

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master académique en biologie

Spécialité : Biologie et contrôle des populations d'insectes.

Thème

Evaluation de l'effet bio-insecticide de deux huiles essentielles : *Pistacia lentiscus* (L). et *Ocimum basilicum* (L). sur *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae) insecte ravageur des denrées stockées.

Présenté par :

Melle KEDJEM Inès.

Melle TAHARBOUCHT Dyhia.

Devant le jury

Présidente : Mme AOUAR Malika

Professeur

Promotrice : Mme AIT AIDER Farida

Maitre de conférences classe B.

Examinatrice : Melle KHELOUL Lynda

Docteur .

Promotion 2020/2021

REMERCIEMENTS



Avant toutes chose nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir accordé la force, la volonté, le courage, la patience et les moyens afin de pouvoir réaliser ce travail.

Nous adressons tout d'abord nos sincères remerciements à Mme. AOUAR M, professeur à la faculté des sciences Biologiques et Agronomiques de l'UMMTO, d'avoir accepté de présider le jury.

Un grand merci à Melle. KHELOUL L, Docteur à la faculté des sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'UMMTO pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce travail.

On tient à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur Mme. AIT AIDER F, Maitre de conférence à la faculté des sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'UMMTO, pour son encadrement exemplaire, pour sa sympathie et sa grande disponibilité, nous lui sommes très reconnaissantes pour ses précieux conseils.

MERCI

A Mr. KELLOUCHE A, professeur à la faculté des sciences Biologiques et des sciences

Agronomiques de l'UMMTO, ainsi que tous les membres du laboratoire Entomologie 2 de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

A toutes les personnes qui nous ont aidé, conseillé et orienté de près ou de loin.

DEDICACES



Je dédie ce modeste travail

A mon très cher père, tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A ma très chère mère, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à terminer mes études.

A mon grand frère et sa femme,

Ma grande sœur et son mari, ainsi que mes joyaux neveux.

A ma cousine et ma meilleure amie.

Puisse Dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Inès

DEDICACES



Je dédie ce modeste travail

A cet homme courageux, généreux et merveilleux ; mon idole, mon père, qui été un vrai moteur d'encouragement. Tous les mots de remerciements ne seraient suffisants PAPA.

A la femme qui m'a mise au monde, Celle qui m'a donné la joie de vivre et m'a offert l'amour et l'affection, à celle qui m'a accompagné nuit et jour depuis mes premiers pas, à mon adorable maman, puisse-t-elle trouver dans ce travail l'expression de mon grand amour et ma plus profonde gratitude.

A mes sœurs et à mon frère que j'aime tant.

A ma meilleure copine, ma dopamine.

Que Dieu vous accorde santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Dyhia

Liste des abréviations

ANOVA	Analyse de la variance
SCE	Somme des carrés des écarts
DDL	Degrés de liberté
C.M.	Carré moyen
TEST F	Test de Fisher
PROBA	Probabilité
E.T.	Ecart-type
C.V.	Coefficient de variation

Figure 1: Matériels de laboratoire: (A) Etuve, (B) Loupe binoculaire, (C) Balance de précision, (D) Micropipette et papier filtre, (E) Boites de Pétri, (F) Flacon en plastique, (G) Tamis, (H) Bassine et autres.	5
Figure 2: Œufs de <i>T. confusum</i> enrobés de particules de farine (Gx40)	6
Figure 3: Larve de <i>T. confusum</i> (Gx40)	7
Figure 4: Nymphe de <i>T. confusum</i> (Gx40)	8
Figure 5 : Adulte de <i>T. confusum</i> (Gx40)	8
Figure 6 : Dégâts causés par <i>Tribolium confusum</i>	9
Figure 7: Huile essentielle du lentisque pistachier (à gauche) et l'huile essentielle du basilic tropical (à droite)	11
Figure 8: Arbuste du lentisque pistachier	13
Figure 9: Plante aromatique du basilic tropical	16
Figure 10: Les substrats: (A) Semoule complète de blé dur (B) Farine (C) Frik.	17
Figure 11 : Elevage de masse de <i>T. confusum</i>	18
Figure 12 : Dispositif expérimental pour l'étude du cycle biologique de <i>T. confusum</i>	19
Figure 13 : Tests par inhalation	20

Tableau 1: Durée du cycle de développement de <i>T.confusum</i> (en jours) sur deux substrats alimentaires.....	23
Tableau 2: Résultats des taux de mortalité (%) des larves de <i>T. confusum</i> âgées de 15 jours exposées aux huiles essentielles <i>P. lentiscus</i> et <i>O. basilicum</i> par inhalation.	24
Tableau 3 : Résultats des taux de mortalité (%) des larves de <i>T. confusum</i> âgées de 15 jours exposées aux huiles essentielles <i>P. lentiscus</i> et <i>O. basilicum</i> par inhalation	24
Tableau 4: L'analyse de la variance à trois critères de classification.	25
Tableau 5: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose à l'égard des larves de <i>T.confusum</i>	25
Tableau 6: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition à l'égard des larves de <i>T.confusum</i>	25
Tableau 7: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle à l'égard des larves de <i>T.confusum</i>	26
Tableau 8: Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification.	27
Tableau 9: Résultats du test de Newman et Keuls à l'égard des adultes de <i>T.confusum</i>	27
Tableau 10: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition à l'égard des adultes de <i>T.confusum</i>	28
Tableau 11: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentiels à l'égard des adultes de <i>T.confusum</i>	28
Tableau 12: Résultats de l'analyse de la variance à quatre critères de classification.	29
Tableau 13: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose.....	30
Tableau 14: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition. ...	30
Tableau 15: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle.	30
Tableau 16: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur stade de développement.	31

Introduction 1

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Matériels 4

1.1. Matériel de laboratoire 4

1.2 Matériel animal *Tribolium confusum* 5

1.2.1 Classification 5

1.2.2 Répartition géographique 6

1.2.3 Description 6

1.2.4 Biologie 9

1.2.5 Dégâts causés par le *Tribolim confusum* 9

1.3 Matériel végétal 10

1.3.1 Les huiles essentielles 10

1.3.1.1 Composition chimique 10

1.3.1.2 Les huiles essentielles testées 11

1.3.1.2.1 Lentisque pistachier (*Pistacia lentiscus* L.)..... 12

1.3.1.2.2 Basilic tropical (*Ocimum basilicum* L.)..... 15

1.3.2 Les substrats utilisés 17

2. Méthodes 18

2.1 Elevage de masse de *T. confusum* 18

2.2 Etude du cycle biologique 18

2.3 Test d'inhalation 19

3. Analyses statistiques..... 21

Chapitre II : Résultats et discussion

I. RESULTATS 22

1. Le cycle de développement de *T. confusum* sur deux substrats alimentaires 22

2. Résultats des tests de toxicité par inhalation 23

2.1 Tests de toxicité par inhalation sur les larves âgées de 15 jours de *T. confusum* 23

2.2 Tests de toxicité par inhalation sur les adultes de *T. confusum* 26

2.3. Tests de toxicité par inhalation sur les larves et les adultes de *T. confusum* 28

II. DISCUSSION 31

Conclusion 35

Références bibliographiques.

Les céréales et leurs dérivés constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement. Les pays importateurs et exportateurs de céréales dépendent les uns des autres et ont intérêt à garantir l'approvisionnement de cette denrée alimentaire et à maintenir des prix stables au niveau mondial (Djermoun, 2009).

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009). Cette constance du modèle de consommation dominant s'explique par les traditions alimentaires et les habitudes de consommation (Anonyme, 2006). Elle englobe des activités de production et des activités de transformation en semoulerie, en boulangerie dans l'industrie agro-alimentaire (Mohamed A, 2014). N'empêche, la production céréalière en Algérie ne couvre plus les besoins de la population depuis 1970 (Smadhi et Zella, 2009).

Le stockage des denrées alimentaires est un processus intérim et répétitif durant le transit du produit agricole des producteurs vers les transformateurs et enfin vers le consommateur. Il permet de maintenir un approvisionnement constant durant toute l'année tout en préservant la qualité de la denrée (Thamaga-Chitja et *al.*, 2004). En revanche, les récoltes conservées en général dans des conditions inadéquates, sont attaquées par des moisissures, des insectes et des rongeurs (Foua-Bi, 1989). De ce fait, des pertes pouvant dépassées 35% sont enregistrées ces dernières années selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (O.A.I.C.) (Ahmad, 2016).

Les insectes granivores qui se développent dans les denrées stockées constituent un problème universel, plusieurs d'entre eux sont devenus cosmopolites par les échanges commerciaux et la distribution des produits agricoles ont contribué à l'accentuation de ce problème (Steffan, 1963; Golebiowska, 1969). Les insectes et principalement certains genres de coléoptères s'attaquent aux grains. Si aucune protection n'est faite, après sept mois de stockage, la perte des denrées peut être totale (Ngamo et Hance, 2007). Les insectes des denrées stockées se classent en insectes ravageurs primaires qui sont capables de casser l'enveloppe dure des grains, et en insectes ravageurs secondaires qui s'attaquent uniquement aux grains endommagés et farine (Lee et *al.*, 2002). Le *Tribolium confusum* est l'un des principaux insectes présents dans les grains de céréales et dérivés. Cet insecte infeste surtout les moulins, les silos, et entrepôt de stockage, en s'alimentant et en contaminant les denrées par leurs excréments, les mues, les cadavres, ainsi que les

composés volatils émis, responsables de la mauvaise odeur des denrées infestées (Timofhy, 2009).

Les méthodes utilisées pour limiter les pertes dans les stocks sont généralement les insecticides chimiques qui peuvent induire à une intoxication chronique des consommateurs, une résistance chez les ravageurs et avoir un impact négatif sur l'environnement (Attia et Frecker, 1984 ; Georghion, 1990 ; Metcalf, 1994 ; Marion-Poll et al., 2002 ; Papachristos et Stamopoulos, 2002). Pour réussir une protection efficace des denrées au cours du stockage, il faut trouver une alternative qui n'engendre pas de problèmes de santé ou toute nuisance aux consommateurs et à l'environnement (Ngamo et Hance, 2007).

Ces différentes propositions nécessitent d'explorer des solutions techniques alternatives comme le développement des nouvelles molécules d'origine végétales en tant que biopesticides dans la protection des grains stockés qui a fait l'objet de nombreux travaux notamment en zone tropicale (Foua-Bi, 1993; Seck, 1996; Regnault-Roger et al., 2008 ; Gueye et al., 2011 ; Konno, 2011; Reymond et al., 2011; Aba Toumou et al., 2012).

Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides d'origine botaniques les plus efficaces, et leurs huiles essentielles constituent une source riche de produits chimiques bioactifs. Les biopesticides à base des huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides (Isman, 2000).

L'activité des huiles essentielles décrites sur les insectes est variée : 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 ...etc (Bellenot et Furet, 2013).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude qui a pour but d'étudier en premier lieu la biologie de *Tribolium confusum* sur deux substrats alimentaires à savoir : la semoule complète de blé dur et le frik (grains de blé dur concassés).

En deuxième lieu, nous avons évalué les potentialités bio-insecticides des huiles essentielles de deux plantes : lentisque pistachier (*Pistacia lentiscus*) et le basilic tropical (*Ocimum basilicum*) sur les adultes et les larves de *T. confusum*.

Pour cela nous avons adapté le plan suivant :

- Introduction
- La première partie consiste en la présentation du ravageur étudié, des huiles essentielles testées ainsi que du protocole expérimental adopté.
- Dans la deuxième partie, nous regroupons les résultats obtenus et leur discussion. Enfin notre travail est clôturé par une conclusion accompagnée de quelques recommandations et perspectives.

