

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 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 Animale et Végétale

Mémoire de fin d'études

Spécialité: Biologie végétale

Option : Diversité et Adaptation de la Flore Méditerranéenne

Sujet

**Effet insecticides de deux huiles essentielles
à l'égard d'un insecte ravageur *Tribolium
confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae).**

Par :

M^{elle} Amitouche Tassadit

M^{elle} Rakem Baya

Jury:

Présidente : M^{me} Medjdoub- Bensaad F

Professeur à U.M.M.T.O

Promotrice : M^{me} HEDJAL- CHEBHEB M

MCCA à U.M.M.T.O

Examinatrice: M^{me} Taleb -Toudert K

MCCB à U.M.M.T.O

Promotion : 2016-2017

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions le bon **DIEU** tout puissant de nous avoir donné la foi, la santé, et nous a permis de bien mener ce travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciement à :

Madame HEDJAL- CHEBHEB M. MCA à L'U.M.M.T.O, qui nous a cordé l'honneur de diriger ce travail et de nous avoir encouragée et prodiguée de précieux conseils.

Madame Medjdoub- Bensaad F. Professeur à U.M.M.T.O, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury.

Madame Taleb -Toudert K. MCB à U.M.M.T.O, qui a accepté d'examiner notre travail.

Que tous les enseignants ayant attribué à notre formation trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Dédicace

A ma très chère maman Nouara

Affable, humorable, aimable tu représente pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même plus à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que je suive le bon chemin dans ma vie et mes études. Je ne pourrai jamais oublier ce que tu as fait pour moi t'étais toujours là à mes côtés.

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

A mon chère papa Rabah

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le respect que j'ai pour toi.

Rien au monde ne vaut les efforts que tu as fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

A mes très chères sœurs

Farida et son mari Mourad surtout leurs enfants Lina et Rayane.

Lynda et son mari Ahmed.

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous.

Je vous remercie pour votre soutien.

A mes chère frère Djamel et Menouar

Que ce travail soit un témoignage de mon affection et de mon profond respect pour vous.

A toute ma famille.

A celui qui m'est très chère, qui a toujours été là pour moi, dans la joie et la tristesse, Nabil.

A ma chère binôme Tassa.

A ma copine de chambre Hiba.

Tous mes amis sans exception.

A toute la promotion de Biologie et spécialement à la promotion de 5ème année Diversité et Adaptation de la Flore Méditerranéenne.

Baya

Dédicaces

*Je dédie ce travail à la mémoire de mon très cher papa qui a consenti d'énormes sacrifices pour la réussite de ma formation et de mon éducation. J'aurais tant aimé que tu sois parmi nous à ce moment
A la mémoire de ma très chère sœur Hanan.*

A la mémoire de mes grands parents.

A la source de ma tendresse, ma chérie maman Farida.

A ma chère sœur Wassila.

A mon très cher mari Hicham.

A ma belle mère Saliha, mon beau père Mohamed,

A mes frères : Khir-edine, Oussama, Youcef.

A ma belle sœur Nasrine.

A Chanez et Radia.

A ma chère binôme Baya.

*A mes amies Akila, Hakima, Hiba, Dihia, Fariza, Lilia, Malika,
Naima, Nassima, Yasmina.*

*A toute la promotion de 5ème année Diversité et Adaptation de la
Flore Méditerranéenne.*

Liste des figures

Figure 1 : Les feuilles de *Juniperus phonecea*.

Figure 2 : Les fruits (baies) de *Juniperus phonecea*.

Figure 3 : 1. Pousses avec cônelets 2.cônes à maturité 3.Graines aillées et désailées.

Figure 4 : Les différents états de *Tribolium confusum* (Duval) A : l'œuf, B : larve, C : nymphe, D : adulte.

Figure 5 : Etuve réfrigérée.

Figure 6 : Les boîte de Pétri 5 cm.

Figure 7 : Les boîtes stériles.

Figure 8 : Une balance.

Figure 9 : Les bocaux en verre.

Figure 10 : Deux micropipettes (10µl-100µl) et (100µl-1000µl).

Figure 11 : *Tribolium confusum* adulte.

Figure 12 : L'huile essentielle de *Juniperus phonecea*.

Figure 13 : L'huile essentielle de *Pinus pinaster*.

Figure 14 : Les différentes étapes de l'élevage.

Figure 15 : Teste d'inhalation pour la dose 150µl.

Figure 16 : Moyenne de mortalité des adultes de *Tribolium confusum* traités avec l'huile essentielle de *Juniperus phonecea* et l'huile essentielle de *Pinus pinaster*.

Figure 17 : Moyenne de mortalité des adultes de *Tribolium confusum* traités avec l'huile essentielle de *Pinus pinaster*.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Structures possibles des flavonoïdes caractérisant le *Juniperus phoenicea* (Lamnaouer, 2002).

Tableau 2 : Les propriétés organoleptiques d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* et de l'huile essentielle de *Pinus pinaster*.

Tableau 3 : Analyse physico-chimique de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* et de l'huile essentielle de *Pinus pinaster*.

Tableau 4 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre dose dans les traitements par inhalation avec les deux huiles essentielles.

Tableau 5 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des doses testées sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*.

Tableau 6 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des huiles testées sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*.

Tableau 7 : Résultats de NEWMAN et KEULS concernant l'interaction (doses× huiles) sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*.

Tableau 8 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre (dose) dans les traitements par inhalation avec trois période différentes (24 h, 48 h, 72 h).

Tableau 9 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet de temps testés sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*.

Tableau 10 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des doses testées sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*.

Tableau 11 : Résultats de NEWMAN et KEULS concernant l'interaction (doses× huiles) sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*.

Sommaire

Introduction	1
1-Synthèse bibliographique	2
1-1- Biologie de <i>Juniperus phonecea</i> (Genévrier)	2
1-1-1-Description du Genévrier	2
1-1-2-Taxonomie	2
1-1-3- Caractères botaniques de <i>J. phonecea</i>	2
1-1-4-Répartition géographique.....	3
1-1-5- Caractéristique de l'huile essentielle de <i>J. phonecea</i>	4
1-1-5-1-Composition chimique.....	4
1-1-7- Les intérêts de l'huile essentielle de <i>J. phonecea</i>	5
1-1-7-1- Effet antioxydant	5
1-1-7-2- Effet insecticide	5
1-1-7-3- Effet anti-fécondité	5
1-2- Généralité sur l'huile essentielle de <i>Pinus pinaster</i> (pin maritime).....	6
1-2-1- Taxonomie	6
1-2-2-Les Caractéristiques botanique du pin maritime.....	6
1-2-3- Répartition géographique du pin maritime	7
1-2-4- Caractéristiques de l'huile essentielle de <i>Pinus pinaster</i>	8
1-2-4-1- Composition chimique.....	8
1-2-5- Les intérêts de <i>P. pinaster</i>	9
1-2-5-1- Effet insecticide	9
1-2-6-2- Effet bactéricide.....	9
1-2-6-3- Usages traditionnels.....	9
1-2-6-4-Indications thérapeutiques	9
1-3-1-Description de la famille de Ténébrionidés	10
1-3-2- Les caractères généraux des Ténébrionidés	10

