ces substances agissent directement sur les organes sensoriels périphériques des insectes pour modifier leur comportement et induire des difficultés d'alimentation (ISMAN, 2002). Les insectes restent dans le matériau traité et finissent par mourir de faim. Cela indique que les composés actifs présents dans la plante inhibent le comportement alimentaire des larves, tandis que d'autres composés perturbent ou perturbent l'équilibre hormonal. Rendre la nourriture immangeable (HIKAL *et al.*, 2017).

1.9.3 Retardateurs de croissance et inhibiteurs de développement

Selon MOSSA (2016), des études antérieures ont montré que certaines huiles essentielles et leurs constituants avaient des propriétés semblables aux hormones c'est un juvénile et fonctionne comme un régulateur de croissance. Ce trouble de la croissance des insectes peut contribuer à l'inhibition de divers processus de biosynthèse Insectes à divers stades de développement (ATHANASSIOU et *al.*, 2014).

1.9.4 Attractants

Certaines huiles essentielles végétales affectent les deux récepteurs du goût et odorat ou organes sensoriels (HIKAL et *al.*, 2017). Elles ne tuent pas les insectes et ne perturbent donc pas l'écosystème. Elles peuvent être utilisées pour mal orienter les insectes vers de mauvais sites de ponte, diminuant leur nombre par la production d'œufs non fertiles (ARORA et DHAWAN, 2017).



Chapitre 03 :

Matériel et Méthode



1. Matériels

1.1 Matériels animal

E.Kuehniella (Zeller) est une mite des denrées stockée dont les larves s'attaquent essentiellement à la farine, aux grains de céréale (blé, maïs et riz), à la semoule, au flacon d'avoine.

1.1.1 Elevage

L'élevage d'*E kuehniella* est conduit au laboratoire de PSEMRVC (Production Sauvegarde des espèces et des récoltes variation climatique), au sein de département biologie à l'université de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. Sous des conditions optimale de développement caractérisé par une température de 27°C, et une humidité relative (70%) .Les adultes sont déposés dans des boites en plastique (fig. 10a) qui contiens de la semoule recouvertes d'un morceau de tulle qui permet aux larves de se nymphoses (fig. 10b), et le couvercle trouer pour laisser passer l'air pour la respiration des insectes



a : Boîte d'élevage

b: Nymphose des larves

Figure 09 : Élevage de l'*Ephestia kuehniella* dans des boites en plastique (ORIGINALE, 2023)

1.1.2 Répartition géographique de l'insecte

Il est important de noter que la répartition géographique exacte d'*E kuehniella* peut varier en fonction des conditions environnementales, des pratiques agricoles et commerciales et d'autres facteurs. Par conséquent, il est toujours préférable de se référer à des sources locales et à des études spécifiques pour obtenir des informations précises sur la répartition de cette espèce dans une zone particulière (ANONYME, 2023).

1.2 Huiles essentielles

Les huiles essentielles se sont des produits naturels, concentrés de principes actifs des plantes aromatiques (BRUNTON, 1993). Selon (BELAICHE, 1979). Ce sont des substances huileuses, volatiles et odorantes. Saveurs fortes souvent extraites de différentes parties de la plante aromatique, diverses méthodes d'extraction (hydro distillation, enfleurage, solvant...).

La norme française AFNOR NF T75-006 définit l'huile essentielle comme : « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » (GARNERO, 1976).

1.2.1 Mode d'action des huiles essentielle sur les insectes

1.2.1.1 Répulsif

Les bio pesticides sont définis comme des substances qui sont répulsives et agissent. Éloignent les insectes localement ou à distance (SENDI et EBADOLLAHI, 2013) Les effets répulsifs des huiles essentielles de nombreuses plantes sont bien documentés (MOSSA, 2016). Certaines substances volatiles et huiles essentielles dérivées de plantes sont connues On dit qu'il repousse certains parasites et est considéré comme un pesticide dangereux. Le minimum (SAROUKOLAI et *al.*, 2014).

1.2.1.2 Anti-appétant

Les huiles essentielles sont l'un des meilleurs pesticides à base de plantes suggestions de produits naturels pouvant nuire à la consommation nourriture pour les insectes, ils sont considérés comme dissuasifs ou appétissants (WAWRZYNIAK, 1996).

RAJASHEKAR et *al.*, (2012), affirment que les EH rendent les matériaux traités peu attrayants ou peu appétissants. Ces substances agissent directement sur les organes sensoriels pour modifier le comportement des insectes et rendre l'alimentation plus difficile. Insectes ambiants (ISMAN, 2002). Les insectes restent sur le matériau traité et finissent par mourir de faim. Cela indique que les substances actives présentes dans les plantes inhibent le comportement alimentaire des larves, tandis que d'autres substances actives perturbent l'équilibre hormonal et rendent la nourriture désagréable (HIKAL et *al.*, 2017).

1.2.1.3 Retardateurs de croissance et inhibiteurs de développement

Selon MOSSA (2016), des études antérieures ont indiqué que certaines huiles et leurs constituants avaient des propriétés semblables aux hormones c'est un juvénile et fonctionne comme un régulateur de croissance. Ce trouble de la croissance des insectes peut être impliqués dans

l'inhibition de divers processus de biosynthèse Insectes à différents stades de développement (ATHANASSIOU et *al.*, 2014).

1.2.1.4 Attractants

Certaines huiles essentielles végétales affectent les deux récepteurs du goût (gustatif) et olfactif (odeur) ou sensationnel (HIKAL et *al.*, 2017). Ils ne tuent pas Comme ce sont des insectes, ils ne perturbent pas les écosystèmes. Ils sont utilisés pour attirer les insectes vers des sites de frai pauvres, réduisant ainsi les populations d'insectes en produisant des œufs non fécondés (ARORA et DHAWAN, 2017).

1.3 Matériel de laboratoire

Pour la réalisation de notre travail expérimental, plusieurs outils en sont nécessaires (fig 10) :

- Une étuve dans laquelle sont réalisés les différents essais. Elle est réglée aux conditions optimales de développement d'*E kuehniella* (température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$).
- Loupe binoculaire.
- Des bocaux en verre pour les élevages de masse.
- Des boîtes de pétri en plastique
- Les flacons pour le test par inhalation.
- Du papier filtre pour les tests par inhalation.
- D'autres outils de manipulation (pinces, bassine, pèle, scotch, ciseaux...) ont été également utilisés.

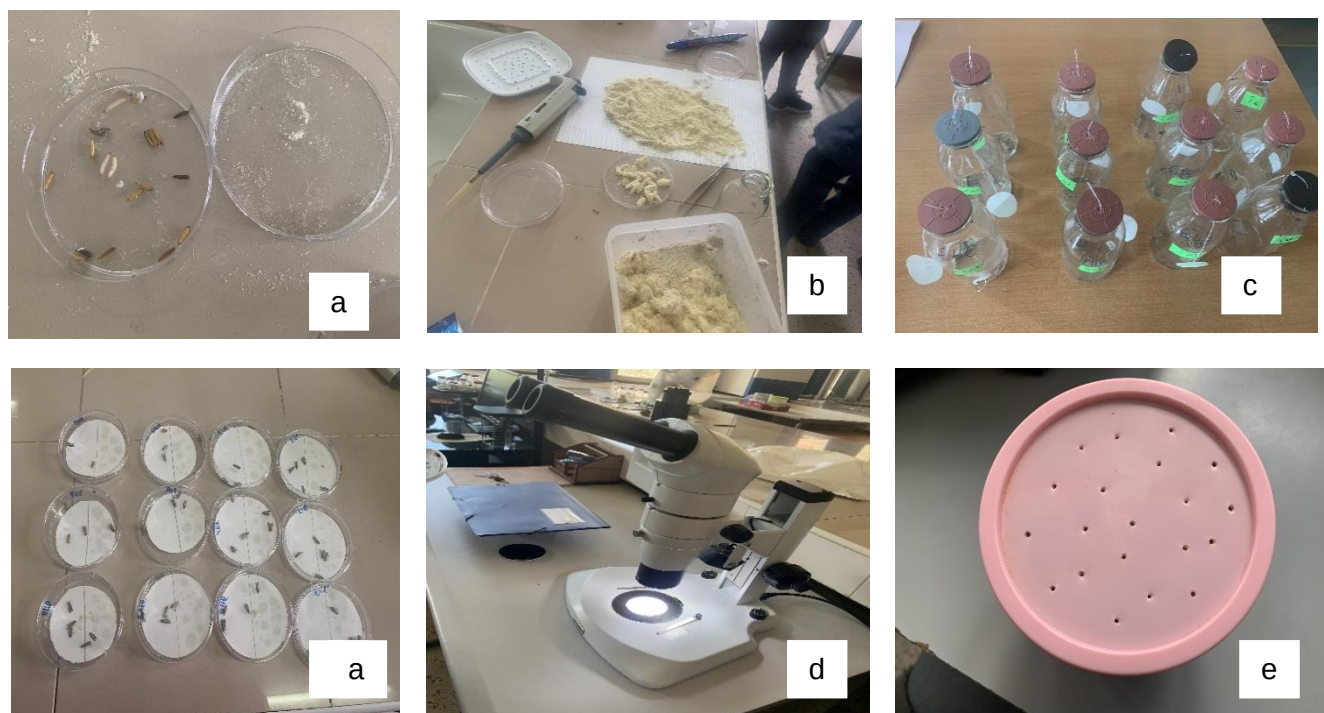


Figure 10 : Matériel utilisé au laboratoire (ORIGINAL, 2023)

Titre : (a) Boîte péttrie, (b) Micropipette, (c) Flacon, (d) La loupe binoculaire, (e) boîte d'élevage (Originale, 2023)

1.4 Huile essentielle testée

Nous avons testé l'huile essentielle provenant de l'Algérie, qui est issues de plantes aromatiques qui appartiennent : la famille Geraniaceae (Géraniacées) (huile essentielle de Géranium).