1. Matériels

1.1 Matériel de laboratoire

Pour la réalisation de notre travail expérimental, plusieurs outils en sont nécessaires :

- Une étuve dans laquelle sont réalisés les différents essais. Elle est réglée aux conditions optimales de développement de *T. confusum* (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 de différentes dimensions 8,5cm de diamètre et 1,5 cm d'hauteur ; d'autres de 5,2 cm de diamètre sur 1,2 de hauteur.
- Des flacons en plastique pour les tests par inhalation.
- Une micropipette pour pipeter les huiles essentielles.
- Un tamis pour la récupération des œufs de *T. confusum* dans les élevages de masse.
- Une balance de précision pour la pesée des substrats à affichage électronique.
- Du papier filtre pour les tests par inhalation.
- D'autres outils de manipulation (pinces, bassine, pèle, scotch, ciseaux...) ont été également utilisés (Figure 1).

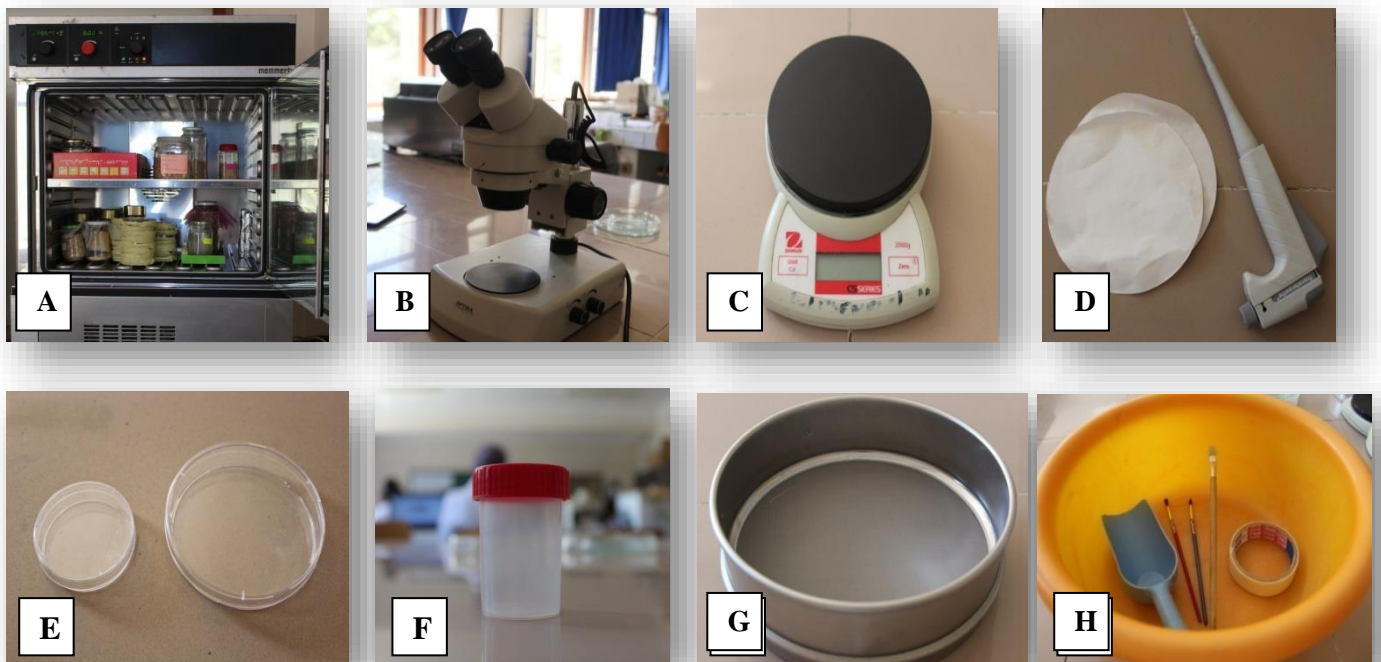


Figure 1: Matériels de laboratoire: (A) Etuve, (B) Loupe binoculaire, (C) Balance à affichage électronique, (D) Micropipette et papier filtre, (E) Boîtes de Pétri, (F) Flacon en plastique, (G) Tamis, (H) Bassine et autres (Originale, 2021).

1.2 Matériel animal : *Tribolium confusum* (Tribolium brun de la farine)

La souche d'origine de *T. confusum* provient du laboratoire d'Entomologie 2 de la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

1.2.1 Classification

Selon **Gretia (2009)**, la classification de *T. confusum* est la suivante :

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Classe** : Insecta
- **Ordre** : Coleoptera
- **Sous-ordre** : Polyphaga
- **Famille** : Tenebrionidae
- **Genre** : *Tribolium*
- **Espèce** : *Tribolium confusum*

Les Tenebrionidae constituent l'une des plus vastes familles des Coléoptères (plus de 15000 espèces décrites) (Delobel et Tran, 1973).

Le tribolium est un ravageur secondaire capable de s'attaquer aux grains à partir des ouvertures causées par les ravageurs primaires servant de voies d'accès (Benazzeddine, 2010).

1.2.2 Répartition géographique

T. confusum est une espèce cosmopolite, très vaste dans le monde (Lepesme, 1944). Ce type de coléoptère est présent en Afrique, causant de graves dommages aux céréales, en particulier en Égypte (Delobel et Tran, 1993). Il est rencontré également dans toutes les régions tropicales du monde, ce qui affecte beaucoup les cultures agricoles telles que l'arachide, mil, maïs, blé, etc., où les larves et les adultes se développent et se reproduisent rapidement et réduisent la qualité du produit (Mallamaire, 1965).

1.2.3 Description des différents Andes et développement de *T. confusum*

Œuf : Il est oblong et blanchâtre, presque transparent, sa surface lisse est recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée (LEPESME, 1944). Les œufs sont pondus individuellement et dispersés dans la farine, mais peuvent être fixés sur la face interne d'un récipient (Good, 1933) (Figure 2).



Figure 2: Œufs de *T. confusum* enrobés de particules de farine (Gx40) (Originale, 2021).

Larve : Elle est très allongée, de forme cylindrique et presque glabre. Elle possède une paire de prolongement abdominaux appelés urogomphes et trois paires de pattes, leur corps est couvert de nombreuses soies (Fleurat-Lessard, 1982). Elle est étroite, mobile et de couleur blanche à jaune- brun. Le nombre de stades larvaires varie de 7 à 8 (Delobel et Tran, 1993) (Figure 3).



Figure 3: Larve de *T. confusum*(Gx40) (Originale, 2021).

Nymphe : La nymphe est immobile et mesure environ 3,6 -4,6 mm de long. Les pattes, les pointes des mandibules et les urogomphes prennent une couleur brun foncé, lorsque les pupes sont presque matures (Ho, 1969).

Selon LEPESME (1944), la nymphe femelle possède à la face ventrale, au-dessus de la paire d'urogomphes à extrémité très aiguë et brun foncée, deux petites cornes qui, chez le mâle, se réduisent à une légère protubérance déprimée (Figure 4).



Figure 4 : Nympe de *T. confusum* (Gx40) (Originale, 2021)

Imago : La nympe subit une mue imaginale et donne naissance à un imago. A son émergence, l'imago est de couleur brun clair, la pigmentation du corps augmente rapidement au cours des premières 24h (Soliman, 1987).

T. confusum est une espèce de couleur brun-rouge mesurant moins de 4 mm, à intervalles des élytres nettement peu carénés, non costiformes ventralement. L'espace interoculaire est très large de 2,5 mm la largeur de l'œil, le canthus des joues très saillant au-dessus des yeux, la ponctuation du pronotum fine est espacée, non réticulée latéralement (Calmont et Soldati, 2008). Les antennes sont moniliformes avec les 3 derniers articles élargis (Balachowsky, 1962) (Figure 5).

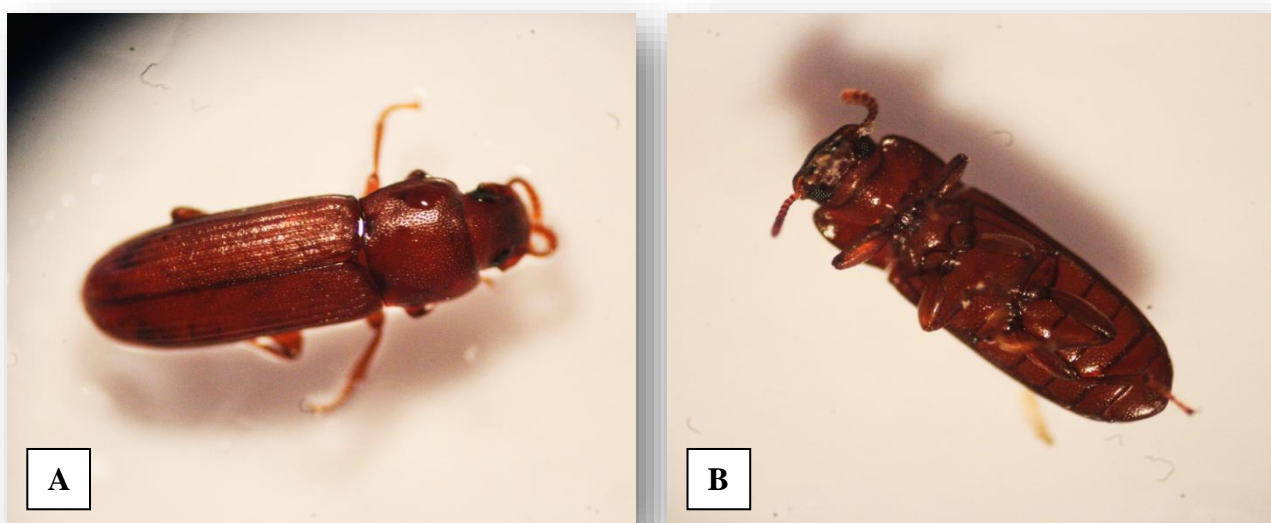


Figure 5 : Adulte de *T. confusum* (A : Face dorsale ; B : Face ventrale) (Gx40) (Originale, 2021).

1.2.4 Biologie

Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des imagos et dure de 3 à 15 minutes. Chez *T. confusum* l'échelonnement des pontes est conditionné par plusieurs copulations (Steffan in Scotti, 1978). Les femelles pondent en moyenne environ 450 œufs chacune. Les petits œufs blancs sont déposés séparément dans la farine ou autres matières alimentaires dans lesquelles vivent les adultes. Les jeunes larves, passent par 5 à 12 stades larvaires selon des conditions de température et d'humidité. La larve circule librement dans la denrée infestée où elle se nymphose. L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose à 32,5°C et une humidité relative de 70 %. La durée du cycle de développement est de 24 à 26 jours, son optimum thermique se situe entre 32°C et 35°C, son développement s'arrête au-dessous de 22°C. Il résiste aux basses hygrométries (Steffan in Scotti, 1978).

1.2.5 Dégâts causés par *Tribolium confusum*

Les denrées contaminées prennent une odeur désagréable et une coloration rosâtre qui proviennent des quinones secrétées par les glandes abdominales des adultes (Lis et *al.*, 2011). Les adultes sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures. Ils attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons où parachèvent leurs dégâts (Steffan in Scotti, 1978) (Figure 6).



Figure 6 : Dégâts causés par *Tribolium confusum* (Originale, 2021).

1.3 Matériel végétal

1.3.1 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des produits naturels, concentrés de principes actifs des plantes aromatiques (Bruntone, 1993). Ce sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur et de saveurs couramment fortes, extraites à partir des différentes parties des plantes aromatiques, par plusieurs méthodes d'extraction (hydrodistillation, enfleurage, par solvant...) (Belaiche, 1979). 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).

1.3.1.1 Composition chimique

La composition chimique des huiles essentielles est généralement très compliquée d'un double point de vue, à la fois par le nombre élevé de constituants présents et par la diversité importante de leurs structures (Saheb, 2007). Les principales familles des produits naturels qui se trouvent comme constituants chimiques des huiles essentielles appartiennent de façon quasi exclusive à deux groupes de composés odorants. Il s'agit des terpènes d'une part, et qui sont prépondérants dans la plupart des essences, et d'autres part des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Bruntone, 1993).