1-3-3-Position systématique du <i>T. confusum</i>	10
1-3-4-Biologie du <i>T. confusum</i>	11
1-3-5-Description des différents stades de développement de <i>T. confusum</i>	11
<i>T. confusum</i> a quatre stades de développements qui sont :	11
1-3-7- Les ennemis naturels	12
2-Matériels et méthodes	13
2-1- Matériels de laboratoire	13
2-2- Matériel animal	15
2-3- Matériel végétal	16
2-3-1- La farine	16
2-3-2- Les huiles essentielles	16
Les caractéristiques organoleptiques d'huile essentielle de <i>J. phonecea</i> et de l'huile essentielle de <i>P. pinaster</i> sont présentées dans le (tableau 2).	16
Les caractéristiques physico-chimiques d'huile essentielle de <i>J. phonecea</i> et de l'huile essentielle de <i>P. pinaster</i> sont présentées dans le tableau 3.....	17
2-4- Méthodes.....	19
2-4-1-Elevage de masse des insectes	19
2-5- Test d'inhalation	20
2-6- Analyse statistique	20
3- Résultats et discussion	21
3-1-Effet insecticide des l'huiles essentielles de <i>J. phonecea</i> et de <i>P. pinaster</i> à l'égard d'un insecte ravageur « <i>T. confusum</i> ».....	21
3-2-Effet insecticide de l'huile essentielle de <i>P. pinaster</i> à l'égard d'un insecte ravageur « <i>T. confusum</i> ».	24
Conclusion	30

Références bibliographique

Annexes

Introduction

Introduction

Les huiles essentielles ont occupé une place importante dans la vie quotidienne des hommes qui les utilisent autant pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou même se soigner. Beaucoup de travaux sont réalisés dans ce sens, du fait de l'importance incontestable des huiles essentielles dans divers secteurs économiques, l'industrie de la parfumerie et de la cosmétique, l'industrie alimentaire, l'industrie pharmaceutique. La branche de l'aromathérapie utilise leurs propriétés bactéricides et fongicides (MEBARKI NOUDJOUR, 2010).

Les céréales et leurs dérivés constituent la principale source de protéines dans de nombreux pays en voie de développement et les pertes causés à ce type de denrées lors de leur stockage sont estimés à 100 millions de tonnes dont 13 millions sont provoqués par les insectes. Dans les pays développés ces pertes avoisinent les 3 %, alors qu'en Afrique elles atteignent les 30 % (Silvy, 1992). Les recherches de moyens de limitation de l'utilisation de ces insecticides dangereux prennent de plus en plus d'importance. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement (Lahlou, 2004). En effet, les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées.

En effet, de nombreux travaux ont mis en évidence, un effet toxique ou répulsif d'extrait des plantes aromatiques sur de nombreux insectes des denrées stockées. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail dans l'objectif est l'étude de l'effet insecticide de deux huiles essentielles à l'égard de *Tribolium confusum*.

Cette étude comporte trois parties une synthèse bibliographique, matériels et méthodes, résultats et discussions et une conclusion.

1-Synthèse bibliographique

1-1- Biologie de *Juniperus phoenicea* (Genévrier)

1-1-1-Description du Genévrier

Le genévrier (*Juniperus*) appartient à la famille des cupressacées (Seigue, 1985). Il comprend approximativement 60 espèces réparties dans l'hémisphère Nord (Rezzi et al, 1999).

L'huile essentielle de baies du genévrier a des propriétés diurétiques et irritantes pour le tractus gastro-intestinal. (Barceloux, 2008).

1-1-2-Taxonomie

Adams(2004), a classé *Juniperus phoenicea* comme suit :

Règne	Plantae
Division	Pinophyta
Classe	Pinopsida
Ordre	Pinales
Famille	Cupressaceae
Genre	<i>Juniperus</i>
Espèce	<i>Juniperus phoenicea</i>

1-1-3- Caractères botaniques de *J. phoenicea*

J. phoenicea a d'autres noms qui sont le Genévrier rouge, Genévrier de la Phénicie, Genévrier de Lycie, appelé également "zimba" en chaoui "ara'ar" en Algérie.

J. phoenicea est un arbuste très ramifié ou arbre dinarique, 2 m à 6 m de haut. La couronne conique à large arrondie, écorce brun rouge foncée, fissures longitudinales à des feuilles squamiformes, opposée de 1 mm à 1,5 mm de long, jaune à vert gris (Figure 1). Ses fleurs sont monoïque, les mâles sont ovales à 3 mm de long, jaunes et les femelles insignifiantes.



Figure 1 : Les feuilles de *J. phoenicea* (Ghrabi, 2001).

Les cônes de *Juniperus phoenicea* ressemblant à des baies, sphérique, de 8 mm à 15 mm de large, jaune à brun rouge (Figure2).



Figure 2 : Les fruits (baies) de *J. phoenicea* (Saule, 2002).

1-1-4-Répartition géographique

J. phoenicea est largement distribué dans les Iles Canaries, bassin méditerranéen, Nord de l'Afrique, forêts et garrigues, surtout à proximités des côtes.

1-1-5- Caractéristique de l'huile essentielle de *J. phonecea*

1-1-5-1-Composition chimique

La majorité des composants chimiques isolés des feuilles de *J. phonecea* sont des huiles volatiles (Cosentino et al, 2003). Des études antérieures de cette espèce ont montré que cette plante accumule des terpenoïdes, en particulier des monoterpènes, des sesquiterpènes et des diterpènes (Comte et al., 1997a). Cette espèce ne comprend que de petites quantités de dérivés phénoliques (bisflavones et lignanes) (Cairnes et al, 1980).

Comte et al. (1996) ont démontré la présence de phoenicosides : un pseudo dimères des deux furanones précédents, et apparition de phenylpropanes dérivé de la même espèce. Comte et al., (2007b), ont signalé la présence de phenylpropanes glycosides, les juniperosides, le rosarin, le skimmin et deux dérivés de furanones glucosides.

1-1-6- Les caractéristiques des flavonoïdes

Les caractéristiques des flavonoïdes de *J. phonecea* d'Afrique du Nord ont été réalisées par la réaction de coloration dite réaction de la cyanidine. L'examen de la fluorescence sur la plaque de la chromatographie sur couche mince a révélé que cette espèce contient des flavonoïdes. Les différentes structures possibles des flavonoïdes sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Structures des flavonoïdes caractérisant le *J. phonecea* (Lamnaouer, 2002).

Fluorescence	Structures possibles
Violet	flavones 5, 6, 7-ou 6, 7, 8-trihydroxyflavonols
Mauve	flavones 5, 6, 7-ou 6,7, 8-trihydroxyflavonols
Jaune	flavonols possédant un hydroxyle en 5
Bleu	flavones et flavanones sans hydroxyle en 5, flavonols substitués en 3 et sans hydroxyle en 5

1-1-7- Les intérêts de l'huile essentielle de *J. phonecea*

1-1-7-1- Effet antioxydant

Les flavonoïdes de *J. phonecea* présentent une bonne activité antioxydante. Dans un test sur le saindoux (corps gras) et l'huile de soja. Une comparaison a été effectuée avec un antioxydant usuelle -tocophérol suivi de l'indice de peroxyde du saindoux et de l'huile de soja en fonction de temps et pendant 17 jours de conservation à 65C° en présence d'huile essentielle de *J. phonecea* à une concentration de 200 ppm et comparaison avec le tocophérol à la même concentration. Ces tests ont montré qu'une protection contre l'oxydation est assurée en présence de cette huile essentielle pour le saindoux et l'huile de soja (Ennajer et *al.*, 2009).