1.4.1 Géranium rosat (*Pelargonium graveolens*)

L'huile essentielle de *Pélargonium graveolène*, également connue sous le nom de géranium rosat, est une huile essentielle précieuse largement utilisée en aromathérapie (fig 11). Il est obtenu à partir des feuilles et des fleurs de la plante (*P. graveolens*), originaire d'Afrique du Sud (ANONYME, 2023).



Figure 11 : La plante de (*Pelargonium graveolens*) (ORIGINAL, 2023)

1.4.2 Classification

Selon THUNBERG, (1794) la classification de géranium est comme suit :

Règne	Plantae (plante)
Division	Magnoliophyta (plantes à fleurs)
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Ordre	Geraniales
Famille	Geraniaceae (Géraniacées)
Genre	<i>Pelargonium</i>
Espèce	<i>Pelargonium graveolens</i>

1.4.3 Description botanique

Les géraniums rosat ont une tige, ramifié et herbacé qui atteint environ 1 mètre de hauteur. Les feuilles sont alternes, légèrement charnues et profondément fendues. Une fois broyé, il dégage une forte odeur propre au géranium. Les fleurs de géranium rosat sont regroupées en inflorescences appelées ombelles. Chaque ombelle est constituée de plusieurs petites fleurs à cinq pétales, généralement rose pâle à violet. Il existe également des variétés à fleurs blanches ou rouges. Les fleurs sont légèrement zygomorphes et ont une symétrie différente.

Cette plante est appréciée pour les huiles essentielles extraites de ses feuilles et de ses tiges. L'huile de géranium rosat apaisante est utilisée en parfumerie, en cosmétique et en aromathérapie pour ses propriétés et son parfum floral. Il est également connu pour son effet répulsif sur certains insectes.

Quant à la culture, le Géranium Rosat préfère les climats chauds et ensoleillés. Il peut être cultivé dans un sol ensoleillé et bien drainé et tolère la sécheresse. Cette plante est souvent cultivée dans les jardins comme plante ornementale, mais peut également être cultivée à l'intérieur dans des pots.

1.4.4 Répartition géographique

Le géranium rosat, est originaire d'Afrique du Sud mais est maintenant cultivé dans de nombreuses régions du monde, notamment en Europe, en Asie et en Amérique du Sud. En Europe, le géranium rosat est principalement cultivé dans la région méditerranéenne, notamment en Espagne, en France, en Italie et en Grèce. Il est également cultivé dans d'autres parties de l'Europe comme l'Angleterre, la Hollande et l'Allemagne.

En Asie, le géranium rosat est cultivé en Chine, en Inde, au Japon. En Amérique du Sud, il est cultivé dans des pays comme l'Argentine, le Brésil et le Chili. En général, les géraniums rosat sont cultivés dans des climats chauds et ensoleillés, des sols bien drainés et des zones avec peu ou pas de pluie. Elle est souvent utilisée à des fins décoratives, mais elle est également cultivée pour son huile essentielle utilisée dans les industries du cosmétique et de la parfumerie et dans les médecines douces et aussi dans le domaine de la protection et la lutte contre des ravageurs (ANONYME, 2023).

1.5 Substrat utilisé

La semoule complète de blé dur, utilisés dans notre expérience provient de minoteries privées, conditionnés dans des sacs en plastiques. Les différents substrats ne sont pas infestés.



Figure 12 : Substrat utilisé (semoule de blé dure) (ORIGINALE, 2023)

2. Méthodes

L'élevage de masse se fait dans des boîtes en plastique et chacune est remplie à moitié de la semoule (substrat alimentaire) dans laquelle sont introduits les adultes mâles et femelles d'*E kuehniella*. Les boîtes ensuite sont maintenues à l'obscurité dans un endroit sec et à une température ambiante entre 27 à 30°C et une humidité relative de 70% pour assurer les conditions favorables de la reproduction au bout de 30 jours il y a l'apparition de la première génération (fig13). L'élevage permet de fournir un nombre suffisant d'adultes pour les différents tests biologiques.



Figure 13 : Elevage de masse d'*Ephestia Kuehniella* (ORIGINALE, 2023)

2.1 Test par inhalation

Ce test consiste à évaluer l'effet insecticide de l'huile essentielle de géranium par fumigation sur la longévité des adultes d'*Ephestia kuehniella*, se test est réalisé selon le protocole suivant :

Dans des flacons en verre de 100ml de volume des bouts de papiers filtre couper en cercles sont suspendus à l'aide d'un fil fixé sur la face interne du couvercle.

Des doses de 2µl, 4µl, 6µl, 8µl de l'huile essentielle du géranium sont injectées à l'aide d'une micropipette sur le papier filtre de 2cm de diamètre suspendus (fig. 14).

Dans chaque flacon, 5 adultes sont introduits dont la fermeture est parfaitement étanche. 3 répétitions sont réalisées pour chaque dose et chaque temps d'exposition et de même pour le témoin, le dénombrement des adultes est effectué pour chaque dose après 1h, 3h, 6h, et 24h d'exposition.



Figure 14 : Test par inhalation (ORIGINAL, 2023)

2.2 Test par répulsion

Le test par répulsion consiste à évaluer l'effet de l'huile essentielle de géranium par répulsion sur les adultes d'*E kuehniella*, se test est réaliser selon le protocole suivant :

Dans des boites de Pétries des papiers filtre couper selon la forme et la taille de ses boites qui sera séparer en deux parties, une partie reste témoin et l'autre est injecter par l'huile essentielle de géranium a différente dose 2 μ l, 4 μ l, 6 μ l, 8 μ l à l'aide d'une micropipette (fig. 15).

Dans chaque boite 5 adultes sont introduits dont la fermeture est étanche et 03 répétitions sont réalisées pour chaque dose, et le dénombrement est effectuer pour chaque dose après 30 minutes d'exposition.

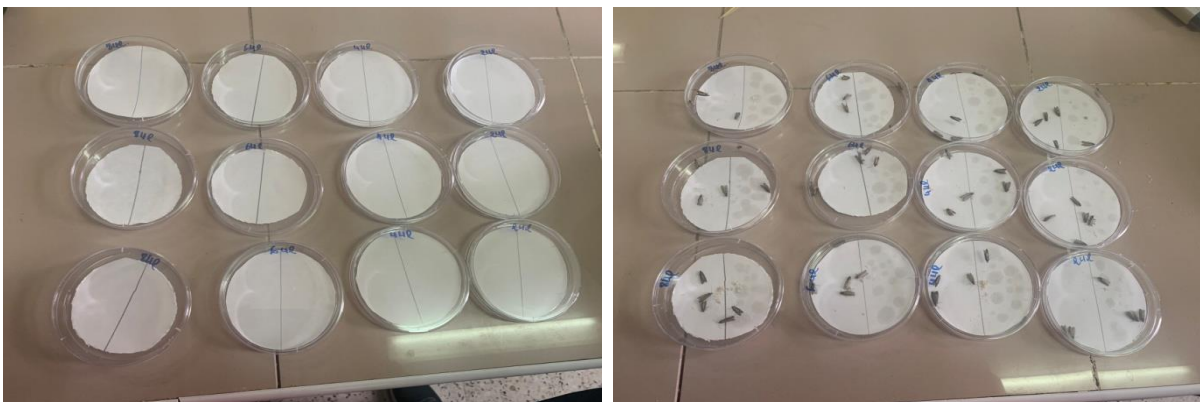


Figure 15 : Test de répulsion (ORIGINAL, 2023)

Le pourcentage de répulsion (PR) est ainsi calculé selon la formule utilisée par (NERIO et *al.*, 2029).

$$\text{PR (\%)} = \text{Na} / \text{Na} + \text{Nt} \times 100$$

Nt : nombre d'individus présente sur le demi-disque traité avec la solution huileuse.