- Les composés terpéniques

Ce sont des produits naturels issus d'une voie métabolique secondaire. Ils sont formés de l'assemblage d'un nombre entier d'unités pentacarbonés en (C₅) n ramifiés dérivées du 2 méthylbutadiène (Endrias, 2006).

Les terpènes sont constitués exclusivement de carbone et d'hydrogène. Ce sont les principaux constituants des huiles essentielles. On distingue :

- Les monoterpènes à dix carbones ;
- Les sesquiterpènes à quinze carbones ;
- Les diterpènes à vingt carbones (Georgetti et *al.*, 2003).

- Composés phénoliques

Les composés aromatiques sont beaucoup moins fréquents que les terpènes. Ils sont dérivés de phényl-propane (C6-C3), caractérisés par un noyau aromatique est couplé à une chaîne de trois carbones (Couderc, 2001).

- Composés d'origines diverses

Lors de la préparation des huiles essentielles, certains composés aliphatiques, de faible masse moléculaire, sont entraînés lors de l'hydrodistillation (carbures, acides, alcools, aldéhydes, esters...) (Couderc, 2001).

1.3.1.2 Les huiles essentielles testées

Nous avons testé deux huiles essentielles provenant de France, qui sont issues de plantes aromatiques qui appartiennent : l'une à la famille des Lamiacées (huile essentielle d'*Ocimum basilicum*), l'autre à la famille des Anacardiacees (huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.*) (Figure 7).



Figure 7: Huile essentielle du lentisque pistachier (à gauche) et l'huile essentielle du basilic tropical (à droite) (Originale, 2021).

1.3.1.2.1 Lentisque pistachier (*Pistacia lentiscus* L.)

L'huile essentielle de lentisque est une huile extraite à partir des feuilles de *Pistacia lentiscus*. En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* (Quézel et Santa, 1962).

- **Systematique**

Selon (Guignard et Dupont, 2004) *Pistacia lentiscus* est classé comme suit :

- **Embranchement** : Spermatophytes
- **Sous-embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones Vraies Supérieures
- **Sous-classe** : Rosidées
- **Ordre** : Sapindales
- **Famille** : Anacardiaceae
- **Genre** : *Pistacia*
- **Espèce** : *Pistacia lentiscus*

- **Description botanique**

Le pistachier lentisque est un arbrisseau vivace de trois mètres de hauteur, ramifié, à odeur de résine fortement âcre, aux feuilles persistantes épaisses, luisantes, vert foncé, portant de courtes grappes auxiliaires de petits fruits qui deviennent noirs à la maturité. La floraison a lieu entre avril et juin et la fructification entre octobre et novembre (Boughrara-Merzougui, 2015). La fleur est unisexuée et sans pétales. Elle est verte ou rougeâtre. Les fleurs mâles sont munies d'un calice à 5 lobes, 3-5 étamines courtes et de grandes anthères. Les fleurs femelles sont munies d'un calice à 3-4 lobes, ovaire sphérique et style court (Bartels, 1998) (Figure 8).

De sa résine est extraite une huile essentielle riche en monoterpènes en quantité majoritaire, des monoterpénols et des sesquiterpènes en quantité moyenne, et des esters terpéniques en faible quantité (Baudoux, 2003).



Figure 8 : Arbuste du lentisque pistachier (Originale, 2021).

- **Répartition géographique**

P. lentiscus est un arbrisseau dioïque thermophile d'origine méditerranéenne, qui pousse à l'état sauvage dans tout type de sols, subhumide et semi-aride en préférant les terrains siliceux pauvres en potassium et en phosphore (Djerrou, 2011).

En Algérie, le lentisque est fort commun dans les maquis littoraux, les forêts et les broussailles (Quezel et santa, 1963 ; Grimes et *al.*, 2003). Il est largement distribué dans le Tell, où on le trouve en association avec *Pinus halepensis*, *Quercus suber* et *Quercus ilex* participant ainsi à la strate arbustive de ces formations forestières dans le bassin de la Soummam et les zone semi-aride (Anonyme, 1965 in Belhadj, 2007). Sa limite méridionale se situe aux environs de Saida, sa présence au sud de l'atlas saharien n'est pas signalée (Ait Said, 2011).

- **Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle du pistachier lentisque**

- Terpinene-4ol (6,43%)
- Monoterpènes: myrcène
- (20,16%) alpha-pinène
- (17,67%) limonène
- (15,91%) gamma-terpinène
- (4,30 %) beta-pinene (2,47%)

- **Propriétés et utilisations**

- ✚ Le bois particulièrement dur de cet arbuste est utilisé en menuiserie et en ébénisterie mais il sert également comme bois de chauffage (Bonnier et Douin, 1934). Ses cendres ont également été utilisées comme savon (Rivera-Nuñez et Obõn De Castro, 1991).
- ✚ La résine a été utilisée en Europe, au début du siècle, en médecine (comme anti-diarrhéique pour les enfants, comme antiscorbutique ainsi que sous forme de cataplasme ou pour faire des fumigations), en dentisterie (pour l'occlusion des dents cariées) et pour la fabrication de vernis et de colles (Dorvault, 1928). En Afrique du Nord (Maroc), cette résine servait de parfum. En Orient, la résine est traditionnellement utilisée comme masticatoire parfumé pour protéger les gencives et rafraîchir l'haleine. Cette résine est connue par son effet analgésique, antibactérien, antifongique, antioxydant, antithérogénique, expectorant, stimulant, diurétique et spasmolytique (Abdel Rahman et Soad, 1975; Magiatis et *al.*, 1999; Dedoussis et *al.*, 2004).
- ✚ De ce mastic, après distillation est récupérée une essence qui entre dans la confection de parfums et de produits cosmétologiques (Helmi, 2004; Brousse, 2005). Par conséquent, cliniquement, le mastic est souvent cité comme un remède efficace contre certaines maladies telles que l'asthme, diarrhée, infections bactériennes (Baytop, 1984; Huwez et Al-Habbal, 1986; Ait-Said et *al.*, 1986; Tuzlaci et *al.*, 2001; Marone et *al.*, 2001).
- ✚ De son amande est extraite une huile qui autrefois était couramment utilisée pour l'alimentation, l'éclairage et elle entrait aussi dans la confection du savon (Anonyme, 2004).
- ✚ La décoction des racines séchées est efficace contre l'inflammation intestinale et d'estomac ainsi que dans le traitement de l'ulcère (Ouelmouhoub, 2005).
- ✚ Des feuilles, des rameaux et des fruits est extraite une huile essentielle qui est utilisée en aromathérapie et phytothérapie pour ses propriétés décongestionnantes et antispasmodiques (Helmi, 2004).

1.3.1.2.2 Basilic tropical (*Ocimum basilicum* L.)

Le basilic est une plante aromatique de la famille des Lamiacées. Elle est utilisée dans plusieurs domaines : cuisine, médecine, horticulture, etc. Les parties les plus utilisées sont les feuilles et les graines (Arabaci et Bayram, 2004). Cette plante est utilisée dans plusieurs domaines comme les domaines médicales, cosmétiques, phytopharmaceutiques...etc., grâce à son huile essentielle riche en mono et sesqui-terpènes.

- **Systematique**

Selon Chenni (2016), la position systématique d'*Ocimum basilicum* est la suivante :

- **Règne** : Plantae
- **Embranchement** : Spermaphyta
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : Lamiaceae
- **Genre** : *Ocimum*
- **Espèce** : *Ocimum basilicum*.

- **Description botanique**

Cette plante peut annuellement atteindre 30 à 60 cm de hauteur, son odeur et sa saveur sont fortement aromatiques. Sa culture exige un climat chaud et ensoleillé, un sol irrigable, riche en matières organiques.

Les tiges : anguleuses et ramifiées portent des feuilles opposées de forme ovale à oblongue et couleur généralement verte à l'aspect brillant.

Les feuilles : sont nombreuses, opposées pétiolées de forme ovale, lancéolée et ailées. Elles sont longues de 2 à 5 cm, entières ou dentées et ciliées sur les bords, de couleur verte pale à verte foncée (Chenni, 2016) (Figure 9).



Figure 9 : Plante aromatique du basilic tropical (Originale, 2021).

- **Répartition géographique**

C'est une plante herbacée annuelle originaire de l'Inde et l'Asie tropicale qui s'est acclimatée en Europe tout au début des temps historiques (Ait youcef, 2006). Elle pousse également dans plusieurs Etats Américains, dont l'Arizona, le Nouveau Mexique et en Californie du Nord (Pushpangadan, 2012).

Il est commercialisé dans nombreux pays à travers le monde : la France, la Hongrie, la Grèce, l'Egypte, le Maroc, l'Algérie et l'Indonésie et dans plusieurs Etats Américains (Chenni, 2016).

- **Principaux constituants biochimique de l'huile essentielle du basilic tropical**

- Bèta -ocimène (0,18%).
- Monoterpènes:linalol (18,65%).
- Phènol-méthyl-èthers:
- Mèthyl-chavicol (75,38).

- **Propriétés et utilisations**

- ✚ les feuilles d'*O. basilicum* sont utilisées pour traiter certaines affections telles que les indigestions, les nausées, les crampes abdominales, les gastroentérites, les

migraines, les dépressions, la gonococcie, la dysenterie et les diarrhées chroniques (Chopra, 1986).

- ✚ Les huiles de cette plante sont bénéfiques pour le soulagement des spasmes rhinite, la fatigue mentale, ainsi, comme un traitement de premiers soins pour les piqures de guêpes et morsures de serpent (Ch et *al.*, 2015).
- ✚ Utilisé également dans l'industrie des aromes alimentaire (Ngom et *al.*, 2014).

1.3.2 Les substrats utilisés

La semoule complète de blé dur, marché local et la farine utilisés dans notre expérience proviennent de minoteries privées; conditionnés dans des sacs en papiers. Les différents substrats ne sont pas infestés. Nous les avons préalablement conservés dans le réfrigérateur pendant toute la période expérimentale (Figure 10).

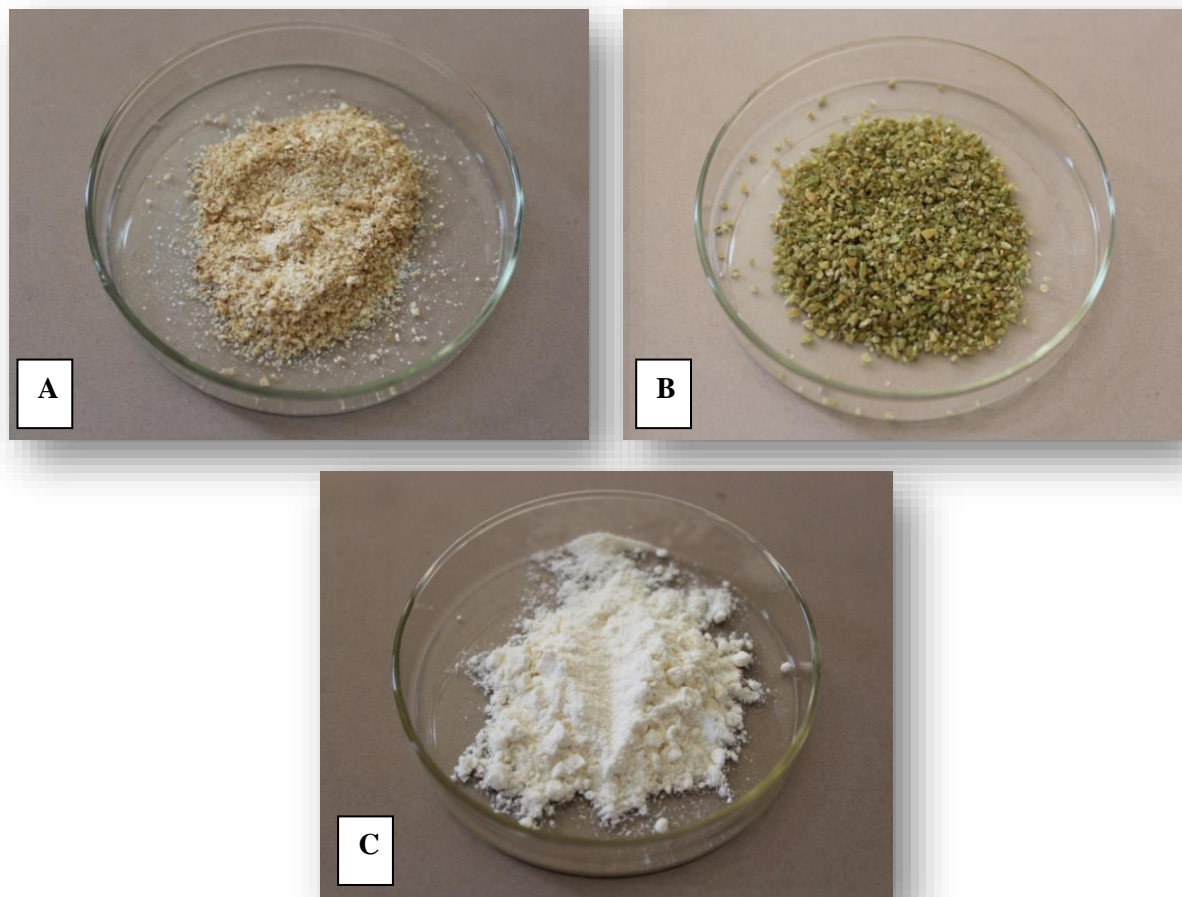


Figure 10 : Les substrats: (A) Semoule complète de blé (B) Frik (C) Farine de blé tendre.