1-1-7-2- Effet insecticide

L'huile essentielle de *J. phonecea* a été testée contre un insecte des denrées stockées *T. confusum*. Cette huile a eu un effet anti-appétant à l'égard de cet insecte (Bouzouita et *al.*, 2008).

1-1-7-3- Effet anti-fécondité

Des rats mâles albinos ont reçu des injections quotidiennes par voie péritonéale de 400 ou 800 mg/kg des extraits éthanoliques des cônes de *J. phonecea*, durant 21 jours consécutifs. Les résultats ont montré une diminution du nombre et de la motilité des spermatozoïdes (prélevé de la queue de l'épididyme) des rats traités par rapport aux rats témoins.

Le taux de grossesse des femelles a été réduit de 60% à 80% après accouplement avec des mâles traités par 400 et 800 mg/kg respectivement. Des baisses significatives du poids des testicules des rats ont été détectées (800 mg/kg du traitement). Histologiquement, les tubules ont montré un arrêt de la spermatogenèse et une diminution du taux des spermatozoïdes mûres (Sanna et *al* 2010).

1-2- Généralité sur l'huile essentielle de *Pinus pinaster* (pin maritime)

1-2-1- Taxonomie

Le genre *Pinus* contient plus d'espèces que n'importe quel autre genre du groupe des conifères. Le sous-genre des *Pinus* est lui-même subdivisé en sections et sous-sections. Farjon (1984) a classé *P. pinaster* comme suit :

Règne	Plantae
Embranchement	phanérogames
Ordre	Pinales
Famille	Pinacées
Genre	<i>Pinus</i>
Espèce	<i>Pinus pinaster</i>

1-2-2- Les Caractéristiques botanique du pin maritime

Le pin maritime ou pin mésogéen (*P. pinaster*), appartient à la famille des pinacées. Cet arbre peut atteindre 30 m de haut, avec des caractères d'adaptation au climats assez chauds. Elle est présente dans les sols acides sablonneux, pauvres et suffisamment profonds et dépourvus de calcaire (Claudio, 2003).

Cet arbre arrive à maturité de 40 à 50 ans. Elle peut vivre jusqu'à 500 ans. Le tronc est généralement flexueux, et le bois de couleur rougeâtre avec des grains grossiers. Il présente une odeur de résine très prononcée avec parfois des poches de résine. L'écorce est de couleur gris pâle sur les jeunes arbres. Il prend une coloration rougeâtre puis rouge-noirâtre chez les sujets adultes. Les aiguilles épaisses et rigides, sont groupées par deux (gémées), incurvées en gouttière, mesurent 15 à 20 cm de long. De couleur vert foncé, elles sont luisantes, pointues et persistantes (environ quatre ans). La base des deux aiguilles jumelles est entourée par une gaine. Elles deviennent fauves en mourant, puis tombent. Elles se décomposent très lentement et forment une épaisse litière au pied de l'arbre.

C'est une espèce monoïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont distinctes mais présentes sur le même arbre. Les organes reproducteurs sont des cônes soit mâles, soit

Synthèse bibliographique

femelles. Il est pointu, brillant et allongé se présente en général par groupe de deux ou trois, De grande dimension (5 à 8 cm de large), souvent courbées à la base et presque toujours symétriques. Après maturation, les cônes peuvent rester sur les branches plusieurs années (Mayer, 2007). Les graines sont longues de 8 à 10 mm, noires et luisantes sur une face, gris mat sur l'autre (Figure 4).

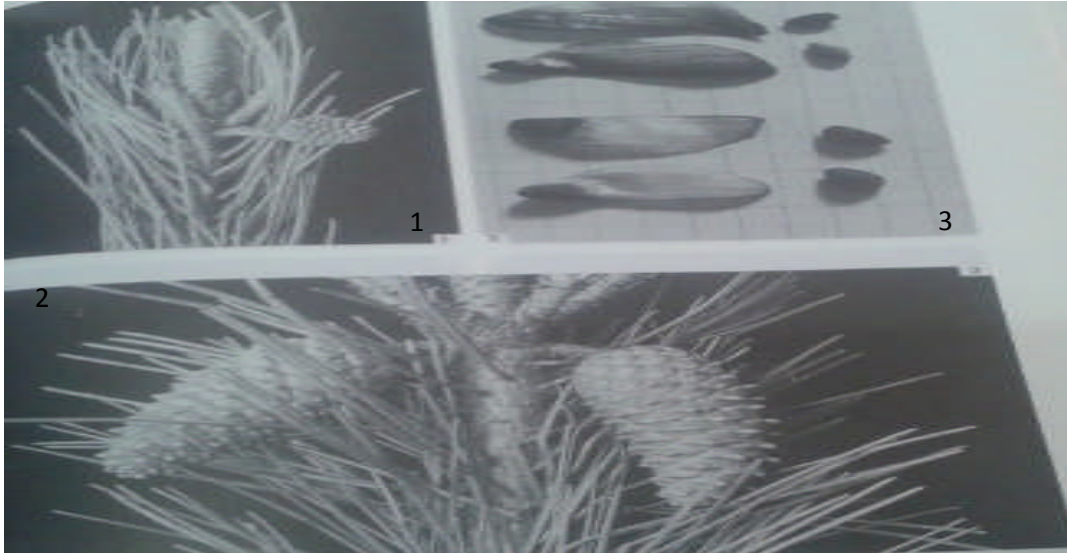


Figure 4 : 1. Pousses avec cônelets ; 2.cônes à maturité ; 3.Graines aillées et désaillées (Debazac, 1976).

1-2-3- Répartition géographique du pin maritime

Le pin maritime est un conifère largement distribué et commun de l'océan Atlantique ainsi que dans le bassin occidental de la méditerranée. Du sud de l'Europe à l'Afrique du nord, ainsi que sur la côte atlantique du Portugal, de l'Espagne et de la France. Sa répartition sur les îles méditerranéennes est limitée à la Corse et, dans une moindre mesure, au nord de la Sardaigne. Il est considéré comme invasif dans de nombreux endroits (Afrique du Sud, Australie, Chili. Assez commun en Italie, Maroc et il se trouve aussi en Afrique du Sud) où il est cultivé à grande échelle (Claudio, 2003). En Algérie il se trouve sur le littoral constantinois, le tell oriental et dans le littoral kabyle. Les plus beaux peuplements se rencontrent à Collo et à Jijel (Louni, 1994).

1-2-4- Caractéristiques de l'huile essentielle de *Pinus pinaster*

1-2-4-1- Composition chimique

L'huile essentielle des aiguilles de *P. pinaster* contient principalement des monoterpènes, des sesquiterpènes et des diterpènes.

a) Carbures monoterpéniques

L' α -pinène et le β -pinène sont des molécules caractéristiques du genre *Pinus*. Ils joueraient un rôle transitoire dans la biosynthèse des monoterpènes cycliques décrits précédemment (BRUNETON, 1999).

b) Sesquiterpènes (64.6 %)

Parmi les sesquiterpènes, il existe trois molécules : le germacrène D, le caryophyllène (Composé majoritaire avec 22.2%) et le trans- β -farnésène (hydrocarbure sesquiterpénique acyclique) est rare dans la nature (GLEIZES, et *al*, 1984).