Na : nombre d'individus présente sur le demi-disque traité par l'acétone.

Le pourcentage de répulsion moyen est calculé et attribué à l'une des différents classes répulsives variant de 0 à V selon (MC DONALD et *al.*, 1970) , qui sont présenté dans le tableau suivant (tab 03) :

Tableau 03 : Pourcentage de répulsion selon le classement de (MC DONALD et *al.* , 1970).

Classe	Travaille de répulsion	Propriété de la substance traitée
Classe 0	$0 \text{ PR} \leq 0,1\%$	Non répulsive
Classe I	$0.1 < \text{PR} \leq 20\%$	Très faiblement répulsive
Classe II	$20 < \text{PR} \leq 40\%$	Faiblement répulsive
Classe III	$40 < \text{PR} \leq 60\%$	Modérément répulsive
Classe IV	$60 < \text{PR} \leq 80\%$	Répulsive
Classe V	$80 < \text{PR} \leq 100\%$	Très répulsive

1. Résultat

Les études des tests d'inhalation et répulsion menées sur *E. kuehniella* ont montré l'efficacité de l'huile essentielle de géranium sur la longévité de l'adulte à différentes doses selon la durée d'exposition.

1.1 Résultats du test appliqué par inhalation

Les résultats de test par inhalation appliquent sur les adultes à la dose 2 μ l sont représentés dans la figure 16.

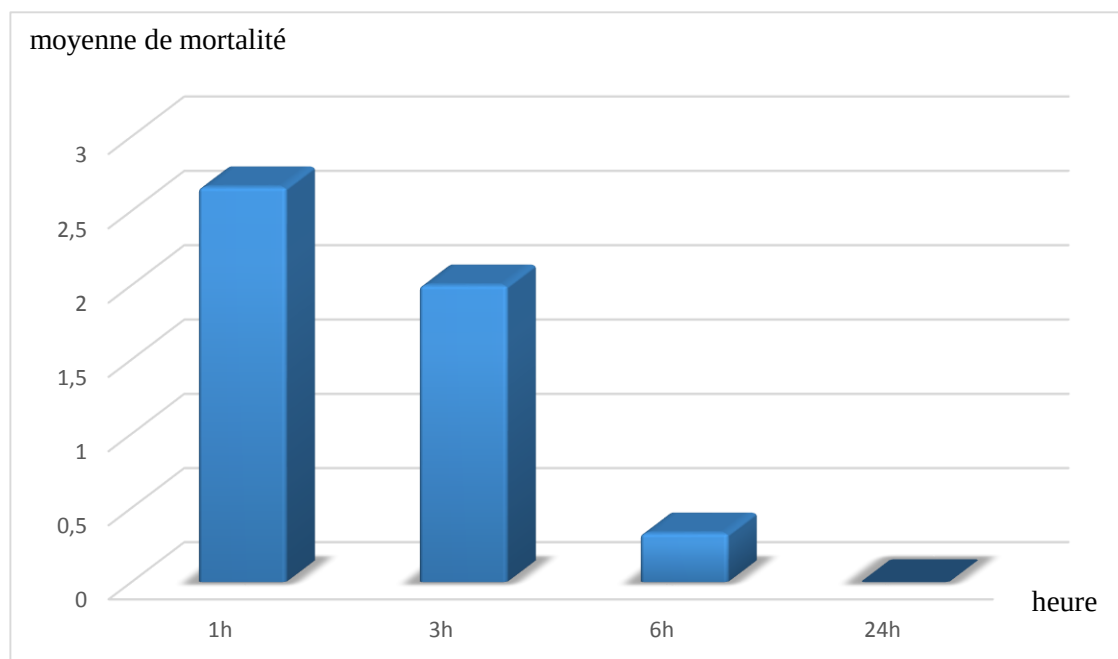


Figure 16 : Longévité moyenne des adultes *E. kuehniella* traitées par inhalation avec une dose de 2 μ l de l'huile essentielle de *P. graveolens* en fonction de temps

La longévité d'*E. Kuehniella* traitées par l'huile essentielle de *P. graveolens* à la dose de 2 μ l est enregistrée dès la première heure de dénombrement mais qui n'est pas assez remarquable avec une moyenne de 2,66%, puis diminue avec le temps pour atteindre une mortalité totale au bout de 24h.

Les résultats de test par inhalation appliquent sur les adultes à la dose 4 μ l sont représentés dans la figure 17.

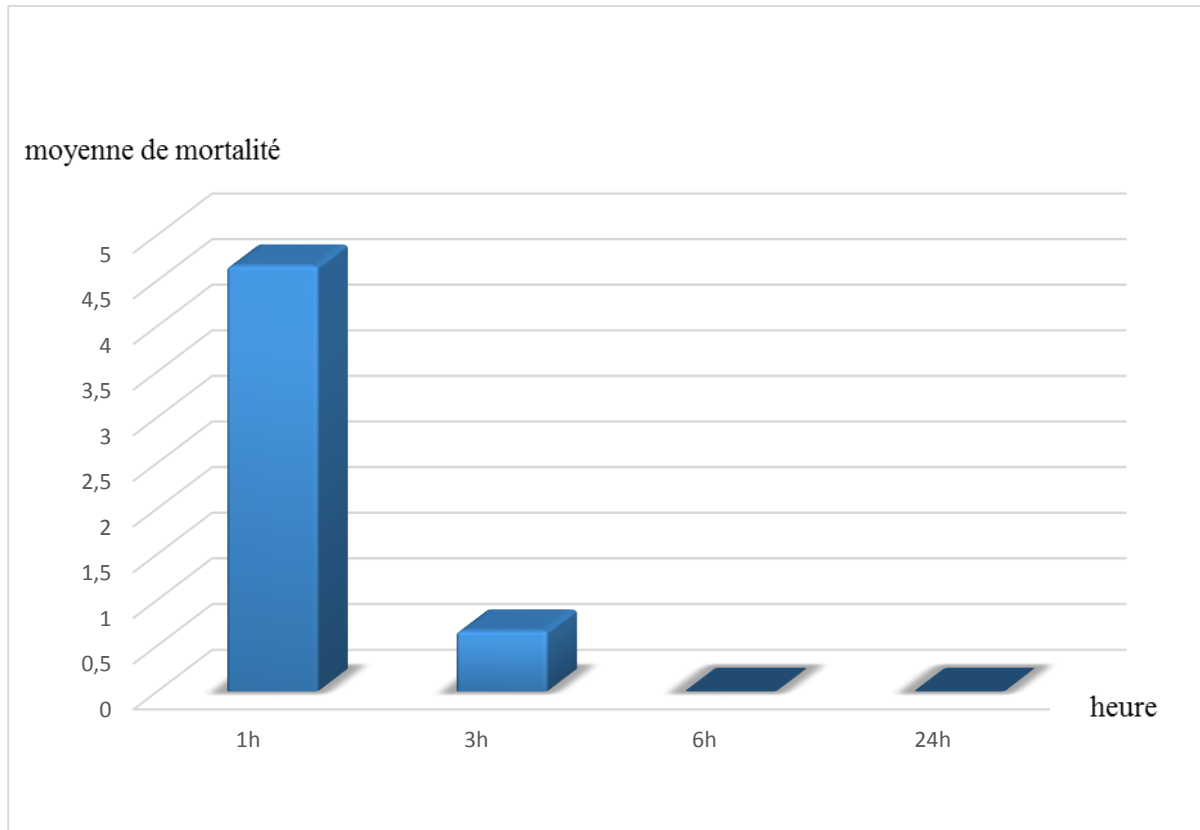


Figure 17 : Longévité moyenne des adultes *E. kuehniella* traitées par inhalation avec une dose de 4 μ l de l'huile essentielle de *P. graveolens* en fonction de temps.

La longévité d'*E. kuehniella* traitées par l'huile essentielle de *P. graveolens* à la dose de 4 μ l est enregistrée dès la première heure de dénombrement mais qui n'est pas assez remarquable avec une moyenne de 4,66%, puis diminue avec le temps pour atteindre une moyenne très petite qui est de 0,66% au bout de 3h de temps puis une mortalité totale au bout de 6h.

Les résultats de test par inhalation appliquent sur les adultes à la dose 6 μ l sont représentés dans la figure 18.