2. Méthodes

2.1 Elevage de masse de *T. confusum*

L'élevage de masse est réalisé dans des bocaux en verre. Chaque bocal est rempli à moitié de semoule (Substrat alimentaire) dans lequel sont introduits des adultes mâles et femelles de *T. confusum* d'âges indéterminés. Les bocaux sont ensuite maintenus à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité de $70 \pm 5\%$. Au bout d'une semaine, les adultes sont retirés. Les œufs pondus évoluent pour donner les individus de la première génération. Cet élevage permet de fournir un nombre suffisant d'adultes pour les différents essais biologiques.

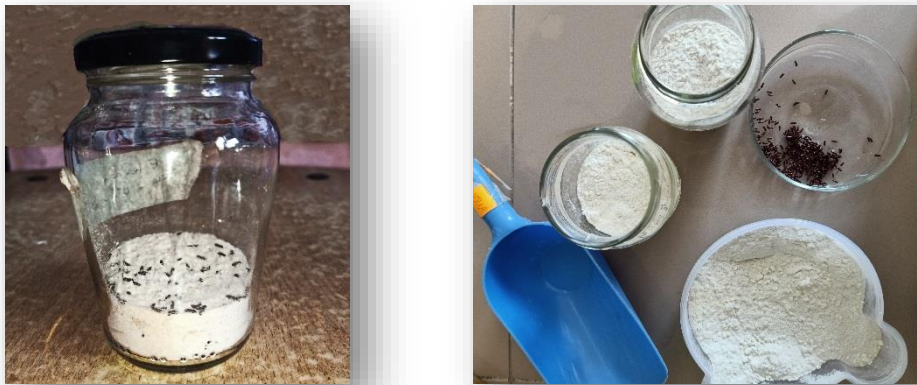


Figure 11 : Elevage de masse de *T. confusum* (Originale, 2021).

2.2 Etude du cycle biologique

Pour l'étude du cycle biologique de *T. confusum*, nous avons suivi le développement de l'espèce sur deux substrats alimentaires, semoule complète de blé, frik afin d'évaluer l'effet de chacun d'entre eux sur la durée du cycle.

Pour cela nous avons placé des adultes dans de la farine de blé tendre pour pondre les œufs. Après 24 heures, la farine est tamisée à l'aide d'un tamis à maille fine (ouverture $250 \mu\text{m}$) pour récupérer les œufs.

Les œufs récoltés sont introduits dans une boîte de Pétri étiquetée et mise dans l'étuve. Après éclosion (au bout de 5 jours), les œufs donnent naissance à des larves L1.

Ensuite nous avons préparé 100 petites boîtes dont 50 avec 0,2 g de Semoule complète de blé et 50 avec 0,3 g de Frik. Puis une larve est introduite dans chaque boîte. Arrivée au stade L4, la larve est transférée vers 0,5 g d'un même substrat. Le tout est placé dans une étuve réglée aux conditions citées précédemment. Pour suivre l'évolution de ces larves L1, des observations sont réalisées quotidiennement jusqu'à l'émergence des adultes. Le passage d'un stade à un autre est indiqué par la présence de l'exuvie (Figure 12).



Figure 12 : Dispositif expérimental pour l'étude du cycle biologique de *T. confusum* (Originale, 2021).

2.3 Test d'inhalation

Ce test consiste à évaluer l'effet insecticide de deux huiles essentielles par fumigation sur la mortalité des adultes et des larves de *T. confusum*. Il est réalisé selon le protocole suivant :

➤ Sur les adultes

Dans des flacons en plastique de 2.5cm de diamètre, des bouts de papiers filtre pliés sont suspendus à l'aide d'un fil fixé sur la face interne du couvercle.

Des doses de 5 μ l, 15 μ l, 20 μ l, de l'huile essentielle de basilic tropical ou de lentisque pistachier sont injectées dans les bouts de papiers filtre à l'aide d'une micropipette. Vingt adultes âgés de 7 jours sont introduits dans les flacons en plastique dont la fermeture est parfaitement étanche.

5 répétitions sont réalisées pour chaque dose et chaque temps d'exposition, de même pour le témoin.

Le dénombrement des adultes est effectué pour chaque dose, après 24h et 48h d'exposition et pour chaque huile essentielle.

➤ Sur les larves

Concernant les larves âgées de 15 jours de *T. confusum*, nous avons utilisé la même démarche expérimentale que celle utilisée pour les adultes (même doses et même temps d'exposition) (Figure 13).



Figure 13 : Tests par inhalation (Originale, 2021).

3. Analyses statistiques

Une analyse de la variance ANOVA à trois ou quatre critères de classification est réalisée avec le logiciel stat box (version 6.4), ainsi que le logiciel spss (version 20) pour le test T. l'ANOVA est complété avec le test de Newman et Keuls, au seuil de signification 5% lorsqu'elle révèle une différence significative.

- ❖ $P > 0.05$: différence non significative
- ❖ $P \leq 0.05$: différence significative
- ❖ $P \leq 0.01$: différence hautement significative
- ❖ $P \leq 0.001$: différence très hautement significative

I. RESULTATS

1. Le cycle de développement de *T. confusum* sur deux substrats alimentaires

Le cycle évolutif de *T. confusum* a été suivi sur deux substrats alimentaires, à savoir la semoule complète de blé et le frik (grains de blé concassés). Ceci nous a permis de mesurer la durée de développement de l'insecte sur ces deux substrats.

Les résultats du tableau 1 ont montré que le tribolium est allé jusqu'au bout de son développement sur les deux substrats en passant par 8 stades larvaires. La durée du cycle de développement (l'œuf à l'adulte) enregistrée est en moyenne de $31,94 \pm 6,66$ jours sur la semoule complète de blé et de $36,55 \pm 4,74$ jours sur le frik.

L'embryogenèse a duré 5 jours. Pour les stades larvaires, nous remarquons que la durée de développement est nettement plus longue sur le frik comparativement à la semoule complète de blé. La durée de la nymphose est aussi plus longue (7 jours) sur le frik que sur la semoule de blé (5 jours).

Une mortalité larvaire de 16% et de 50% a été également enregistrée respectivement sur la semoule complète de blé et sur le frik.

Tableau 1: Durée du cycle de développement de *T. confusum* (en jours) sur deux substrats alimentaires.

Stade de développement	Durée moyenne \pm Ecart-type (jours)	
	Semoule complète de blé	Frik
Durée d'incubation des œufs	5 \pm 0	5 \pm 0
1 ^{er} stade larvaire	2 \pm 0	4,42 \pm 0,5
2 ^{ème} stade larvaire	2,026 \pm 0,1622	3,46 \pm 0,5
3 ^{ème} stade larvaire	3,684 \pm 1,544	2,53 \pm 0,6
4 ^{ème} stade larvaire	2,684 \pm 1,1415	2,5 \pm 0,5
5 ^{ème} stade larvaire	2,711 \pm 1,011	2,32 \pm 0,4
6 ^{ème} stade larvaire	2,079 \pm 0,3588	2,6 \pm 0,64
7 ^{ème} stade larvaire	2,447 \pm 0,8913	2,52 \pm 0,5
8 ^{ème} stade larvaire	4,31 \pm 1,5608	4,6 \pm 0,6
Développement larvaire	21,941 \pm 6,6696	24,95 \pm 4,24
Nymphose	5 \pm 0	6,6 \pm 0,5
Durée totale du cycle	31,941 \pm 6,6696	36,55 \pm 4,74

2. Résultats des tests de toxicité par inhalation

2.1 Tests de toxicité par inhalation sur les larves âgées de 15 jours de *T. confusum*

D'après les résultats obtenus (Tableau 2), les deux huiles essentielles testées montrent une mortalité moyenne qui augmente en fonction de la dose, de la durée d'exposition et varie d'une substance à l'autre.

L'huile essentielle du lentisque pistachier occasionne une mortalité élevée sur les larves de *T. confusum* âgées de 15 jours, dépassant ainsi les 90% à la plus forte dose 20 μ l,

après 48h d'exposition. En revanche, les larves exposées au basilic tropical présentent une mortalité qui ne dépasse guère les 38% pour la dose 20µl, après 48h.

Tableau 2: Résultats des taux de mortalité (%) des larves de *T. confusum* âgées de 15 jours exposées aux huiles essentielles de *P. lentiscus* et de *O. basilicum* par inhalation.

Huiles essentielles	Doses µl	Mortalité après 24H (%)	Mortalité après 48H (%)
		Moyenne ± Ecart-type	
<i>P. lentiscus</i>	Témoin	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	5	10 ± 7,90	20 ± 12,25
	15	53 ± 22	70 ± 14,6
	20	84 ± 8,95	96 ± 4,18
<i>O. basilicum</i>	Témoin	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	5	0,0 ± 0,0	12 ± 14,40
	15	11 ± 9,62	29 ± 13,87
	20	19 ± 7,42	38 ± 14,83

L'analyse statistique ci montre que les facteurs dose, temps et huile. Les interactions (dose, temps), (temps, huile) et (dose, temps, huile) ne sont pas significatives (P> 0.05). Par contre l'interaction (dose, huile) est très hautement significative (Tableau 3).

Tableau 3: L'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la mortalité des larves de *T. confusum* traitées avec les deux huiles essentielles.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	82998,75	79	1050,617				
VAR.FACTEUR 1 (dose)	44576,25	3	14858,75	134,127	0		
VAR.FACTEUR 2 (temps)	2420	1	2420	21,845	0,00003		
VAR.FACTEUR 3 (huile)	15680,01	1	15680,01	141,54	0		
VAR.INTER F1*2	917,5	3	305,833	2,761	0,04851		
VAR.INTER F1*3	12247,49	3	4082,497	36,852	0		
VAR.INTER F2*3	31,242	1	31,242	0,282	0,60367		
VAR.INTER F1*2*3	36,258	3	12,086	0,109	0,95345		
VAR.RESIDUELLE 1	7090	64	110,781			10,525	38,10%

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, classe le facteur dose en 4 groupes homogènes A, B, C, D (Tableau 4). La dose 20 µl est la plus efficace, elle appartient au groupe A; la plus faible dose appartient au groupe C et le témoin est classé dans le dernier groupe D.

Tableau 4 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose des traitements testés par fumigation à l'égard des larves de *T. confusum*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
4.0	20 µl	59,25	A			
3.0	15 µl	40,75		B		
2.0	5 µl	10,5			C	
1.0	Témoin	0				D

Pour le facteur temps d'exposition, le test de Newman et Keuls a fait ressortir 2 groupes homogènes A et B (Tableau 5), à 48h d'exposition nous avons enregistré le plus fort taux de mortalité.