Les aiguilles séchées contiennent également 0.12% d'acide sabinique et 0.17% d'acide Junipérique (HEGNAUER, 1962).

c) Diterpènes

Le 7, 13-abiétadiène et le 8, 11, 13-abiétatriène sont deux hydrocarbures diterpéniques tricycliques. Ces derniers sont récemment identifiés comme de nouvelles substances à caractère insecticide (VITOR, 1998). Il existe aussi d'autres composés présents dans les aiguilles telle que les acides résiniques, l'acide shikimique (0.15% dans les jeunes aiguilles), l'acide ascorbique, le pinitol, le sequoyitol, le bornéol, les esters odorants dont l'acétate de bornyle, la quercétine, le kaempférol et leurs hétérosides, et les leucoanthocyanes.(DURAN-CARRIL, 1998).

1-2-5- Les intérêts de *P. pinaster*

1-2-5-1- Effet insecticide

L'extrait hexanique des aiguilles de *P. pinaster* présente une activité insecticide à l'égard de *T. confusum*. Deux hydrocarbures diterpéniques tricycliques, le 7, 13-abiétadiène et le 8, 11, 13-abiétatriène, ont été isolés à partir de cet extrait (VITOR, 1998).

1-2-6-2- Effet bactéricide

L'huile essentielle extraite de *P. pinaster* présente une activité bactéricide testée sur 21 souches de bactéries, ainsi qu'une activité antiseptique marquée en comparaison à celle exercée par la gentamicine, la tétracycline ou encore le chloramphénicol (HMAMOUCI et *al.*, 2001).

1-2-6-3- Usages traditionnels

L'huile essentielle, est extraite à partir des aiguilles et de bourgeons frais de pin maritime. Elle est utilisée pour son action, désinfectante et antirhumatisme (FOURNIER, 1948).

1-2-6-4-Indications thérapeutiques

La drogue est généralement utilisée sous forme d'infusions, de décoctions, en sirop ou bien macérée dans du vin ou de la bière. En usage externe, l'huile essentielle est appliquée en onction locale sur le thorax et les articulations arthrosiques. En usage interne, en aérosol dans du miel. Elle est utilisée pour les infections catarrhales respiratoires. L'huile essentielle est également employée en pharmacie, dans la formulation de diverses préparations pour inhalation (FOURNIER, 1948).

1-3-Généralités sur *Tribolium confusum*

1-3-1-Description de la famille de Ténébrionidés

Les Ténébrionidés constituent l'une des plus vastes familles du règne animal (plus de 15000 espèces décrites), leur couleur est généralement foncée. D'autres espèces se nourrissent de bois pourri et se cachent le jour sous les pierres et les feuilles.

Certains Ténébrionidés sont fréquents dans les lieux sombres (caves et celliers, placards des cuisines). Ils sont de couleur noire et dégagent une odeur répulsive.

Ils sont désignés vulgairement Scarabée funèbre ou Scarabée puant. D'autres espèces causent des dégâts dans les denrées alimentaires entreposées (Pihan, 1986).

1-3-2- Les caractères généraux des Ténébrionidés

Les ténébrionidés sont des coléoptères de taille comprise entre 2 mm et 80 mm. La forme est très variée, à téguments le plus souvent rigides, épais, de couleur noir mat ou luisant. Les yeux sont généralement grands, ovales ou ronds chez certaines sous-familles. Les antennes sont de 11 articles, plus rarement 10 aptères ou ailées, avec nervation alaire du type primitif. Les pattes sont longues ou tout au contraire, contractées et souvent fousseuses (Balachowsky, 1962).

Un certain nombre de ténébrionidé ont été signalées comme nuisibles sur les plantes cultivées et autres s'attaquent aux denrées alimentaires stockées ou emmagasinées et Parmi ces dernières le genre *Tribolium* comprend deux espèces principales cosmopolites et nuisibles: *T. castaneum* Herbst et *T. confusum* Duv.

1-3-3-Position systématique du *T. confusum*

Jacquelin du Val (1863), a classé *T. confusum* comme suit :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Coleoptera
Famille	Tenebrionidae
Genre	<i>Tribolium</i>
Espèce	<i>Tribolium confusum</i>

1-3-4-Biologie du *T. confusum*

Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des imagos et dure de 3 à 15 minute. Les œufs sont pondus en vrac sur les marchandises et ils sont difficiles à déceler, au cours de sa vie la femelle pond entre 500 et 1000 œufs.

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 ou elle 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 est de 24 à 26 jours. C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32°C et 35 °C. Son développement s'arrête au-dessous de 22°C, et il résiste aux basses hygrométries. En absence d'alimentation, *T. confusum* dévore les œufs et les larves de leur congénère (Steffan in Scotti, 1978).

1-3-5-Description des différents stades de développement de *T. confusum*

T. confusum a quatre stades de développements qui sont :

a) L'œuf : Elle est oblong et blanchâtre, presque transparent surface lisse. Il est recouvert d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée. Il mesure en moyenne 0.6 x 0.3 mm (Lepesme, 1944).

b) La larve : Elle est jaunâtre, vermiforme, ne différant de celle de *T. castaneum* que par la pilosité du labre (régulièrement répartie sur toute la surface). Il y a 7 ou 8 stades larvaires.

c) La nymphe : Elle est blanche et nue, les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés. La nymphe reste sans protection et incapable de se déplacer (Balachowsky, 1936).

d) L'adulte : Il est de taille légèrement supérieure à *T. castaneum*, de couleur plus foncée, plus rouge. Les derniers articles des antennes s'élargissent progressivement.. L'œil est surmonté par une crête. Il est rond et plus petit que chez *T. castaneum*. Sa partie la plus étroite ne mesure pas plus de deux facettes de largeur.

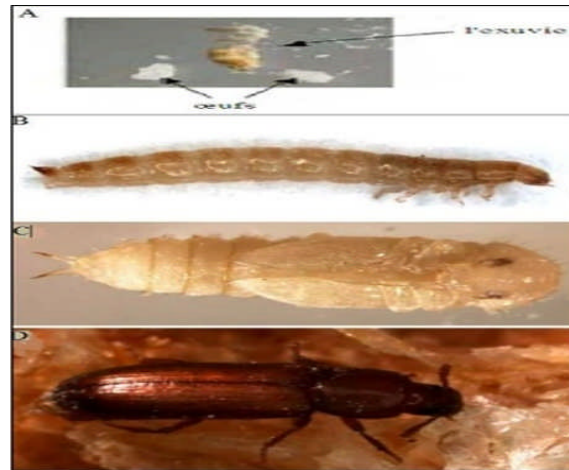


Figure 6 : Les différents états de *T. confusum* (Duval) A : l'œuf (Rebecca *et al*, 2003); B: larve; C: nymphe; D: adulte (Walter, 2002).

1-3-6-Le régime alimentaire

T. confusum recherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine. Les adultes sécrètent une substance nauséabonde, riche en quinones qui communique au lot infesté une odeur particulièrement désagréable.

Le psychophage et mycophage sont accessoirement prédateur. La polyphagie est beaucoup moins accentuée que chez *T. castaneum*. Les farines infestées sont fortement dépréciées par l'odeur et la couleur communiquées par des quinones sécrétées par l'insecte, elles perdent une partie de leur valeur panifiable. Le développement est favorisé par la présence de grains brisés, détritiques et poussières (Lepesme, 1944).

1-3-7- Les ennemis naturels

Selon Lepesme (1944) quelques arthropodes tendent à limiter l'activité de *Tribolium*, en particulier les acariens tels que le *Pymotes ventricosus* Newp et le *Acarophenax tribolii* Nemp et les bethylides tel que le *Rhabdepyriszeae* Turn et le *Slerodermaimmigrans* Bridw qui parasite les larves.