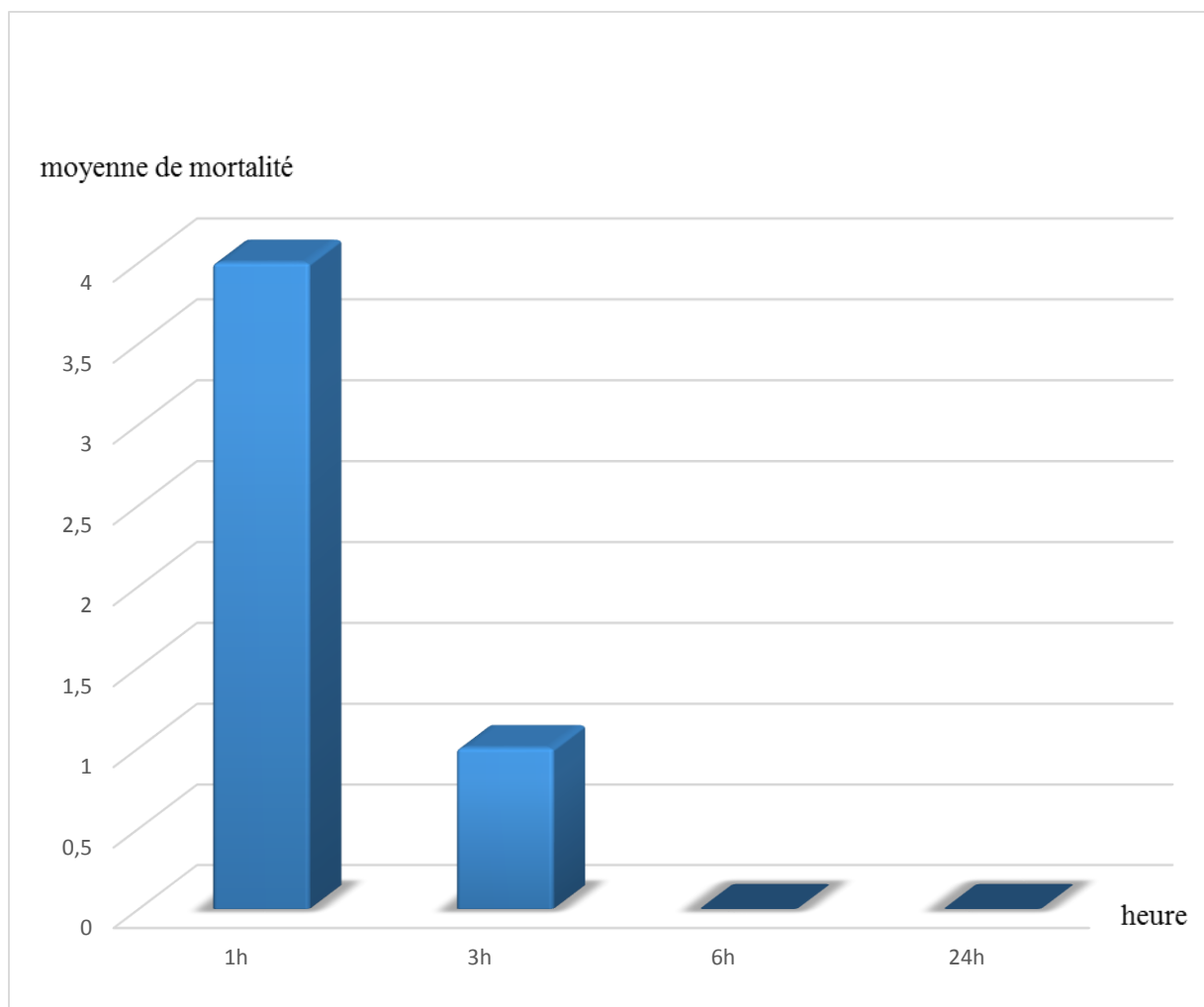


Figure 18 : Longévité moyenne des adultes *E. kuehniella* traitées par inhalation avec une dose de 6 μ l de l'huile essentielle de *P. graveolens* en fonction de temps.

La longévité d'*E. kuehniella* traitées par l'huile essentielle de *P. graveolens* à la dose de 6 μ l est enregistrée dès la première heure de dénombrement mais qui n'est assez remarquable avec une moyenne de 4%, puis diminue avec le temps pour atteindre une moyenne très petite qui est de 1% au bout de 3h de temps puis une mortalité totale au bout de 6h.

Les résultats de test par inhalation appliquent sur les adultes à la dose 8 μ l sont représentés dans la figure 19.

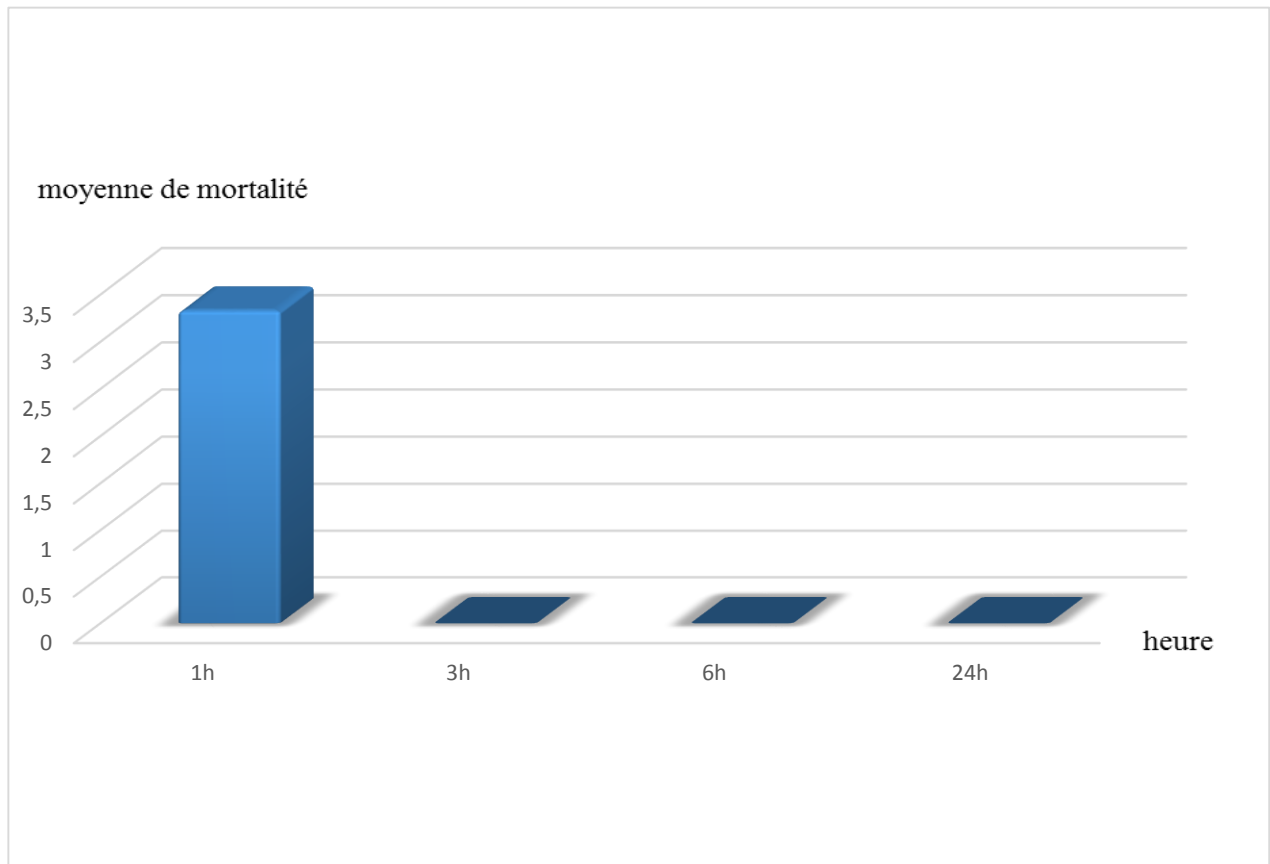


Figure 19 : Longévité moyenne des adultes *E. kuehniella* traitées par inhalation avec une dose de 8 μ l de l'huile essentielle de *P. graveolens* en fonction de temps.

La longévité moyenne d'*E. Kuehniella* traitées par l'huile essentielle de *P. graveolens* à la dose de 8 μ l est enregistrée dès la première heure avec une moyenne de 3,33%, puis diminue très rapidement avec le temps pour atteindre une mortalité totale au bout de 3h d'exposition.

Tableau 04 : Moyennes de longévité des adultes traitées par inhalation avec les doses de 2 μ l, 4 μ l, 6 μ l, 8 μ l, de l'huile essentielle de *P. graveolens* en fonction de temps après 24h d'exposition.