Tableau 5: Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition aux traitements testés par fumigation à l'égard des larves de *T. confusum*.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	48H	33,125	A	
1.0	24H	22,125		B

Le test de Newman et Keuls classe les huiles essentielles testées en 2 groupes homogènes, le groupe A correspond au traitement le plus toxique à l'égard des larves de *T. confusum*. L'huile essentielle de basilic qui est la moins toxique, appartient au groupe B (Tableau 6).

Tableau 6 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle testée par fumigation à l'égard des larves de *T. confusum*.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Lentisque Pistachier	41,625	A	
2.0	Basilic Tropical	13,625		B

2.2 Tests de toxicité par inhalation sur les adultes de *T. confusum*

Selon nos résultats, les deux huiles essentielles testées ont montré un faible taux de mortalité à l'égard des adultes de *T. confusum*. Nous avons obtenus 24% de mortalité à la plus forte dose de 20 µl, après 48h, avec l'huile essentielle de lentisque. Par ailleurs, pour l'huile essentielle de basilic, la mortalité moyenne n'excède pas les 19% pour la dose de 20 µl, après un temps d'exposition de 48h (Tableau 7).

Tableau 7: Résultats des taux de mortalité (%) des adultes de *T. confusum* exposés aux huiles essentielles de *P. lentiscus* et de *O. basilicum* par inhalation.

Huiles essentielles	Doses µl	Mortalité après 24H (%)	Mortalité après 48H (%)
		Moyenne ± Ecart-type	
<i>P. lentiscus</i>	Témoin	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	15	3 ± 4,47	17 ± 10,63
	20	11 ± 4,18	24 ± 15,57
<i>O. basilicum</i>	Témoin	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	15	0,0 ± 0,0	5 ± 5
	20	7 ± 6,71	19 ± 11,94

L'analyse de la variance à trois critères de classification des résultats de la mortalité des adultes de *T. confusum*, a montré des différences très hautement significatives pour les effets des facteurs : dose, temps d'exposition et traitement ainsi que pour l'interaction dose× temps (Tableau 8).

Tableau 8 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la mortalité des adultes de *T. confusum* traités avec les deux huiles essentielles.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	7238,75	79	91,63				
VAR.FACTEUR 1 (dose)	3121,25	3	1040,417	27,744	0		
VAR.FACTEUR 2 (temps)	605	1	605	16,133	0,00022		
VAR.FACTEUR 3 (huile)	180	1	180	4,8	0,03041		
VAR.INTER F1*2	627,5	3	209,167	5,578	0,00195		
VAR.INTER F1*3	202,5	3	67,5	1,8	0,15453		
VAR.INTER F2*3	31,25	1	31,25	0,833	0,3679		
VAR.INTER F1*2*3	71,25	3	23,75	0,633	0,60001		
VAR.RESIDUELLE 1	2400	64	37,5			6,124	113,93%

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, classe le facteur dose en 3 groupes homogènes A, B, C. La dose la plus élevée (20 µl) est classée dans le groupe A. La plus faible dose et le témoin sont classés dans le même groupe homogène C (Tableau 9).

Tableau 9 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose des traitements testés par fumigation à l'égard des adultes de *T. confusum*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
4.0	20 µl	15,25	A		
3.0	15 µl	6,25		B	
2.0	5 µl	0			C
1.0	Témoin	0			C

Pour le facteur temps d'exposition, le test de Newman et Keuls a fait ressortir 2 groupes homogènes A et B. Le groupe A correspond à 48h d'exposition avec le plus fort taux de mortalité (Tableau 10).

Tableau 10 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition aux traitements testés par fumigation à l'égard des adultes de *T. confusum*.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	48H	8,125	A	
1.0	24H	2,625		B

Le test de Newman et Keuls classe les huiles essentielles testées en 2 groupes homogènes, l'huile essentielle de lentisque pistachier est classée dans le groupe A avec le taux de mortalité le plus élevé des adultes de *T. confusum* (Tableau 11).

Tableau 11 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle testée par fumigation à l'égard des adultes de *T. confusum*.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Lentisque pistachier	6,875	A	
2.0	Basilic tropical	3,875		B

2.3 Test de toxicité par inhalation sur les larves et adultes de *T. confusum*

L'analyse de la variance a montré des différences significatives pour les facteurs dose, temps, huile et stade de développement de *T. confusum* (Tableau 12).

Tableau 12 : Résultats de l'analyse de la variance à quatre critères de classification, concernant la mortalité des larves et des adultes traités par fumigation avec les huiles essentielles.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	110040	159	692,075				
VAR.FACTEUR 1 (dose)	35134,98	3	11711,66	157,966	0		
VAR.FACTEUR 2 (temps)	2722,477	1	2722,477	36,72	0		
VAR.FACTEUR 3 (huile)	9609,977	1	9609,977	129,618	0		
VAR.FACTEUR 4 (stade)	19802,48	1	19802,48	267,094	0		
VAR.INTER F1*2	1362,523	3	454,175	6,126	0,00072		
VAR.INTER F1*3	7485,023	3	2495,008	33,652	0		
VAR.INTER F1*4	12562,52	3	4187,508	56,481	0		
VAR.INTER F2*3	0,023	1	0,023	0	0,98319		
VAR.INTER F2*4	302,523	1	302,523	4,08	0,04299		
VAR.INTER F3*4	6250,031	1	6250,031	84,3	0		
VAR.INTER F1*2*3	64,977	3	21,659	0,292	0,83294		
VAR.INTER F1*2*4	182,477	3	60,826	0,82	0,48753		
VAR.INTER F1*3*4	4964,969	3	1654,99	22,322	0		
VAR.INTER F2*3*4	62,469	1	62,469	0,843	0,3634		
VAR.INT.F1*2*3*4	42,531	3	14,177	0,191	0,90222		
VAR.RESIDUELLE 1	9490	128	74,141			8,61	52,18 %

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, classe le facteur dose en 4 groupes homogènes A, B, C, D (Tableau 13). La dose 20 µl est la plus efficace, elle appartient au groupe A ; la plus faible dose appartient au groupe C et le témoin est classé dans le dernier groupe D (Tableau 13).

Tableau 13 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur dose.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
4.0	20 µl	37,25	A			
3.0	15 µl	23,5		B		
2.0	5 µl	5,25			C	
1.0	Témoin	0				D

Pour le facteur temps d'exposition, le test de Newman et Keuls a fait ressortir 2 groupes homogènes A et B (Tableau 14).

Tableau 14 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur temps d'exposition.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	48H	20,625	A	
1.0	24H	12,375		B

Le test de Newman et Keuls classe les huiles essentielles testées en 2 groupes homogènes, l'huile essentielle de lentisque pistachier est classée dans le groupe A et présente le plus important taux de mortalité sur les larves de *T. confusum* (Tableau 15).

Tableau 15 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Lentisque pistachier	24,25	A	
2.0	Basilic tropical	8,75		B

Le test de Newman et Keuls classe le stade de développement de l'insecte en deux groupes homogènes, les larves ont montré le taux de mortalité le plus élevé et sont classées dans le groupe A.

Tableau 16 : Résultats du test de Newman et Keuls pour le facteur stade de développement.

F4	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Larves	27,625	A	
2.0	Adultes	5,375		B

II. DISCUSSION

Pour mieux contrôler les dégâts, il est important d'étudier le cycle de développement de *T. confusum*.

D'après les résultats obtenus, la durée du cycle de développement de *T. confusum* est nettement plus longue sur le frik, elle est en moyenne de $36,55 \pm 4,74$ jours. Tandis que sur la semoule complète de blé, le développement de ce ravageur ne dure que $31,94 \pm 6,66$ jours, dans les conditions de laboratoire (30°C et 70% HR). Sur les deux substrats testés, *T. confusum* passe par 8 stades larvaires avant de se nymphoser.

Par ailleurs Stamopoulos et al. (2007) comptent 7 stades larvaires de *T. confusum* sur la farine de blé, à $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ et $65 \pm 5\%$ d'HR.

Citons que Brindley (1930) a observé 6 stades larvaires chez *T. confusum* sur la farine de blé à 30°C et 73% d'HR.

Un taux de mortalité larvaire assez élevé (50%) a été enregistré sur le frik, ce qui est probablement dû au traitement du substrat utilisé avec des produits chimiques.

Nos observations montrent que la période d'éclosion des œufs est de 5 jours. Stamopoulos et al. (2007) relatent que les œufs de *T. confusum* mettent $7,6 \pm 0,2$ jours à $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ et $65 \pm 5\%$ d'HR, pour éclore.

D'autre part, Ahmady et al., (2017) ont remarqué une durée d'incubation de 2 à 3 jours des œufs de *T. confusum* à 30°C et 70% d'HR.

D'après Kheloul (2020) le taux d'éclosion des œufs de *T. confusum* varie en fonction du substrat, il est de $80,40 \pm 3,92\%$ sur la farine et de $76,33 \pm 8,03\%$ sur la semoule.

Selon Gueye (1997), *T. confusum* se développe indifféremment sur tous les produits, la durée moyenne de développement pré-imaginal est de 31 jours.

Les travaux de Sidibé et Seck (1992) ont montré que l'augmentation du taux de brisures à une incidence favorable sur la descendance des *Tribolium casteneum*. En effet, le mil contenant 50 % de brisures donnait un nombre d'adultes deux fois plus important que celui ayant 25 % de brisures. La mortalité larvaire évoluait en sens inverse de la proportion de brisures dans le substrat. Ce qui est aussi valable avec *T. confusum* dans l'étude de Gueye (1997).

Les travaux de White (1987) sur *T. casteneum* (65 % d'humidité pour une température de 30°C) révélaient que la durée de développement larvaire était toujours significativement plus courte sur mil que sur farine de blé, cependant le mil et le blé sont des céréales différentes.

Nos résultats corroborent ceux de Kheloul (2020), qui a constaté que *T. confusum* passe par 8 stades larvaires sur la semoule.

Selon ce même auteur, la durée du cycle de développement de *T. confusum* est plus longue sur la semoule ($43,07 \pm 2,09$ jours) est plus courte sur la farine de blé ($34,82 \pm 1,20$ jours).

Selon nos conditions expérimentales (température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité de $70 \pm 5\%$), les résultats des tests de toxicité par inhalation ont démontré que les deux huiles essentielles (lentisque pistachier, basilic tropical) présentent une certaine activité insecticide sur les larves âgées de 15 jours et une faible mortalité sur les adultes de *T. confusum*. En effet, l'huile essentielle de *P. lentiscus* demeure la plus toxique atteignant une mortalité de 90% pour les larves âgées de 15 jours à la plus forte dose 20 μl et à 48h d'exposition.

La mortalité des larves et adultes du ravageur étudié augmente au fur et à mesure que la dose et les temps d'exposition augmentent.

Dans le même cadre d'étude, d'autres travaux ont montré que l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est toxique, réductrice de la fécondité et du taux d'éclosion des œufs pour deux ravageurs des denrées stockées *Ephestia kuehniella* avec une fécondité de 78 œufs/femelle et 29.49% d'éclosion et *Ectomyelois ceratoniae* avec une fécondité de 35

œufs/femelle et 42,86 d'éclosion et ce pour une dose de 136 µl/l d'air (Bachrouch et al. 2010).

Taleb Toudert (2015) signale une bio-activité d'un ensemble d'huiles essentielles à l'égard de bruche de niébé, y compris le lentisque pistachier exprimant un effet toxique après 12h d'exposition.

Selon Benbelkheir Hammami (2019), l'huile essentielle de *Thymus pallescens* affecte significativement la vitalité des adultes de *T. confusum*. Les résultats par contact après 96h dénotent également 80% de mortalité corrigée avec la concentration de 80 µl et 76.67% avec la concentration 40 µl. Par ailleurs les tests par inhalation sur les adultes de *T. confusum* ont enregistré respectivement des taux de mortalité corrigée de 36.76% et 80% après 96h de traitement avec les concentrations de 10 et 100 µl de la formulation de *T. pallescens*.