2-Matériels et méthodes

2-1- Matériels de laboratoire

Dans nos tests nous avons utilisé différentes type de matériels :

- Une étuve réfrigérée a été réglée à une température de 33.4°C et une humidité relative de 47.1 %, qui correspondent aux conditions optimales du développement de *T. confusum* (Duval) (Figure 5).
- Des boites de Pétri 6 cm de diamètre (Figure 6).
- Des boites stériles pour le test d'inhalation (Figure 7).
- Une balance à affichage électronique pour les pesées de la farine, d'une précision de 2g (Figure8).
- Des bocaux en verre d'une capacité de 0,5 litre pour l'élevage de masse (Figure 9).
- Deux micropipettes (10µl-100µl) et (100µl-1000µl) pour un pipetage de précision des huiles essentielles (Figure 10).
- Autre accessoires: (pinces, ciseaux, rouleau adhésif, tamis, papier filtre).



Figure 5 : Etuve réfrigérée (Laboratoire d'entomologie appliqué, Mai 2017).

Matériels et méthodes



Figure 6 : Les boites de Pétri 6 cm (Laboratoire d'entomologie appliqué, Mai 2017).



Figure 7 : Les boites stérilets (Originale, 2017).



Figure 8 : Une balance (Laboratoire d'entomologie appliqué, Mai 2017).



Figure 9 : Les bocaux en verre (Originale, 2017).



Figure 10 : Deux micropipettes (10 µl-100 µl) et (100 µl-1000 µl) (Laboratoire d'entomologie appliqué, Mai 2017).

2-2- Matériel animal

Les souches de *T. confusum* (Duv) sont originaire des stocks de farine commerciale (Figure 11).

L'élevage est conduit dans une étuve obscure réglée à une température de 33.4°C, et une humidité relative de 74.1 %. 100 adultes sont placés dans des bocaux d'une capacité de 0,5 litre contenant 200g de farine dont l'ouverture est fermée. A fin d'éviter le phénomène de surpopulation, nous avons procéder à un transfert régulier des adultes dans de nouveaux bocaux, permettant ainsi d'assurer de nouvelles infestations. Les élevages de masse de nos

Matériels et méthodes

essais sont d'âge connu, pour cela nous avons réalisé des tamisages réguliers pour récupérer des adultes âgés de 7 jours.



Figure 11 : *T. confusum* adulte (Original, 2017).

2-3- Matériel végétal

2-3-1- La farine

La farine utilisée dans les différents tests provient du marché local. Elle est conditionnée dans des sachets en papier.

2-3-2- Les huiles essentielles

Deux huiles essentielles ont été utilisées dans les différentes tests : l'huile essentielle de *J. phonecea* et l'huile essentielle de *P. pinaster*. Ces derniers proviennent du marché local.

Les caractéristiques organoleptiques d'huile essentielle de *J. phonecea* et de l'huile essentielle de *P. pinaster* sont présentées dans le (tableau 2).

Matériels et méthodes

Tableau 2 : Les propriétés organoleptiques d'huile essentielle de *J. phonecea* et de l'huile essentielle de *P. pinaster*.

Huiles essentielles	Aspect	la couleur	l'odeur
<i>Juniperus phonecea</i>	Liquide, mobile, limpide	Incolore	boisée, terreux, terpénique, cèdre, cyprès, genièvre
<i>Pinus pinaster</i>	Liquide, mobile, limpide	incolore	Fraîche, boisée, cyprès, fruité, Camomille, genièvre

Les caractéristiques physico-chimiques d'huile essentielle de *J. phonecea* et de l'huile essentielle de *P. pinaster* sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Analyse physique de l'huile essentielle de *J. phonecea* et de l'huile essentielle de *P. pinaster*.

Huiles essentielles	Densité à 20°C	Indice de réfraction à 20°C	Pouvoir rotatoire
<i>Juniperus phonecea</i>	0 .8736	1.4726	± 21.70°
<i>Pinus pinaster</i>	0 .8599	1.4788	± 2.90°



Figure 12: L'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* (Originale, 2017).



Figure 13 : L'huile essentielle de *Pinus pinaster* (Originale, 2017).

2-4- Méthodes

2-4-1-Elevage de masse des insectes

Les élevages de masse sont effectués dans des bocaux en verre contient 200 g de farine dans lesquels sont ajoutés un nombre suffisant d'insectes, de sexe indéterminé. Les bocaux sont ensuite laissés à la température ambiante. Après une semaine d'infestation, les adultes sont retirés de la farine. La farine infestés est laissés en incubation jusqu'à l'apparition des nouveaux adultes qui sont utilisés pour les tests d'inhalation (Figure 14).



Figure 14 : Elevage de masse du *T. confusum* (Laboratoire d'entomologie appliqué, Mai 2017).

2-5- Test d'inhalation

Ce test consiste à évaluer l'effet des huiles essentielles par fumigation sur la mortalité des adultes de *T. confusum*. Des papiers filtres de 3 cm de diamètre sont imbibés de chaque solution d'huiles essentielles. Chacun est placé dans un couvercle à l'aide d'un fil contenant 10 insectes âgé de 7 jours. Pour l'ensemble des essais, trois répétitions ont été réalisées pour chaque dose (50 μ l, 150 μ l, 200 μ l, 250 μ l), et chaque temps d'exposition (24 h, 48 h, 72 h), parallèlement un témoin a été réalisé (sans huile essentielle). Le taux de mortalité des insectes est déterminé pendant trois jours après le traitement (Figure 15).



Figure 15 : Test d'inhalation pour la dose 150 μ l (Laboratoire d'entomologie appliqué, Mai 2017).

2-6- Analyse statistique

Les résultats de différents essais ont été soumis au test de l'analyse de la variance (Newman et Keuls à 5 %) avec le logiciel statiscf selon plusieurs critères de classification.

3- Résultats et discussion

3-1-Effet insecticide des l'huiles essentielles de *J. phonecea* et de *P. pinaster* à l'égard d'un insecte ravageur « *T. confusum* ».

D'après les résultats obtenus, le taux de mortalité des adultes de *T. confusum* est de 100 % aux doses 50 μ l ; 150 μ l ; 200 μ l et 250 μ l avec l'huile essentielle de *J. phonecea* après 24 h d'exposition. Tandis que pour le témoin, le nombre d'individu mort est nul.

Pour l'huile essentielle de *P. pinaster* nous n'avons pas enregistré un taux de mortalité de 100 % après quelque temps, le taux de mortalité des adultes de *T. confusum* le plus élevé a été enregistré à la dose 250 μ l et le plus faible à la dose 50 μ l, tandis que pour le témoin, le taux de mortalité est nul (Figure 16).