Dose Temps	2 μ l	4 μ l	6 μ l	8 μ l
1h	2,66	4,66	4	3,33
3h	2	0,66	1	0
6h	0,33	0	0	0
24h	0	0	0	0

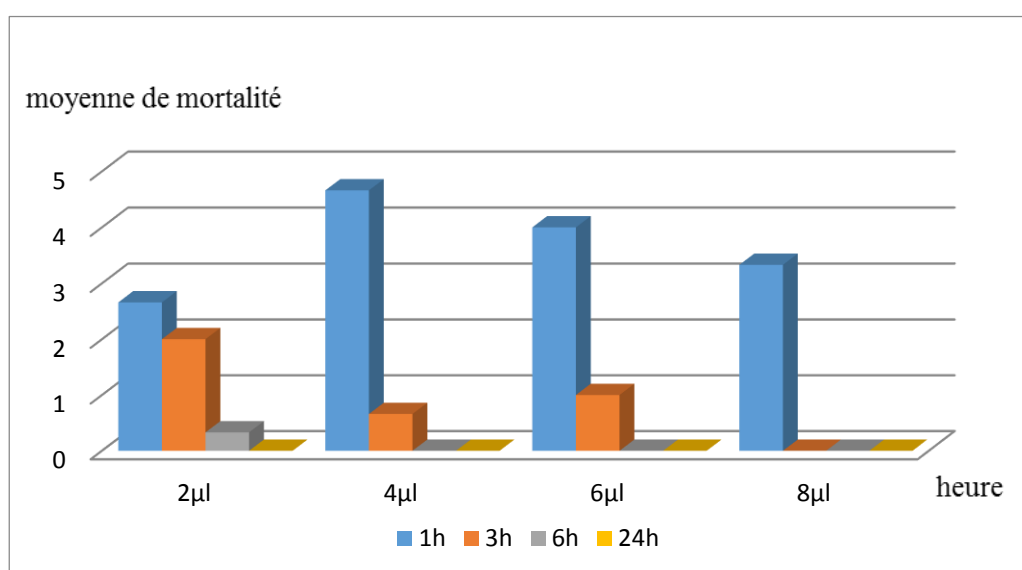


Figure 20 : Longévité moyenne des adultes *E. kuehniella* traitées par inhalation avec les doses de 2 μ l, 4 μ l, 6 μ l, 8 μ l, de l'huile essentielle de *P. graveolens* en fonction de temps d'expositions.

2. Résultats du test applique par répulsion

Les résultats obtenus de l'effet de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* sur les adultes d'*Ephestia kuehniella* avec le test par répulsion sont présentes dans la (fig. 21).

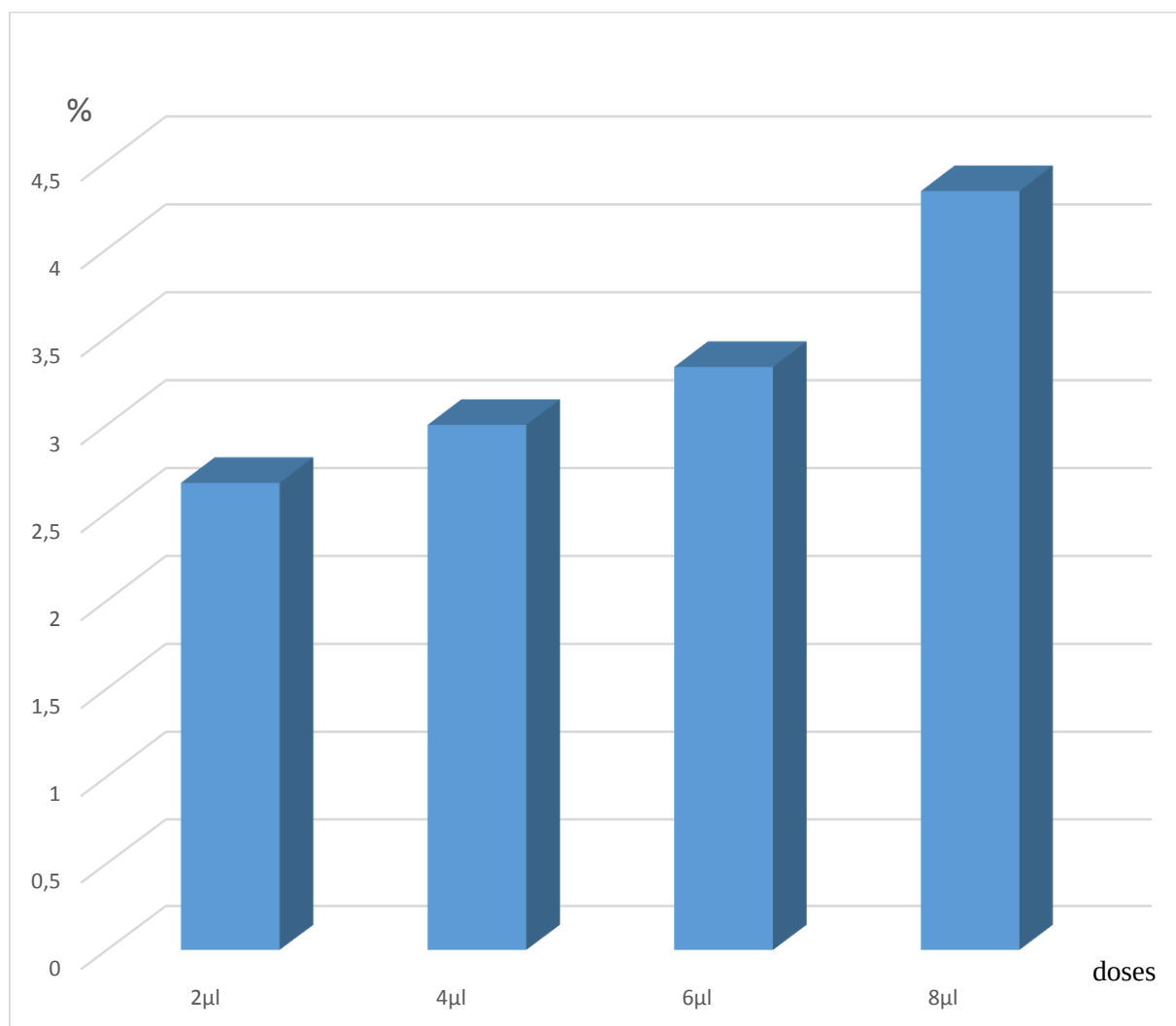


Figure 21 : Taux de répulsion des adultes d'*E kuehniella* testé par l'huile essentielle *P. graveolens*

D'après les résultats obtenue dans ce teste, nous avons constaté que le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de *P. graveolens* aux doses 2µl, 4µl, 6µl, 8µl chez les adultes d'*E kuehniella* sont 53,4%, 60%, 66,6%, 86,6% (tab, 05)

Tableau 05 : Pourcentage de répulsion des adultes d'*E kuehniella* en fonction de dose

Huile	Dose	Moyenne d'individus présents	Pourcentage de répulsion (%)
<i>Pelargonium graveolens</i>	2µl	2,67	53,4
	4µl	3	60
	6µl	3,33	66,6
	8µl	4,33	86,6
Taux de répulsion			66.65%

L'huile essentielle de *P. graveolens* a un effet de répulsion différent sur les adultes d'*E kuehniella* selon la dose utilisé 2µl, 4µl, 6µl, 8µl avec un taux de répulsion 53,4%, 60%, 66,6%, 86,6%. Selon la classification de MC DONALD (1970), l'huile essentielle de *P. graveolens* appartient à la quatrième classe ($60\% < PR \leq 80\%$) donc répulsive.

2.1 Discussion

Notre étude est basée sur l'effet de l'huile essentielle de géranium *P. graveolens* sur les adultes *E. kuehniella* les résultats obtenus montrent que la toxicité varie avec la dose et la durée d'exposition. Après 24 heures, les résultats relatifs étaient à la dose de 2µl une mortalité totale de tous les adultes.

La longévité moyenne d'*E. Kuehniella* traitée avec l'huile essentielle de *P. graveolens* à la dose de 4 µl, enregistrée dès la première heure de mesure, n'est pas assez significative avec une valeur moyenne de 4,66. Il diminue ensuite avec le temps et atteint une durée de vie très courte avec une moyenne de 0,66 après 3 heures de dénombrement, mortalité toutes causes après 6 heures.

La durée de vie d'*E. Kuehniella* traitée par l'huile essentielle de *P. graveolens* à la dose de 6µl est enregistrée dès la première heure de comptage, ce qui est assez faible avec une moyenne de 4%, mais diminue ensuite avec le temps. Une moyenne de 1% se produit après 3 heures ce qui signifie que la sensibilité de ses adultes est moyenne à cette dose.