Mahmoud et Dahmane (2017) ayant testé l'huile essentielle de *P. lentiscus* sur les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* ont prouvé un effet toxique à l'égard de ce ravageur. A la plus forte dose 0.5 µl, par test de contact, une mortalité totale des individus au bout de 4 jours est observée.

Cependant, Benazzeddine (2010) a rapporté que les huiles essentielles de romarin et de la menthe, provoquent 100% de mortalité sur le *T. confusum* et cela après 24 h d'exposition. En revanche, les travaux de Theo et al. (2013) ont révélé que les larves de *T. confusum*, âgées de 10 jours, sont plus sensibles aux traitements par fumigation avec l'huile essentielle de *Lavandula hybrida* et que les larves de 31 jours sont plus tolérantes.

Khani et Basavard (2012) ont enregistré une forte activité insecticide avec l'huile essentielle de myrte, par fumigation à l'égard des adultes de *T. confusum*. Theou et al. (2013) ont noté des malformations chez les adultes de *T. confusum* par fumigation des huiles essentielles de *Lavandula hybrida*, *Laurus nobilis*, *Citrus sinensis*, *Citrus limon* et *Origanum vulgare*.

Par ailleurs, Ndomo et al. (2009) ont rapporté que les effets toxiques et répulsifs des huiles essentielles pourraient dépendre de sa composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes. En effet, l'huile essentielle des feuilles de *Callistemon viminalis*,

contient essentiellement des monoterpènes hydrocarbonés tels que l' α -pinène dont les propriétés insecticides ont déjà été démontrées vis-à-vis de *Tribolium confusum*.

Les travaux de Rupp et *al.* (2006) ont obtenu par traitement contact-ingestion sur le *Sitophilus oryzae* des résultats concluant au bout de 30 jours avec des mortalités de 79.2% pour *Ocimum basilicum*.

Kéita et *al.* (2001) ont montré aussi qu'après 12 heures de fumigation à la dose de 25 μ l, les huiles d'*Ocimum basilicum* et d'*Ocimum gratissimum* provoquaient respectivement des mortalités de 80 et 70% chez *Callosobruchus maculatus*. Gakuru et Foua-Bi (1996) ont rapporté également, que les extraits étherés d'*O. basilicum* à 1% ont provoqué 82,5% de mortalité chez *C. maculatus* et chez *S. oryzae*

Les effets insecticides constatés pour les huiles d'*O. basilicum* et d'*O. gratissimum* ont été aussi mis en évidence par plusieurs auteurs contre d'autres ravageurs des stocks comme *Callosobruchus maculatus* (Camara, 2009).

La faible activité insecticide de l'huile d'*Ocimum basilicum* constaté contre *T. confusum* au cours de nos expériences a été aussi observée par Su et *al.* (1991).

Les résultats de nos essais ont montré que le *Tribolium confusum* se développe sur les deux substrats testés (Semoule complète de blé et grains de blé concassés). Cependant le cycle de développement varie d'un substrat à un autre ; il est plus long ($36,5 \pm 4$ jours) sur les grains de blé concassés et plus court ($31,9 \pm 6$ jours) sur la semoule complète de blé.

Ce qui nous permet de déduire que le substrat influe sur le cycle de développement de *T. confusum*.

Les résultats des tests de toxicité des huiles essentielles : le lentisque pistachier et le basilic tropical, par fumigation, sur les larves âgées de 15 jours ainsi que sur les adultes de *T. confusum* ont montré que leur efficacité varie selon le stade de développement, le temps d'exposition ainsi que la dose testée. Par ailleurs, l'huile de lentisque pistachier s'est avérée être la plus toxique envers les larves et les adultes de *T. confusum*.

Ce travail rentre dans le cadre de l'utilisation des huiles essentielles comme insecticide dans la protection de denrées stockées. Il serait donc souhaitable que les mêmes applications soient menées sur d'autres stades de développement du tribolium en l'occurrence les œufs, pré-nymphes et nymphes.

Par ailleurs, afin de mieux maîtriser l'emploi de ces huiles essentielles, nous suggérons et recommandons également :

- ✧ Une étude de l'effet de ces huiles essentielles sur la qualité organoleptique et nutritionnelle des substrats alimentaires.
- ✧ La Concrétisation d'une étude physico-chimique de ces huiles essentielles.

Références bibliographiques

1. **Aba Toumnou L., Seck D., Thiaw C., Cisse N., Kandioura N., Sembene M. 2012.** Farmers' pesticidal plant use in the protection of stored cereal and legume grains:ethnobotanical surveys in some rural communities in Senegal. *International Journal of Science and Advanced Technology* **2**(3),25-33.
2. **Ahmady , A ., Hazim, Z., Rahmatzai, N., Moussa, M.A ., Zaitoun, AA., 2017.**Effect of temperature on the biology of flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera : Tenebrionidae) in the laboratory .Int. J. Zool. Stud .**2**, 39-42.
3. **Ahmed L., 2016.**Stockage des céréales: L'Algerie doit développer ses capacités de stockage; Le Maghreb dz: Le Quotidien de l'économie.
4. **Aissata ,C.,2009.** Lutte contre *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium Casteneum Herbst* (Coleoptera :Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse -Guinée et l'utilisation des huiles essentielles Végétales ; Thèse de doctorat ;Université de basse Guinée .
5. **Ait Said M.S., Ageel A. M., Parmar N. S., Tarik M., 1986.** Evaluation of mastic a crude drug obtained from *Pistacia lentiscus* for gastric and duodenal anti-ulcer activity. *Journal of Ethnopharmacology* **15**, 271-278.
6. **Ait Said S., 2011.** Strategies adaptatives de deux espèces du genre *Pistacia* (*P. lentiscus L.* et *P. atlantica desf.*) salinité et d'aridité : approches morpho-anatomiques, phytochimiques et ecophysiologiques ; Thèse de doctorat ;Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 180
7. **Ait Youcef M., 2006.** Plantes médicinales de Kabylie, Edition Ibis Press.
8. **Anonyme, 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Ed. ITCF. 268 p.
9. **Anonyme, 2006.** La méditerranéenne. L'essence de la vie. 25 P.
10. **Arabici O. et Bayram E., 2004.** The effect of nitrogen fertilization and different plant density on some agronomic and technologic characteristic of *Ocinum basilicum L.* (Basil). *Asian Network for Scientific Information* **3**(4), 255-262.
11. **Athanassiou C.G ., Vayias B.J ., Dimizas C.B ., Kavallieratos N.G., Papagregoriouc A.S., et Buchelosa C.Th ., 2015.** Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilu oryzae (L)* (Coleoptera :Curculionidae) and *Tribolium confusu Duval* (Coleoptera :Tenebrionidae) on stored wheat :influence of dose rate ,temperature and exposure interval .*Journal of Stored Products Research* **41**:47-55.
12. **Attia F.I ., Frecker T., 1984.** Cross resistance spectrum and synergism studies in organophosphorous-resistant strains of *Oryzaephilus surinamensis L.* (Coleoptera, *Cujidae*) in Australia. *Journal of Economic Entomology* **77**, 1367-1370.

Références bibliographiques

13. **Bachrouch O., Mediouni-Ben Jemaa J., Aidi Waness., Marzouk B ., Abderraba M., et Talou T., 2010.** Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus*. Journal of stored products research 46 (4), 242-347,2010.
14. **Balachowsky A. S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et cie,paris, Tome I. 1564 p.
15. **Bartels A., 1998.** Guide des plantes du bassin méditerranéen. Ed eugen ulmer. Paris,400 p.
16. **Baudoux D., 2003.** -L'aromathérapie: Se soigner par les Huiles Essentielles, Edition Amyris, Pp 145-146.
17. **Baytop T., (1984).** Therapy with medicinal plants in turkey (past and present). Vol. 3255, 1st ed. Istanbul:Publications of the Istanbul university. pp 305.
18. **Belhadj S., 2007.** Etude eco-botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Anacardiaceae) en Algérie, préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et à sa valorisation. Thèse de Doctorat d'Etat, U.M.M.T.O. 184 p.
19. **Bellenot D., Furet A., 2013.** Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une voie en cours d'exploration. *Iteipmai.*, pp 1-3.
20. **Benazzeddine S., 2010.** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae); Université el-harrach , Alger.
21. **Benbelkheir A., Hammani A., 2019.** Étude de l'activité insecticide des huiles essentielles de *Thymus pallezensis*. Mémoire de Master, Université Mohammed El Bachir El Ibrahimy.
22. **Bonnier G. et Douin R., 1990.** La grande flore en couleurs. Ed. Belin. Paris. Belin "3". Pp: 214. Belin "4". Pp: 892.
23. **Bougherara-Merzougui I., 2015.** Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de *Pistacia Lentiscus* et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques. Thèse de doctorat. Université d'Annaba. 136p.
24. **Brindley, T.A., 1930.** The growth and development of *Ephesia Kuehniella Zeller* (Lepidoptera) and *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera) under controlled conditions of temperature and relative humidity. Ann. Entomol. Soc. Am. 23. 741-775.
25. **Brousse J., 2005 .** Dictionnaire des arbres et arbustes. Larousse des arbres. Ed. Techniques et documentation. Lavoisier. 336p.
26. **Bruneton J ., 1993.** Pharmacognosie, Phytochimie, plante médicinale (2^{ème} édition). Tec et Doc., Lavoisier, Paris. 915p.

Références bibliographiques

27. **Calmont B., Soldati F., 2008.** Découverte de *Tribolium madens* (Charpentier ,1825) dans le département du Puy-de-Dôme[France] ;clé de détermination et distribution des espèces du genre *Tribolium* en France (Coleoptera :Tenebrionidae).R.A.R.E., T.
28. **Ch M. A., Naz S. B., Sharif A., Akram M., et Saeed M. A. 2015.** Biological and Pharmacological Properties of the Sweet Basil (*Ocimum basilicum*). British Journal of Pharmaceutical Research. **7**(5): 330-339.
29. **Chenni M, 2016.** Etude comparative de la composition chimique de l'activité biologique et l'huile essentielle des feuilles du basilic " *Ocimum basilicum .L* " extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Thèse de doctorat, université Ahmed Benbella, Département de chimie, Oran, 185p.
30. **Couderc V. L., 2001.** Toxicité des huiles essentielles, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Univ: Paule-Sabatier de Toulouse, 59p.
31. **Dedoussis G.V.Z., Kaliora A.C., Psa rras, S., Chiou A., Mylona A., Papadopoulos N.G., Andrikopoulos N.K., (2004).** Antiatherogenic effect of *Pistacia lentiscus* via GSH restoration and down regulation of CD36 mRNA expression. *Atherosclerosis* **174**, 293-303.
32. **Delobel A et Tran M. (1993)** . Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom. Paris. 275, 424p.
33. **Djermoun A., 2009.**La production crééalière en Algérie :les principales caractérisantes . *Revu Nature et Technologie* (1),45-35.
34. **Djerrou Z., 2011.** Etude des effets pharmaco-toxicologiques de plantes médicinales d'Algérie: l'activité cicatrisante et innocuité de l'huile végétale de *Pistacia lentiscus L.* Thèse de Doctorat en sciences. Université Mentouri, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Constantine. 156 p.
35. **Dorvault F.L.M., (1928).** L'officine ou répertoire général de pharmacie pratique. 17ème édition. Vigot frères éd. Paris. 2012 p.
36. **Endrias A., 2006.** Bio-raffinage de plantes aromatiques et medicilnales appliqué à l'*hibiscus sabdariffa L.* et l'*Artemisia annua*. Doctorat, Toulouse, p171.
37. **Fleurat-Lessard F., 1982.** Les insectes et les acariens. In ;Multon J.L. (Ed). Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés ; céréales, oleagineux.proteagineux ,aliments pour animaux , Tec. et Doc., Paris. pp.396-417.
38. **Foua-Bi K., (1989).** Céréales des Régions Chaudes Conservation et Transformation, Parmentier M, Fouad-bi K (Ed). AUPELF-UREF. Ads John Libbey Eurotext: Paris, 97-104.