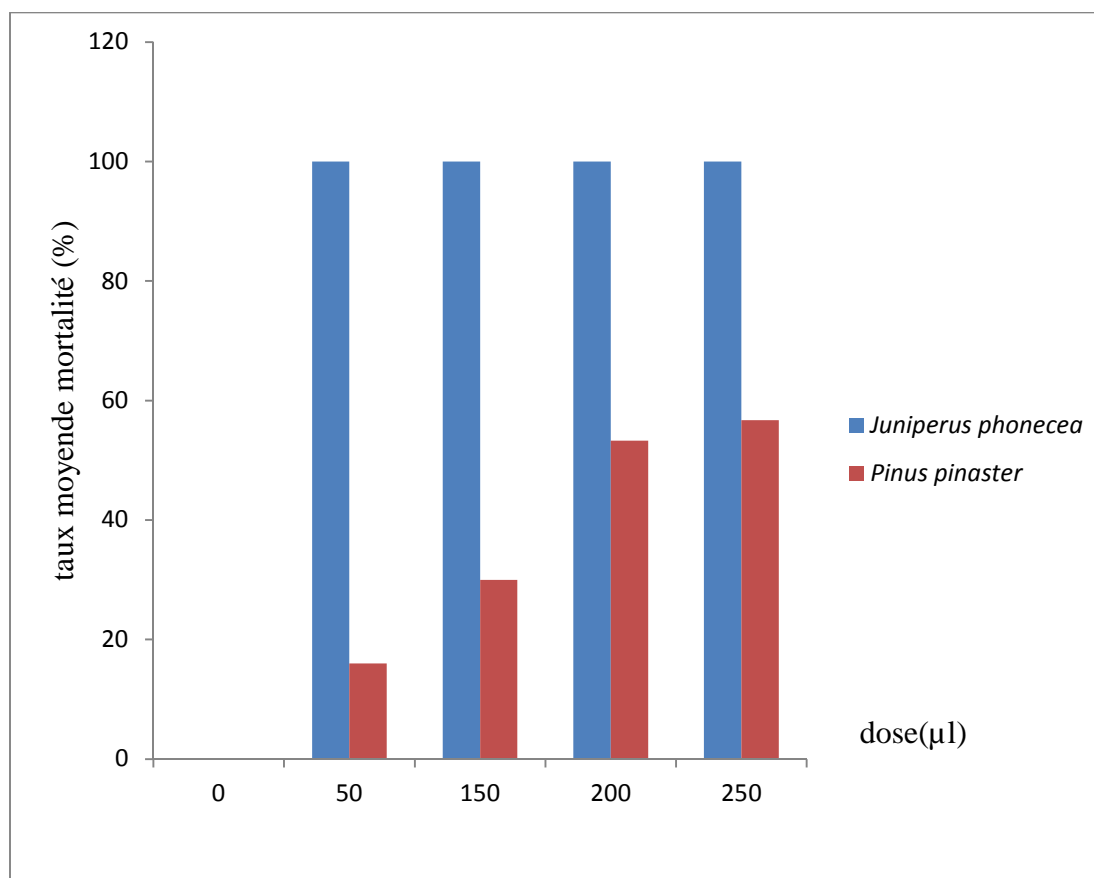


Figure 16 : Taux moyen(%) de mortalité des adultes de *T. confusum* traités avec l'huile essentielle de *J. phonecea* et l'huile essentielle de *P. pinaster*.

Résultats et discussion

Les résultats de l'analyse de la variance obtenus à deux facteurs de classification (doses et huiles) révèlent une différence très hautement significative pour le facteur dose ($P=0.0000$) et pour le facteur huile ($P=0.0000$) et de même pour l'interaction (dose \times huile) une différence significative est enregistré avec ($P=0.0001$) (Tableau 4).

Tableau 4 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre dose dans les traitements par inhalation avec les deux huiles essentielles.

	Degré de liberté	Carré moyen	Test Fisher	Probabilité	Ecart type	Coefficient de variation
Variation total	29	16.09				
Variation						
Facteur doses	4	54.05	24.20	0.0000		
Variation						
Facteur huiles	1	116.03	51.96	0.0000		
Variation						
interaction						
F dose \times F huile	4	22.45	10.05	0.0001		
Variation résiduelle	20	2.23			1.49	29.3%

Le test de NEWMAN et KEULS classe le facteur dose en quatre groupes homogènes : 250 μ l dans le groupe A, 150 μ l ; 50 μ l dans le groupe AB, 200 μ l dans le groupe B, et 0 μ l dans le groupe C (Tableau 5).

Tableau 5 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des doses testées sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*.

Dose (μ l)	Taux moyen (%)	Groupe homogène
250	78.3	A
150	68.0	AB
50	58.3	AB
200	53.3	B
0	0	C

Résultats et discussion

Le test de NEWMAN et KEULS classe le facteur huile en deux groupes homogènes : *J. phonecea* dans le groupe A, et *P. pinaster* dans le groupe B (Tableau 6).

Tableau 6 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des huiles testées sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*.

Huiles	Taux moyen (%)	Groupe homogène
<i>Juniperus phonecea</i>	70,7	A
<i>Pinus pinaster</i>	31,3	B

Le test de NEWMAN et KEULS classe le facteur dose en quatre groupes homogènes : 250 µl ; 150 µl ; 50 µl dans le groupe A pour *J. phonecea*, 250 µl ; 200 µl pour *P. pinaster* et 200 µl pour *J. phonecea* dans le groupe B, 150 µl dans le groupe BC pour le *P. pinaster*, 50 µl ; 0 µl pour *P. pinaster* et 0 µl pour *J. phonecea* dans le groupe C (Tableau 7).

Tableau 7 : Résultats de NEWMAN et KEULS concernant l'interaction (doses× huiles) sur la mortalité des adultes de *T. confusum*.

Libelles	Moyen	Groupe homogène
250- <i>Juniperus phonecea</i>	10	A
150- <i>Juniperus phonecea</i>	10	A
50- <i>Juniperus phonecea</i>	10	A
250- <i>Pinus pinaster</i>	5.67	B
200- <i>Pinus pinaster</i>	5.33	B
200- <i>Juniperus phonecea</i>	5.33	B
150- <i>Pinus pinaster</i>	3.00	BC
50- <i>Pinus pinaster</i>	1.67	C
0- <i>Juniperus phonecea</i>	0.00	C
0- <i>Pinus pinaster</i>	0.00	C

Résultats et discussion

3-2-Effet insecticide de l'huile essentielle de *P. pinaster* à l'égard d'un insecte ravageur « *T. confusum* ».

Pour l'huile essentielle de *P. pinaster* nous avons enregistré un taux de mortalité de 100 % des adultes de *T. confusum* avec la dose 250 μ l après 72 h d'exposition, et un taux faible pour la dose 50 μ l dans 24 h d'exposition, tandis que pour le témoin, le taux est nul (Figure 17).