A la plus forte dose de 8µl d'huile essentielle de *P. graveolens* nous avons enregistré une mortalité totale pour tous les insectes après 3h d'exposition. Ce qui révèle que les adultes d'*E. kuehniella* sont plus sensibles à une forte dose *P. graveolens* ainsi une longévité réduite dans un temps plus court.

Selon MAIZI et LEMITA (2019), les huiles essentielles d'*A. absintium* et de *L. stoechas* appliquée sur les larves de *E. kuehniella* montre que ces deux huiles ont un effet toxique par fumigation. Cependant l'HE de *L. stoechas* s'est montré plus efficace. Le taux de mortalité augmente après 96h d'exposition au traitement. L'activité larvicide des huiles essentielles cause une toxicité enregistrée à la faible concentration. Un taux de 45.45% Résultats 24 contre 12.20% de mortalité a été enregistré à 120 µl/ l air après traitement avec *L. stoechas* et *A. absintium* respectivement. Le pourcentage de mortalité augmente considérablement est affiche un taux de 78.07 % à 500µl/l air après 96 h de traitement avec *A. absintium* enregistrant une CL 50 de 365.2 µl/ l air.

Récemment, il a été rapporté que l'huile essentielle de *A. herba alba* est toxique par fumigation sur les larves de *E. kuehniella* (SEDIRA & RAMDHANI, 2018).

D'après BOUSNOUBRA et BROUK, (2022), les résultats obtenus montrent que les huiles essentielles extraites des feuilles des plantes aromatiques testées, présentent un effet insecticide sur les adultes de *Tribolium castaneum*. L'efficacité de ces bio insecticides, augmentent, en fonction des doses utilisées 10, 15 et 20 µl/ml d'acétone pour l'huile essentielle de *G. Rosat* et 7, 10 et 15µl/ml d'acétone pour l'huile essentielle de *G. zonale*, et le temps d'exposition un taux de mortalité de (48,51± 7,88).Après 4j de traitement avec la plus fort dose 20 µl pour l'huile essentielle de *G. rosat* et un taux de mortalité de (51,85±10,5) après 96 h à la dose 15 µl chez les insectes traités avec l'huile essentielle de *G. zonale*.

KADDER (2018), a trouvé que l'extrait de la plante aromatique pelargonium zonale issu de la région de Mostaganem a un effet larvicide contre les larves de *Tuta absoluta* connue sous le nom de la mineuse de la tomate. Leur expérimentation a révélé que l'extrait aqueux de *P. zonale* peut constituer un moyen de lutte très intéressant car il a enregistré une forte toxicité plus de 80% contre les larves de *T. absoluta*.

Les résultats de MAHFOUF, (2018) montrent que le traitement d'H.E de la plante d'*Origanum vulgare* L'administré par inhalation est efficace à l'égard des insectes adultes d'*E. kuehniella*. Chez les témoins, 100% de mortalité n'est obtenu qu'au 14ème jour, alors

que l'application de le H.E commence à tuer les insectes et la mortalité enregistrer 100% après quelques minutes le 2eme jour et 100% de mortalité.

De même, CHENNI,(2016) a constaté que les populations de *T. castaneum* sont très résistance envers l'huile essentielle de Basilic. De plus les travaux d'Alliche et Boughani (2017) ont remarqué une assez forte résistance du *T. castaneum* à l'huile d'olive même à la forte dose

D'après BOUSNOUBRA et BROUK ,(2022) l'application des huiles essentielles de Géranium rosat et Géranium zonale que nous avons testées par inhalation sur les adultes d'*E. Kuehniella* révèlent un effet très toxique contre ces insectes. Nous avons enregistré un taux de mortalité de 100% après quelques minutes avec une faible dose 2µl. Nos résultats montrent que les insecticides utilisés sont très toxiques à l'égard des adultes d'*E. Kuehniella* par inhalation

Les résultats de MAHFOUF (2018) montrent que le traitement d'essentielle de la plante d'*Organum vulgare* L'administré par inhalation est efficace à l'égard des insectes adultes d'*E. kuehniella*. Chez les témoins, 100% de mortalité n'est obtenu qu'au 14ème jour, alors que l'application de le H.E commence à tuer les insectes et la mortalité enregistrer 100% après quelques minutes le 2^{eme} jour et 100 % de mortalité.

Dans notre étude, nous avons évalué l'effet répulsif de l'huile essentielle *P. graveolens* sur les adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses après une exposition d'une durée de 30 min.

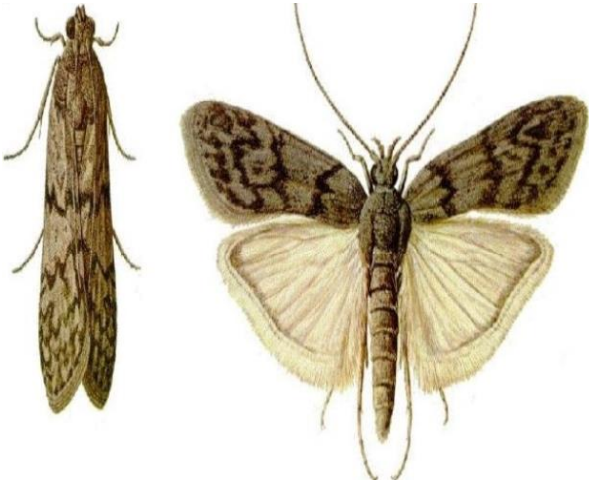
A une dose 8µl, l'huile teste a montré une activité très répulsif variante de 80 % à 100%.nos résultats sont comparer avec ceux trouver par SEDIRA et RAMDANI (2018) qui constatent que l'huile essentielle d'*A.herba alba* testée sur les deux insectes lépidoptères ravageurs des denrées stockées *E.kuehniella* et *P.interpunctella* a montré un effet modérément répulsif. Selon les résultats obtenus, l'huile essentielle d'*A.herba alba* est plus répulsive envers *P.interpunctella*. Et selon (IKBAL et al., 2017) l'huile essentielle de la même plante est déterminée comme très répulsive envers *Tribolium castaneum*.

Des études similaires ont montré l'effet répulsif des huiles essentielles extraites des différentes plantes envers les larves d'*E. kuehniella* et de *P.interpunctella* : *Laurus nobilis*, *Sature jahortensis* et *Zingiber officinale* (MOLLAEI-Maede et al., 2012., ZEKRI, 2016).

La répulsion est un mécanisme de défense exercé par les plantes contre les insectes (JAYAKUMAR et al, 2017b ; ADJOU et al., 2019). L'effet répulsif de certaines huiles végétales a été constaté par de nombreux chercheurs.

C'est ainsi que (ODEYEMIET al., 2008) ont noté un taux de répulsion de 100% de l'huile essentielle de *Mentha longifolia* contre *Sitophilus zeamais*. De même, (AGGARWAL et al., 2005) ont évalué l'activité répulsive du L-menthol et de ses dérivés contre *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* et *Rhyzopertha dominica* qui ont donné des taux de répulsion de 100%, 82%, 78% et 72% respectivement à une concentration de 20 µg/ml.

Les effets répulsifs de ces huiles essentielles pourraient dépendre de leur composition chimique et du niveau de sensibilité de l'insecte (CASIDA, 1995). Dans ce contexte, de nombreux travaux ont été réalisés pour évaluer l'effet de la composition chimique sur l'activité répulsive des huiles essentielles (KO et al., 2009 ; NERIO et al., 2010). Dans la majorité des cas, le pouvoir répulsif a été attribué aux composés majoritaires des huiles essentielles. D'après (OBENG-OFORI & REICHMUTH 1997), l'Eugénol composé majoritaire de l'huile essentielle d'*Ocimum suave* est très répulsif contre quatre espèces de coléoptères : *Sitophilus granarius* (82%), *Sitophilus zeamais* (83%), *Trogoderma granarium* (86%), *Tribolium castaneum* (82%) et *Prostephanus truncatus* (84%).



Conclusion



L'étude réalisée sur l'effet de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* sur les adultes d'*Ephestia kuehniella* par deux modes d'action inhalation et répulsion.

Ainsi pour les réalisées, nous pouvons évaluer la toxicité de l'huile essentielle utilisée sur les adultes d'*E. kuehniella*. Cette toxicité diffère selon les modes d'action réalisée (inhalation), la dose de l'huile essentielle, ainsi la durée d'exposition.