Références bibliographiques

39. **Georgetti S.R., Casagrande R., DI Mambro V.M., Azzolini A., Fonseca J.V., 2003.** Evaluation of antyoxidant activity of different flavonoids by the chemiluminescence method. *AAPS Pharm Sci* **5** (2): 1-5.
40. **Georghion G.P., 1990.** Overview of insecticide resistance. *In: Green M.B., Lebaron H.M. Moberg W.K. Eds. Managing resistance to agrochemicals: from fundamental research to pratical strategies. American Chemical Society symposium, series 421. Washington DC, 18-41.*
41. **Golebiowska Z., 1969.** The feeding and fecundity of *Sitophilus granarius* L., *Sitophilus oryzae* L. and *Rhyzopertha dominica* F. in wheat grain, *Journal of Stored Products Research* **5**, 143-155.
42. **Good N.E., 1933.** Biology of the flour beetles, *Tribolium confusum* Duv. And *T. ferrugineum* Fab. *J. Agric. Res.* **46**,327-334.
43. **Gretia., 2009.** Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire ; bilan final. Rapport GREZIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire.396p.
44. **Grimes S., A Bakalam., Jean Claude Dauvin., 2003.** Biodiversité marine et littorale Algérienne. P37-38.
45. **Gueye M.T .,1997 .** Impact de quatre insectes ravageurs du mil stocké (*Pennisetum typhoides* L.), de ses dérivés et du fonio (*Digitaria exilis* Staph). Contribution à l 'inventaire des déprdateurs des stocks de mill au Sénégal.
46. **Gueye MT., Seck D., Ba S., Hell K., Sembène M., Wathelet J-P., Lognay G .,2011.** Insecticidal activity of *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam ex Poir. On *Caryedon serratus* (Ol.) pest of stored groundnuts. *African Journal of Agricultural Research*, **30**(6), 6348-6353.
47. **Guignard JL., Dupont, F. 2004.** Botanique : Systématique moléculaire, 13 ème édition. Paris: Masson.
48. **Hance Th et L.S.T. Ngamo., 2007.** Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. revue *Tropicultura* ,215-220.
49. **Helmi H., 2004 .** Les plantes naturelles en Algérie. Ere édition . p168-169.
50. **Hill D.S., 2002.** Pests of stored foodstuffs and their control, Springer, Malaysia, 216-217.
51. **Ho F.K., 1969.** Identification of pupae of six species of *Tribolium* (Coleoptera; Tenebrionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **62**,1223-1237.
52. **Huwez F.U., Al-Habbal M.J., 1986.** Mastic in the treatment of benin gastric ulcers. *Gastroenterologia Japonica* **21**, 273-274.

53. **ISMAN M., 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.***19**, 603-608p.
54. **Keita S.M., Vincent C., Schmidit J.P., Arnason J.T. et Belanger A., 2000.** Efficacy of essential oils of *Ocimum basilicum L* and *O gratissimum L*. Applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus Fab.* (Coleoptera:Bruchidae).
55. **Khani A ., Basavard, F., 2012.** Chemical composition and insecticidal activity of myrtle (*Myrtus communis L.*) essentiel oil against two stored product pests .*J. Med. Plants Prod* **2**, 83-89.*J.Stored Prod* .37,339-349
56. **Kheloul L.,2021.** Etude de la biologie et de la sensibilisation à l'action de quelques huiles essentielles de *Tribolium confusum Duval* (Coleoptera :Tenebrionidae),un insecte ravageur des denrées alimentaires entreposées ;Thèse de Doctorat ;Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 131p.
57. **Konno K.,2011.** Plant latex and other exudates as plant defense systems: Roles of various defense chemicals and proteins contained therein. *Phytochemistry*, **72**(13),1510–1530.
58. **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.
59. **Lepesme P., 1944** : Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed.P.Le chevalier, Paris. Pp.61-67.
60. **Lis L.B., Bakula T., Baranowski M., Czarnewiez A., 2011.**The carcinogenic effects of benzoquinones produced by the flour beetle. *Pol.J.Vet Sci* **14**,159-164.
61. **Magiatis P., Melliou E., Skaltsounis A.L., Chinou I.B., Mitaku S., 1999.** Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Pistacia lentiscus var.chia*. *Planta Med* **65**, 749-751p.
62. **Mahmoud et Dahmane (2017).** Etude de l'activite insecticide de l'huile essentielle (Pistacia lentiscus) à l'égard de la bruche de l'haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera :*Chrysomelidae*). Mémoire en Master. Spécialité Entomologie appliqué à la médecine, à l'agriculture et a la foresterie. U.M.M.T.O.64p.
63. **Mallamaire A.,1965.** Les insectes nuisibles aux semences et aux denrées entreposées au Sénégal. Congrès de la protection des cultures tropicales-compte rendu des travaux. Chambre de commerce de l'industrie de Marseille, France, 85-92

- 64. Marion-Poll F., Dinan L., Laffont R., 2002.** Place des phytoecdysoides dans la lutte contre les insectes phytophages. *In: Biopesticide d'origine végétale.* Regnault-Roger C., Phillogène B.J.R. & Vincent C. Eds. Paris, 97-113.
- 65. Marone P., Bono L., Leone E., Bona S., Carretto E., Perversi L., 2001.** Bactericidal activity of *Pistacia lentiscus* mastic gum against *Helicobacter pylori*. *Journal of Chemotherapy* 13, 611-614.
- 66. Metcalf R.L., 1994.** Insecticides in pest management. *In: Introduction to insect pest management* 3rd Ed. Metcalf R.L. et Luckmann W.H., Wiley, New York, 245-314.
- 67. 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.
- 68. Ndomo A.F., Tapondjou A.L., Tenedonkeng F., Tchouanguép F.M (2009).** Evaluation des Propriétés insecticides des feuilles de *Catallistemon viminalis* (Mystaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera :Bruchidae). *Tropicultura* 27(3),137-143.
- 69. Ngom S., Diop M., Mbengue M., Faye F., Kornprobst J. M., et Samb A., 2014.** Composition chimique et propriétés antibactériennes des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et d'*Hyptis suaveolens* (L.) récoltés dans la région de Dakar au Sénégal. *Afrique : Revue Internationale des Sciences et Technologie.* 10(4): 109-117.
- 70. Ouelmouhoub S., 2005.** Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier: cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Mémoire de Master, Université de Bordj Bou Arreridj. 158p.
- 71. Papachristos D.P., Stamopoulos D.C., 2002,** Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oils vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research.* 38, 117-128.
- 72. Pushpangadan P., 2012.** Handbook of herbs and spices. Woodhead Published Limited, Cambridge, UK, pp.55-72.
- 73. Quezel P., Santa S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2. Ed. CNRS (Paris 7^{ème}) ; p611-613.
- 74. Rattan R.S., 2010.** Mechanism of action of secondary metabolites of plant origin. *Crop Prot.* 29(9), 913-920.
- 75. Raymond V, Barbehenn C, Constabel P. 2011.** Tannins in plant–herbivore interactions. *Phytochemistry*, 72: 1551–1565.

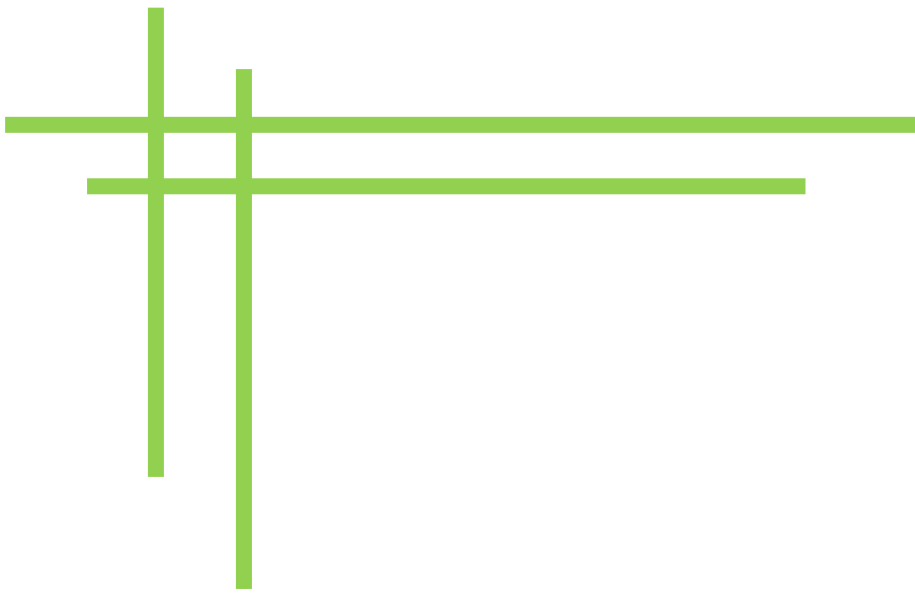
Références bibliographiques

- 76. Regnault RC, Philogène BJR, Vincent C. 2008.** Biopesticides d'Origine Végétale (2^{ème} édition). Lavoisier: Paris; 550p.
- 77. Rivera-Nuñez D. et Obón de Castro C., 1991.** La guía de incafo de las plantas utiles y venenosas de la *Peninsula Iberica y baleares* (excluidas medicinales). Incafo éd. Madrid. 1257 p.
- 78. Rupp M.M.M., Cruz M.E., Collella J.C.T., Souza J.S.P., Schwan- Estrada K.F.R., Cruz M.j., et Fiori-Tutida A.C., 2006.** Evaluation of toxic effect of plant exatracts on adults of *Sitophilus oryzae* L., 1763 (Coleopetera : *Cuculionidae*), 9th Internatinal Working Conference on Stored Product, Brazil. 30-6286.
- 79. Saheb D., 2007.** Activité acaricide de quatre huiles essentielles sur *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval 1876 (Acri ; Tetranychidae) et contribution à l'étude de leur composition chimique par GC/MS. Mémoire de Magister, Institut national Agronomique d' El-Harrach - Alger, 83p .
- 80. Seck D., Sidibe B., et Fall A., 1992.** Observations sur le développement de *Tribolium cataneum* Herbest sur mil (*Pennisetum thyphoides* L) en fonction du taux de brisure dans le substart. Mem. Soc .r. belge Ent, **35**,471-475.
- 81. Smadhi D., Lakhdar Z., 2009.** Céréaliculture en sec et précipitations annuelles : le cas de l'Algérie du nord **20** (2), 199-203.
- 82. Soliman M.H., 1987.** Ageing and parental age effects in *Tribolium* [Review]. Arch. Gerontol. Geriatr **6**, 43-60.
- 83. Stamopoulos D.C., Damos, P ., Karagianidou, G., 2007.** Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera :*Tenebrionidae*). J. Stored Prod .Res 43,571-577.
- 84. Steffan J.R., 1963-** Tribu des calandrini. Les calandres des grains (*Sitophilus*). In: Balachowsky, A.S (Ed.), Entomologie Appliquée à l'agriculture. Tome I, Vol. 2. Masson et Cie, Paris, pp. 1070-1099.
- 85. STEFFAN J.R., 1978.** Description et biologie des insectes. Les insectes et les acariens des céréales stockées. Coed . A. F. N .O R.-I .T. G. C. F, Paris. 237 p.
- 86. Su H.C.F., 1991.**Toxicity and Repellency of Chenopodium oil to four species of stored product inesects . Journal of entomologie Science **26**,178-82.
- 87. Taleb Toudert K.,2015.** Extraction et carceterisation des huiles essentielles de 10 plantes aromatique provenant de la region de kabylie (Nord Algerie). Evaluation de leurs effets sur

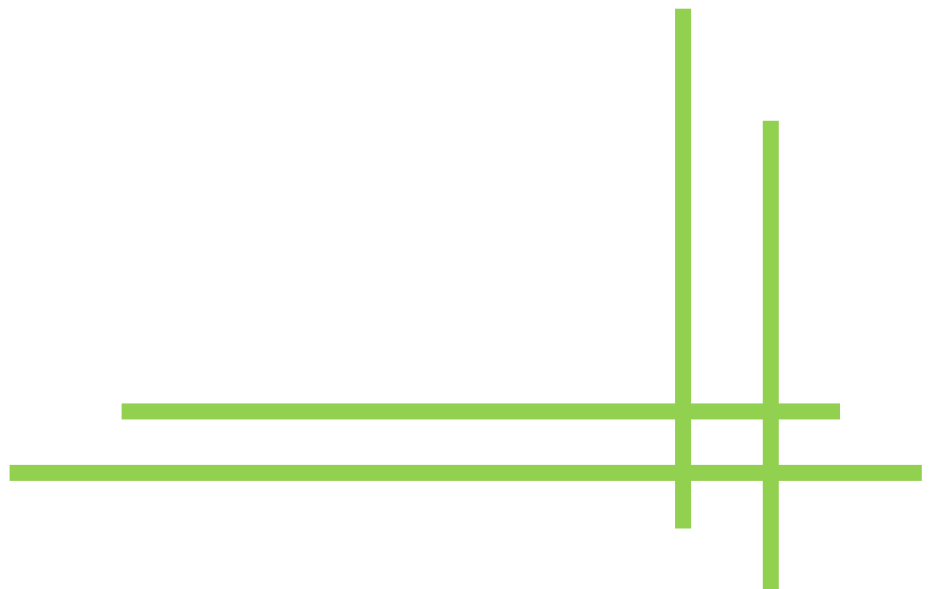
Références bibliographiques

la bruche de niébé *Collosobruchus maculatus* (Coleoptera :Bruchidae).Thèse de doctorat en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 206p.