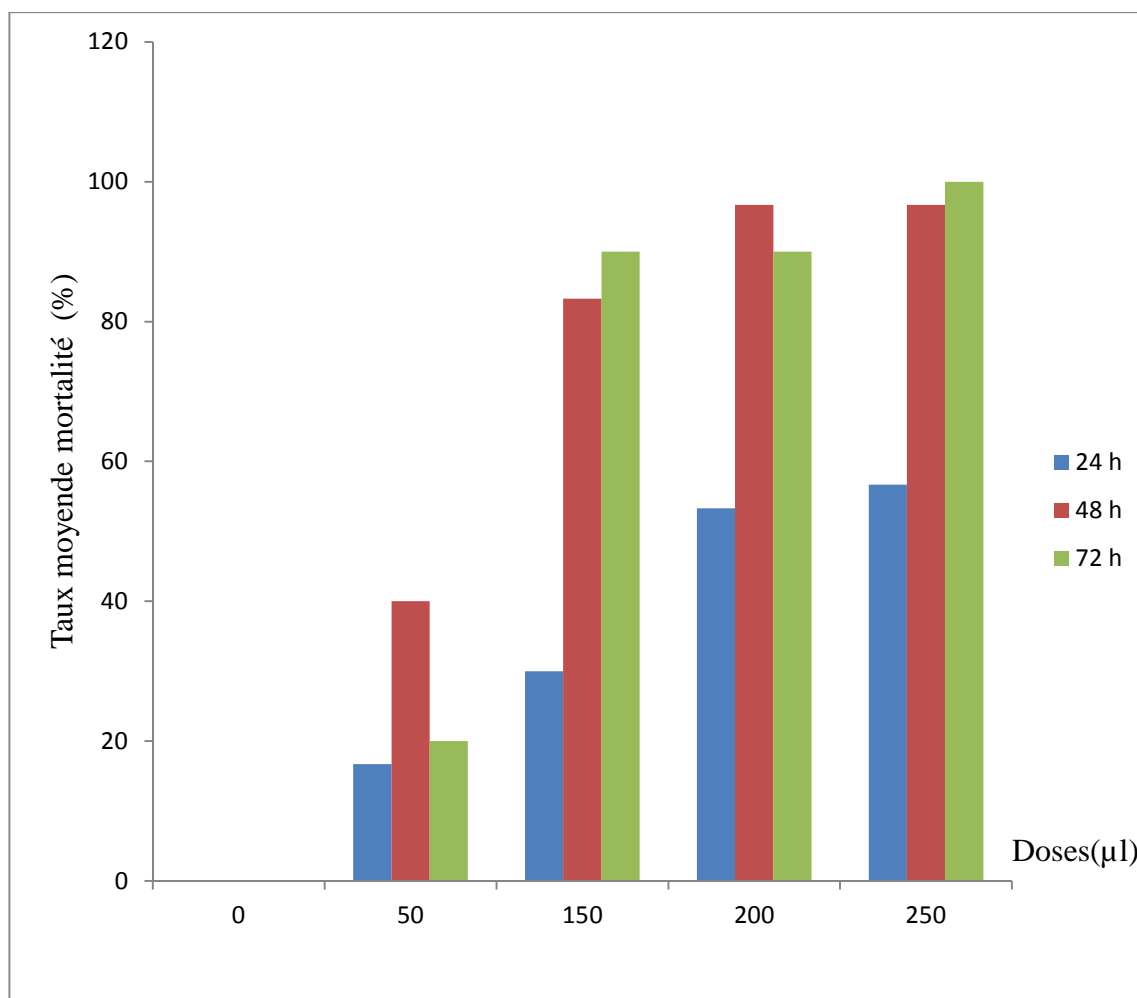


Figure 17 : Taux moyen (%) de mortalité des adultes de *Tribolium confusum* traités avec l'huile essentielle de *Pinus pinaster*.

Résultats et discussion

Les résultats de l'analyse de la variance obtenus à deux facteurs de classification (dose, temps) révèlent une différence très hautement significative pour le facteur dose avec ($P=0.0000$) et pour le facteur temps avec ($P=0.0000$). Pour l'interaction (dose \times temps) une différence non significative est enregistré avec ($P=0,374$) (Tableaux 8).

Tableaux 8 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre (dose) dans les traitements par inhalation avec trois périodes différentes (24 h, 48 h, 72 h).

	Degré de liberté	Carré moyen	Test Fisher	Probabilité	Ecart type	Coefficient de variation
Variation total	44	16.18				
Variation Facteur1	4	123.48	48.74	0.0000		
Variation Facteur2	2	46.42	18.32	0.0000		
Variation interaction F1 \times F2	8	6.14	2.43	0.374		
Variation résiduelle	30	2.53			1.59	30.9 %

Le test de NEWMAN et KEULS classe le facteur temps en deux groupes homogènes : 48 h; 72 h dans le groupe A et 24 h dans le groupe B (Tableau 9).

Tableau 9 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet de temps testés sur la mortalité des adultes de *T. confusum*.

Temps(h)	Taux moyen (%)	Groupe homogène
48	63.3	A
72	60	A
24	31.3	B

Résultats et discussion

Le test de NEWMAN et KEULS classe le facteur dose en quatre groupes homogènes : 250 µl dans le groupe A, 150 µl ; 50 µl dans le groupe AB, 200 µl dans le groupe B, et 0 µl dans le groupe C (Tableau 10).

Tableau10 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des doses testées sur la mortalité des adultes de *T. confusum*.

Doses (µl)	Taux moyen (%)	Groupe homogène
250	84.4	A
150	80	AB
50	67.8	AB
200	25.6	B
0	0	C

Le test de NEWMAN et KEULS classe le facteur dose en sept groupes homogènes : 250 µl pour 72 h et 200 µl ; 250 µl pour 48 h dans le groupe A, 150 µl; 200 µl pour 72h et 150 µl pour 48 h dans le groupe AB, 250 µl pour 24 h dans le groupe BC, 200 µl pour 24 h dans le groupe BCD, 50 µl pour 48 h ; 150 µl pour 24 h et 50 µl pour 72h dans le groupe CDE, 50 µl pour 24 h dans le groupe DE et 0 µl pour 72h ; 48 h ; 24h dans le groupe E (Tableau 11).

Tableau 11 : Résultats de NEWMAN et KEULS concernant l'interaction (doses × huiles) sur la mortalité des adultes de *T. confusum*.

Libelles	Taux moyen (%)	Groupe homogène
250-72	100	A
200-48	96.7	A
250-48	96.7	A
150-72	90	AB
200-72	90	AB
150-48	83.3	AB
250-24	56.7	BC
200-24	53.3	BCD
50-48	40	CDE

Résultats et discussion

150-24	30	CDE
50-72	20	CDE
50-24	16.7	DE
0-72	0.00	E
0-48	0	E
0-24	0	E

3-2-Discussion

D'après les résultats obtenus, l'huile essentielle de *J. phonecea* a provoqué un taux de mortalité de 100% sur les adultes de *T. confusum* aux doses 50 µl, 150 µl, 200 µl, 250 µl après une durée d'exposition de 24 h. Quant au témoin le taux de mortalité est nul.

Nous pensons que, la forte toxicité d'huile essentielle de *J. phonecea* peut être due aux composés suivant : alpha Pinène (60. 5%), Carène delta 3 (9. 1%) qui présente une concentration élevée par rapport aux autres composés.

D'après les résultats obtenus, pour d'huile essentielle de *P. pinaster* nous avons enregistré un taux de mortalité de 100 % sur les adultes de *T. confusum* qu'à la dose 250 µl après 72 h d'exposition.

Cette toxicité de l'huile essentielle de *P. pinaster* peut être due au Pinène alpha (21. 7%), Caryophyllene beta trans (10. 0%), Terpinolene (9. 0%), Phenylthyhexanoate (6. 8%).

L'huile essentielle de *J. phonecea* est plus toxique sur le *T. confusum*. Elle a engendré un temps de mortalité de 100% après 24 h d'exposition pour les doses 50 µl ; 150 µl ; 200 µl ; et 250 µl. Alors que pour le *P. pinaster* le même taux a été enregistré qu'après 72 h de traitement uniquement pour la dose 250 µl.

D'autres auteurs ont testé la récursivité de nombreuses autres huiles essentielles comme l'étude de l'effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *T. confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). (Benazzeddine, 2010). Les résultats indiqués montrent que les deux huiles essentielles de la Menthe verte et du Romarin ont été très toxiques par inhalation sur *T. confusum*, après 24 de d'exposition. Ces huiles ont provoqué 100 % de mortalité. L'Eucalyptus et le Thym ont agit également au bout de 24 heures d'exposition provoquant des taux de mortalité estimées à 54,55% et 50,65% de respectivement; ces mortalités se sont échelonnées dans le temps pour atteindre un taux de 100% après 144 heures (6 jours). Concernant l'huile essentielle de la Citronnelle son efficacité ne se révèle qu'après 96 heures de traitement et ne dépasse pas un taux de 56 % après 144 heures.