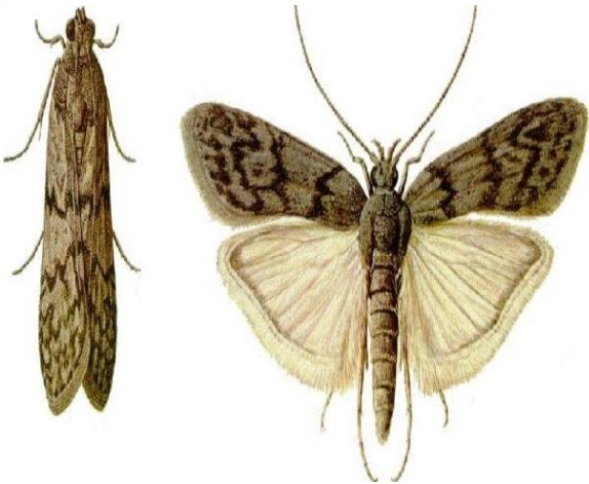
Par l'application du traitement par inhalation, à la plus forte dose de 8µl nous avons enregistré un taux de mortalité totale au bout de 3h d'exposition, ce qui indique que la longévité des individus diminue au fur et à mesure que la dose de l'huile augmente.

Le test de répulsion exprime que l'huile essentielle de *P. graveolens* a une toxicité importante sur les adultes d'*E. kuehniella* en fonction de la durée d'exposition c'est une l'huile répulsive.

Par ailleurs, nous constatons que les calculs de pourcentage de repulsion permet de classer l'huile essentielle *P. graveolens* est répulsive sur les adultes d'*E. kuehniella*.

Les résultats obtenus affirment que l'huile essentielle *Pélargonium graveolens* effectuée sur les adultes d'*E. kuehniella* selon les deux modes d'action inhalation et répulsion exerce un effet bio-insecticide.

Il serait intéressant de pousser notre étude vers de nouveaux tests d'application insecticides, comme par exemple le test par contact, et d'envisager l'emploi d'autres huiles essentielles ayant des propriétés insecticides sur les adultes d'*E. kuehniella* dans le but d'éviter l'usage des produits chimiques nocifs pour l'environnement, et la santé humaine et animale.



Références bibliographiques



1. ABBA N., AOUIMEUR S., GUEZOUL. O., 2015. Criocère des céréales (*Oulema melanopus*). Laboratoire de Bio ressources Sahariennes : Préservation et Valorisation Faculté Sciencede la Nature et de la Vie, Ouargla 30 000 (Algérie).
2. AGOUNKE D. et BELL A., 1994. les règles de l'art : protection des stockées combinant le fractionnement des récoltes et l'application d'insecticides. GTZ, Eschborn, Allemagne, (1) :15-18.
3. AKIF M., MASUYER G., SCHWAGER L., BHUYAN B J., MUGESH G., ISAAC R. E., STURROCK, E. D., ACHARYA, K. R., 2010. Structural characterization of angiotensin converting enzyme in complex with a selenium analogue of captopril. FEBS J., 3644-3645.
4. AKOU-EDI D., 1983. Effects of neem seed powder and oil on *Tribolium confusum* and *Sitophilus zeamais*. Proceedings of the 2nd Neem conference, Rauischolzhausen. pp. 445-452.
5. ALLICHE S., et BOUGHANI D. 2017. Etude de la toxicité de l'huile d'olive de différentes régions de la kabylie à l'égard de quelques ravageurs des denrées stockées. Mémoire de Master en entomologie appliquée à l'agriculture la médecine et la foresteri : université de Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou. (Algérie). P40-45.
6. ANONYME, 2006. La méditerranéenne. L'essence de la vie. 25 P.
7. ANONYME, 2023. Google image.
8. ARORA R., SINGH B., et DHAWAN A.K., 2017. Theory ad Practice of Integrated Pest Management. Scientific Publishers. India, 130p.
9. ATHANASSIOU C G., RANI P U., et KAVALLIERATOS N., 2014. The Use of Plant Extracts for Stored Product Protection. Advances in Plant Biopesticides, 131–147.
10. BALACHOWSKY A., 1972. Blood sucking ticks (Ixodoidea) - Vectors of diseases of man and animals. Mix. Publ. ENT. Soc. Am., 161-376.
11. BARTALI, E.H., AFIE, S., et PERSOONS, E., 1989. Stockage des céréales dans des entrepôts souterrains, Céréales en régions chaudes. AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris, 27- 38.
12. BATAILLE, A., ANTON, M., MOLLAT, F., BOBE, M., BONNEAU, C., CARAMANIAM, M. N., GERAUT, et G., DUPAS, D., 1985. Respiratory allergies among symptomatic bakers and pastry cooks: initial results of a prevalence study. (French). Allergies et immunologie, 27(1), 7-10.

13. BELL A., 1994. Emploi des substances végétales comme produits de protection des stocks contre le capucindugrain et autres ravageurs. GTZ, Eschbom Allemagne. 55p.
14. Bellenot D., et FURET A., 2013. Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une voie en cours d'exploration. Iteipmai., pp 1-3.
15. BENALI, A., 2021. Céréales en Algérie : la FAO prévoit un recul de 38% de la récolte et une hausse des importations, <https://www.algerie eco.com/2021/08/03/cereales-en-algerie- lafao-prevoit-un-ecul-de-la-recolte-et-une-hausse-des-importations/>
16. BERKA-ZOUGALI, B., FERHAT, M.A., HASSANI, A., CHEMAT, F., et ALLAF, K. S., 2012. Comparative Study of Essential Oils Extracted from Algerian *Myrtus communis* L. Leaves Using Microwaves and Hydrodistillation. International Journal of Molecular Sciences. 13(4), 4673–4695.
17. Borteli .L., 1969- Contribution à l'étude du problème des oiseaux granivores en Tunisie Bull.Fac.Agro, 22-23 ,19-153 p.
18. BROUILLET L., F. COURSOL, M. FAVREAU. 2006. VASCAN. The database of Canadian vascular plants. Herbar Marie-Victorin, Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal <http://data.canadensys.net/vascan/about>.
19. CASIDA, J. E. & QUISTAD, G. B. (1995). Pyrethrum flowers: Production, chemistry, toxicology, and uses. International Symposium on Pyrethrum Flowers: Honolulu, Hawaii (USA). 48 : 613-614.
20. CHENNI M. (2016). Etude comparative de la composition chimique et l'activité biologique de l'huiles essentielles du feuillage du basilic ocimum basilium l'extraite par hydro-distillation. These Du Doctorat En Sciences : Université d'Ahmed Ben Bella. Oran. (Alger). 135p .
21. CLEMENT-GRANDCOURT., PRAT., 1970- Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2^{ème} Ed, 351-360 p.
22. COORDINATION D'AFRIQUE VERTE BURKINA FASO., 2004. Module De Formation Sur Les Techniques De Stockage Et De Conservation Des Céréales. 1^{ère} édition.
23. DJERMOUN A., 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Revue Nature et Technologie (1) ,45-55.
24. DJERMOUN, A., 2009, La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, Ingénieure Département d'Agronomie, Université de Hassiba Benbouali de Chlef.
25. DUBIEF, P., 2020. Des chiffres et des céréales. paris.

26. F. TAIBI, G. SMAGGHE, L. AMRANI and SOLTANI-MAZOUNI N. Effect of ecdysone agonist RH-0345 on reproduction of mealworm, *Tenebrio molitor*. Comparative biochemistry and Physiology Part, 135 (2003) 257-267
27. FAO, 2022, <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>
28. FLEURAT -LESSARD F., 1982 : Les insectes et les acariens. Ed. Lavoisier, Paris, Vol I : 394-436.
29. GATE P.1995. Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, 351p.
30. GOLMOHAMMADI, M., BORGHEI, A., ZENOUI, A., ASHRAFI, N., TAHERZADEH, M. J. 2018. Optimization of Essential Oil Extraction from Orange Peels Using Steam Explosion. *Heliyon*4 (11), 893p.
31. HAMI, M., TAIBI, F., SOLTANI-MAZOUNI, N., 2005. Toxicité Comparée de quelques Mimétiques de l'hormone de Mue à l'égard des Chrysalides d'*Ephesia kuehnielle*, Euro mediterranean workshop on animal Ecology, 22-24.
32. HIKAL, W. M., BAESHEN, R. S., SAID-AL AHL, H. A. H., 2017. Botanical Insecticide as Simple Extractives for Pest Control. *Cogent Biology*, 3(1):325p.
33. ISMAN, M.B., 2005. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Revue of Entomology*, 51, 45-66.
34. JACQUEMIN.G., MAHIEU. A., BERGER .A., VANCUTSEM. F., DE PROFT .M., 2009 - Cécidomy orange du blé : des variétés résistantes. In : De Proft M. (Eds). Céréale. F.U.S.A.Gx et CRA-W, Gembleux, 1-14 p.
35. JODOIN, N., 2019. L'utilisation des céréales de 1983 à 2028. <https://jeanneemard.wordpress.com/2019/08/22/lutilisation-des-cereales-de-1983a2028/#:~:text=la%20part%20des%20autres%20utilisations,niveau%20de%202019%20%C3%A0%202028.>
36. KEDDAR M. (2018). Compositions chimique activité antibactériennes, antioxydants des huiles essentielles de quelque *Daucus*. MEMOIRE Présenté pour obtenir le diplôme de MASTER EN CHIMIE : UNIVERSITE ABOUBAKER BELKAIED (Algérie). P16 - 20.
37. KIM, S., C. PARK, M. OHH, H. CHO AND Y. AHN., 2003. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Stored Product Research*, 29(4), 11-19.