88. **Thamaga-Chitja J.M., Henddriks S.L., Ortmana G.F., et Green M., 2004** - Impact of maize storage on rural household food security in Northern Kwazulu-Natal. *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences* **32**, 8-15.
89. **Theou G., Papachristos, D.P., Stamopoulos , D.C., 2013.** Fumigant toxicity of six essential oils to the immature stages and adults of *Tribolium confusum*. *Hell. Plant Prot. J.* **6** ,29-39.
90. **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.
91. **Tuzlaci E., Aymaz P.E., 2001.** Turkish folk medicinal plants, Part IV: (Gonen (Bahkesir). *Fitoterapia* **72**, 323-343.
92. **White G.G .,1987.** Effects of temperature and humidity on the rust-red flour beetle. *Tribolium castaneum* (Herbest) (Coleoptera : *Tenebrionidae*), in *Wheat Grain. Aus. J. Zool* **35**,43-59.
93. **Ziaee M., et Moharramipour S., 2013.** Effectiveness of medicinal plant powders on *Sitophilus granarius* and *Tribolium confusum* , *J. Crop Prot.*, **2**(1): 43-50.



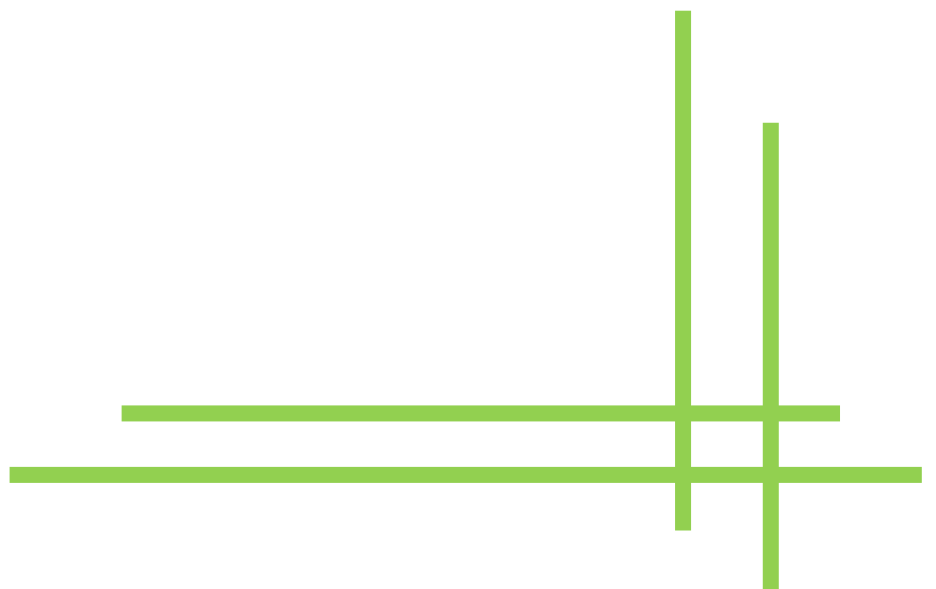
Introduction

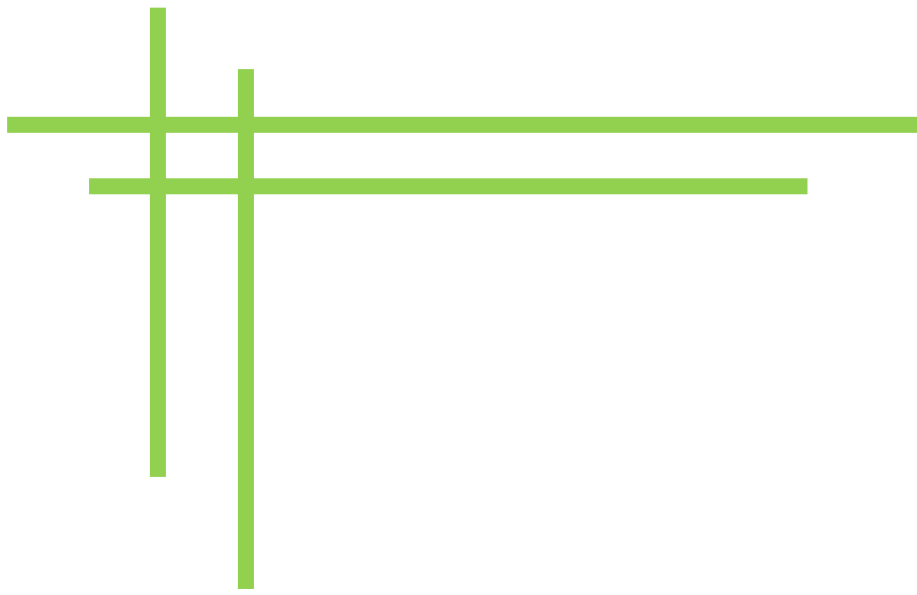




Chapitre I

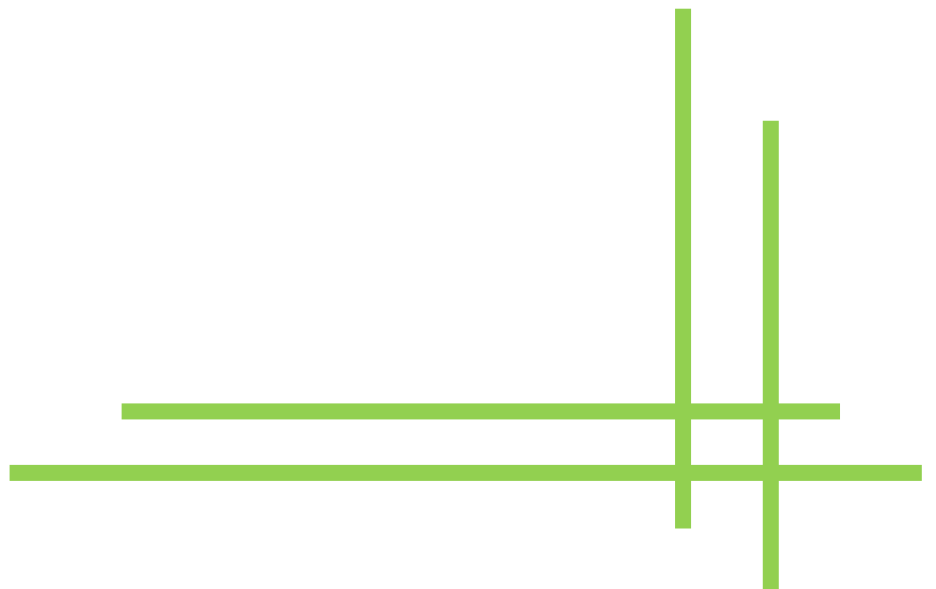
Matériels et méthodes





Chapitre II

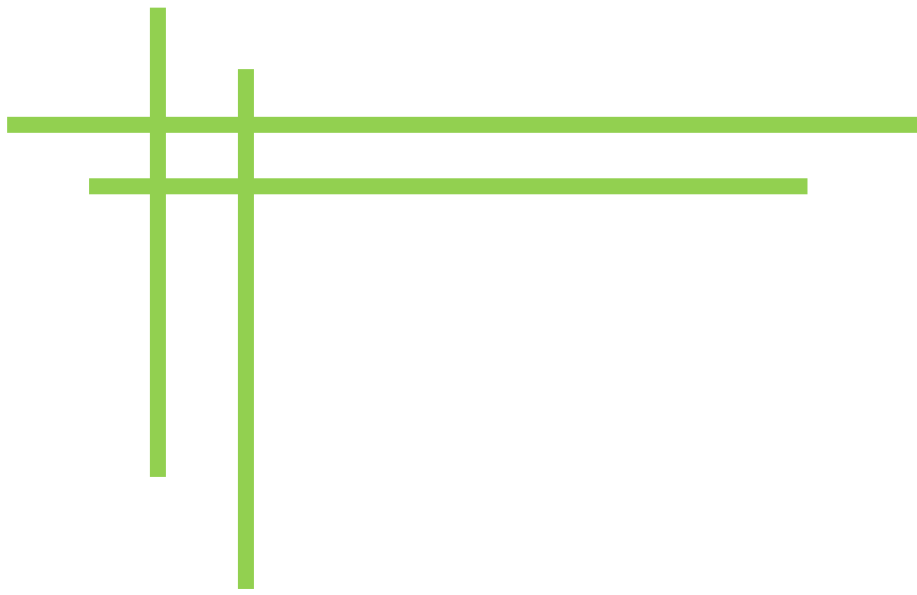
Résultats et discussion





Conclusion





Références bibliographiques



Résumé

L'étude du cycle biologique de *Tribolium confusum* sur deux substrats alimentaires à savoir la semoule complète de blé et les grains de blé concassés (frik) a montré que l'insecte a complété son développement avec une durée du cycle plus longue sur le frik avec une moyenne de $36,55 \pm 4,74$ jours par rapport à la semoule complète de blé ($31,94 \pm 6,66$ jours).

Les tests par inhalation réalisés avec deux huiles essentielles extraites d'*O. basilicum* et *P. lentiscus* sur un insecte ravageur des denrées stockées *T. confusum*, mettent en évidence une certaine activité insecticide à l'égard des larves et des adultes. Nous avons testé trois doses (5µl, 15µl, 20µl) pendant deux temps d'exposition 24h et 48h.

L'huile essentielle de lentisque pistachier a montré une toxicité significativement plus élevée que celle du Basilic tropical, vis-à-vis des larves et des adultes *T. confusum*.

Mots clés: *Tribolium confusum*, *Ocimum basilicum*, *Pistacia lentiscus*, huiles essentielles, toxicité.

Abstract

The study of the life cycle of *Tribolium confusum* on two food substrates namely whole wheat semolina and crushed wheat grains (frik) showed that the insect completed its development with a longer cycle duration on frik with an average of 36.55 ± 4.74 days compared to whole wheat semolina (31.94 ± 6.66 days).

Inhalation tests carried out with two essential oils extracted from *O. basilicum* and *P. lentiscus* on an insect pest of stored goods *T. confusum*, show some insecticidal activity towards larvae and adults. We tested three doses (5µl, 15µl, 20µl) during two exposure times 24h and 48h.

Pistachio mastic essential oil showed significantly higher toxicity than Tropical Basil, towards *T. confusum* larvae and adults.

Key words: *Tribolium confusum*, *Ocimum basilicum*, *Pistacia lentiscus*, essential oils, toxicity.