38. LEE B-H., LEE S-E., ANNIS P.C., PRATT S-J., PARK B-S., TUMAALII F., 2002. Fumigant toxicity of essential oils and monoterpenes against the red floor beetle, *Tribolium castenum* Herbst .J. Asia -Pac. Entomol 5, 237-240.
39. MAHFOUF N. (2018). Étude de l'espèce *Origanum vulgare* L. Thèse Du Doctorat En Écotoxicologie, Environnement et Santé : UNIVERSITÉ CHADLI BENJEDID – EL TARF (ALGERIE). P51-54.
40. MAIZI.S. et .LEMITA.H., 2019 Activité antifongique et insecticide des huiles essentielles de deux plante aromatique sur la pyrale de la farine *Ephestia kuehniella* . Mémoire d'ingénieur. Université Larbi Tebessa-Tebessa. 23p.28p.
41. MC DOUNALD L, GYR, H. & SPEIRE R.D. 1970. Preliminary evaluation of new condiolate materials.
42. MOHAMED A., 2014. Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie .État des lieux et perspectives. Mémoire de fin d'étude. Institut Agronomiques Méditerranéen de Montpellier. 11p.
43. MOLLAEI M, IZADI H , DASHTI H , AZIZI M AND RANJBAR K.R .2012 Bioactivity of Essential Oil from *Zingiber officinale* (Zingiberaceae) Against Three Stored-Product Insect Species Journal of Essential Oil Bearing Plants 15 (1) 2012 pp 122 – 133.
44. MOSSA, A., 2016. Green Pesticides : Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. Journal of Environmental Science and Technology, 9(5), 354-378.
45. MOULE.C., 1971 - Phytotechnie spéciale II céréales. Ed. La maison rustique –Paris, 94 p.
46. N. BENAYAD.(2008) Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines. Moyen efficace contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche, faculté des sciences de Rebat.
47. NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (NCBI), 2018.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/taxonomyhome.html/>. Consulté le 16/04/2023.
48. NGAMO L.S.T., 2001 : Deuxième rapport annuel (2000-2001). Grand programme de recherche universitaire. Développement et valorisation des ressources animales et végétales. Protection intégrée des denrées stockées. Université de N'Gaoundéré 15p.
49. NGAMO TINKEU L.S., NGASSOUM M-B., JIROVETZ L., OUSMAN A., NUKENINE E.C. and MUKALA O ., 2001 : Protection of stored maize against

- Sitophiluszeamais (Motsch.) By use of essential oils ofspices from Cameroon .Medlinden Faculteit Landbouw Universiteit Gent, 66/2a:473-478.
50. NGAMO, L. S. T., HANCE, T. H., 2007. Diversité Des Ravageurs Des Denrées Et Méthodes Alternatives De Lutte En Milieu Tropical. Tropicultura. 25(4), 215-220.
51. PRESCOTT.J. M., BURNETT, P.A., SAARI, E.E., RANSOM, J., DE MILIOANO, W., SINGH, R.P., BEKELE G., 1987 - Maladies et ravageurs du blé : guide d'identification au champ. CIMMYT. Mexico ,133 p
52. RAJASHEKAR, Y., BAKTHAVATSALAM, N., & SHIVANANDAPPA, T., 2012. Botanicals as Grain Protectants. Psyche: A Journal of Entomology, 1–13.
53. RANJITHA, J., VIJIYALAKSHMI, S., 2014. Facile methods for the extraction of essential oil from the plant species – a review. International journal of Pharmaceutical sciences and research, 5(4), 1107-15.
54. ROY.M., LANGEVIN.F., LEGARE J. PH., DUVAL B., 2008 - la cécidomyie orangée du blé Sitodiplosis mosellana Gehin (Diptera : Cecidomyiidae). Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ, 6 p.
55. SAROUKOLAI, A. T., GANBALANI, N. G., DASTJERDI, H. R., HADIAN, J., 2014. Antifeedant Activity and Toxicity of Some PlantEssential Oils to Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Plant Protection Science.50(4), 207-216.
56. SARWAR M.H., SARWAR, M. F., SARWAR, M., QADRI, N. A., MOGHAL, S., 2013. The importance of cereals (Poaceae: Gramineae) nutrition in humanhealth: A review. Journal of cereals and oilseeds, 4(3): 32-35
57. SEDIRA F, RAMDHANI L, 2018. Activité répulsive et larvicide de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba sur Plodia interpunctella et Ephestia kuehniella, deux espèces ravageuses des denrées stockées. Diplôme de master.
58. SENDI, J., J., EBADOLLAHI, A., 2013. Biological Activities of Essential Oils on Insects. In : Govil J., N., & Bhattacharya, S. Recent Progress in Medicinal Plants (RPMP) : Essential Oils–II. Studium Press LLC .India, 138p.
59. SHAAYA, E., KOSJUKOVSKI, M., ELBEGRG, J., SAKPRA KARN, C., 1997. Plantes oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored product insects. Journal of Stored Products Research, 33(1), 7-15.
60. SOLTNER.D., 2005 - Les grandes productions végétales, 20ème édition, collection dès Les grandes productions végétales, 20ème édition, collection des sciences et techniques agricoles, 245p.

61. TIMOTHY D., 2009. Effects of crowding on the loss in weight of sorghum flour and the survival and development of adult confused flour beetle, *Tribolium Confusum* in sorghum flour. *New York Sci. J.*2(7), 56-61.
62. TONGNUANCHAN, P., BENJAKUL, S., 2014. Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. *Journal of Food Science.* 79(7) :1231–1249.
63. TRIPATHI, A., K., UPADHYAY, S., BHUIYAN, M., BHATTACHARYA, P. R., 2009. A Review on Prospects of Essential Oils as Biopesticide in Insect-Pest Management. *Journal of Pharmacognosy and Phototherapy.* 1(5) : 52-63.
64. WAWRZYNIAK, M., 1996. The Effect of Selected Plant Extracts on the Cabbage Butterfly, *Pieris Brassicae* L. (Lepidoptera). *Polish Journal of Entomology.* 65(7), 93–99.
65. Yahiaoui.D., Bekri.N., 2014 - Etude des méthodes de lutttes contre le ver blanc des céréales (*Geotrogus deserticola* blanch) dans la région d’oran. *Station Régionale de la Protection des Végétaux Misserghin – Oran – Algérie*, 8 p.
66. 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), (Mémoire de Master), Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université des Frères Mentouri Constantine.

Résumé

Ephestia kuehniella est un ravageur des denrées stockées dont l'insecte attaque essentiellement le blé (semoule). Afin de mieux lutter contre ce prédateur, l'huile essentielle de géranium *Pélargonium graveolens* est testée selon différents paramètres, par inhalation et par répulsion sur l'adulte de *E kuehniella* à différentes doses. Les résultats obtenus pour le test d'inhalation, à la plus faible dose 2 µl, nous avons enregistré un taux de mortalité au bout de 6 h et une mortalité totale au bout de 24 h. À la plus forte dose 8 µl, une mortalité totale a été enregistrée au bout de 3 h d'exposition. L'huile essentielle de *Pélargonium graveolens* a un effet répulsif sur les adultes d'*Ephestia kuehniella* avec une moyenne de 66,65%. Ainsi cette huile exerce un effet biocide sur les adultes *E kuehniella*.

Mots clé : *Triticum durum*, *Pelargonium graveolens*, huile essentielle, biocide, mortalité, longévité, inhalation, répulsion.

Abstract

Ephestia kuehniella is a stored food pest whose insect mainly attacks semolina wheat. In order to better fight against this predator, the essential oil of geranium *pèlargonium graveolens* is tested according to different parameters by inhalation and by repulsion of *ephestia kuehniella* at different doses. The results obtained for the inhalation test at the lowest dose 2 µl and we recorded a mortality rate. After 6 hours' total mortality was recorded after 3 hours of exposition. The essential oil of *pèlargonium graveolens* has a repulsive effect on the adults of *ephestia kuehniella* with an average of 66,65% per cent. Thus, this oil exerts a biocidal effect on *ephestia kuehniella*.

Keywords : *Triticum durum*, *Pelargonium graveolens*, essential oil, biocide, mortality, inhalation, repulsion, longevity.