Les tests ont mis en évidence l'effet par inhalation des huiles essentielles utilisées sur *S. oryzae* et *T.confusum*, à une dose de 9.10^{-3} µl/cm³. Toutes les huiles ont provoqué 100 % de mortalité après 6 jours à l'exception de la citronnelle qui n'atteint pas ce taux.

Résultats et discussion

Sur *T.confusum*, après 24 heures d'exposition le romarin et la menthe verte ont provoqués 100% de mortalité. Les mêmes taux ont été enregistrés pour le thym et l'eucalyptus après 120 h (5 jours). Par contre la citronnelle a donné des résultats ne dépassant pas 55% après 144 h (6 jours) d'exposition (Benazzeddine, 2010).

La toxicité de nos huiles dépend de la composition chimique de l'huile essentielle étudiée, et la durée d'exposition. L'huile essentielle de *J. phonecea* est plus toxique (50 µl après 24h d'exposition) que l'huile essentielle de *P. pinaster* (250 µl après 72h d'exposition).

Nous avons constaté aussi que durant notre expérimentation, le mode d'action de nos huiles essentielles est différent. Dans le cas de l'huile essentielle de *J. phonecea* les insectes sont morts sur place. Par contre pour l'huile essentielle de *P. pinaster* nous avons constaté d'abord un blocage de l'activité motrice de l'insecte. Nous pensons que ces huiles essentielles ont agité sur le système nerveux de *T. confusum*.

Conclusion

Conclusion

Notre travail a pour objectif d'évaluer la toxicité des huiles essentielles de *J. phonecea* et de *P. pinaster*, cette étude nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

Dans le cas de fumigation les résultats obtenus ont montré que les activités des huiles essentielles étaient fonction de la nature des huiles, des concentrations utilisées, du temps d'exposition et de l'insecte considéré.

Parmi les deux huiles testées celle de *J. phonecea* montre la plus grande efficacité par inhalation, la mortalité est de 100 % après 24 h d'exposition sur *T. confusum*.

L'évaluation des huiles essentielles par inhalation de *P. pinaster* a donné des résultats faibles en comparaison avec ceux obtenus avec d'huile essentielle de *J. phonecea*.

L'huile essentielle *J. phonecea* est la plus efficace sur *T. confusum*. Elle a engendré une mortalité de 100 % après 24 h d'exposition pour les doses 50 µl ; 150 µl ; 200 µl ; et 250 µl, alors que pour *P. pinaster* ce même taux n'a été enregistré qu'après 72 h de traitement uniquement pour la dose 250 µl.

Les résultats obtenus nous ont montré que les substances naturelles utilisées ont une bonne action insecticide à l'égard d'un insecte ravageur des denrées stockées, leur toxicité varie selon le type du test effectué, et selon le paramètre biologique visé ; il est donc très intéressant de poursuivre ces travaux en mettant en évidence l'action synergique de ses huiles essentielles dans la lutte contre l'insecte ravageur des denrées stockée.

Il serait intéressant de compléter cette étude avec des tests par contact et répulsivité. Il est important d'identifier les molécules actives de ces substances naturelles pour les tester séparément afin de définir les composés toxiques.

Références bibliographique

- **Adams R.P., 1998.** The leaf essential Oils and Chemotaxonomy of *Juniperus* Sect. *Juniperus*. Biochemical systematic and Ecology .P: 637- 645.
- **Adams, R.P., 2004.** Junipers of the world: The genus *Juniperus*. Strafford publishing, Vancouver, BC, Canada.
- **Alex Delobel et Maurice Trans., 1868.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. P : 280.
- **Balachowsky A. S, et Mensil L., 1936.** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, et leur destruction. Ed. Etablissement. BUSSON., Paris, Tome II, Pp : 1722-1724.
- **Balachowsky A. S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et cie, paris, Tome I, Pp : 378-392.
- **Boukef M.F., 1986.** Médecine traditionnelle et pharmacopée –les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne. Agence de coopération culturelle et technique. P : 23.
- **Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 4^{ème} édition: Lavoisier; Paris. P.1269.
- **Bruneton J., 1999.** Parmacognosie – Phytochimie, Plantes médicinales. Edition :. Lavoisier, Paris, ,3^{ème} édition, p.584-585.
- **Cairnes D.A., Ekundayo O, and Kingston, D.G.I., 1980.** Plant anticancer agents. X. Lignans from *Juniperus phoenicea*. *J. Nat. Prod.* P: 495-497.
- **Comte G., Vekcauteren J., Chulia AJ., Allais DP. Delage C and Pinaud N., 1997.** Three Phenylpropanoids From *Juniperus phoenicea* .*Phytochemistry*. P: 1167-1173.
- **Comte G, Vekcauteren J, ChuliaAJ, Allais DP, And Delage C., 1997.** Phenylpropanoids from Leaves of *Juniperu sphoenicea* .*Phytochemistry*. Pp: 1679-1682.
- **Cosentino S, Barra A, Pisano, B, Cabisa, M, Pirisi, F, and Palmas M., 2003.** Composition and antimicrobial proprieties of Sardinian *Juniperus* essential oils against food borne pathogens and spoilage microorganisms. *J Food Prot.* Pp: 1288-1291.
- **Enma C, Jarl H, Annika S, Beatriz Dz, Andrés M, Stefan W., Herminia D., Juan C., 2013.**Extraction of low-molar-mass phenolics and lipophilic compounds from

Références bibliographique

Pinus pinaster wood with compressed CO₂. The Journal of Supercritical Fluids. Pp:193-199.

- **Ennajar M, Bouajila J, Lebrihi, A, Mathieu F, Abderraba M, Raies, A. and Romdhane, M., 2009.** Chemical Composition and Antimicrobial and Antioxidant Activities.
- **Fournier., 1948.** Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Edition : le chevalier, Tom III. Pp : 221-228.
- **Ghrabi Z., 2001.** La végétation de la zone littorale de Zouarâa. APAL. P : 25.
- **Hmamouchi M., 2001.** Chemical and antimicrobial properties of essential oils of five Moroccan plants. Journal of essential oil research. Pp : 298-302.
- **Huguet M., 2008.** La route des épices, aromates, condiments et mélange d'épices. édition : sang de la terre, Paris. P : 190.
- **Phan., 1976.** les insectes. P : 123
- **LAHLOU M., 2004.** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils, Phytother.Res. N°18. Pp : 435-448.
- **Lamnaouer D., 2002.** Conduite d'essais d'extraction et d'analyse des huiles essentielles et des principes actifs des plantes médicinales et aromatiques. Programme de l'UICN en Afrique du Nord. Phase III ; 2- 10.
- **Floch E., 1983.** Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. Editions Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.
- **Lepesme P., 1944.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Editions P. Le chevalier, Paris. Pp : 61 - 67.
- **Mebarki N., 2010.** Mémoire de Magister en génie des procédés chimiques et pharmaceutiques, Université M'hamed Bougara Boumerdes.
- **Isabelle F., Juin 2002.** Etude botanique "Le Grenadier" Faculté des Sciences Pharmaceutiques de Toulouse.
- **Régis T, David B, Jean-Paul M, David B.** Article : le Genévrier de Phénicie parmi les genévriers de France.
- **Rezzi S, Cavaleiro C, Salgueiro L, Bighelli A, Casanova J, and Proença da Cunha A, 2001.** Intraspecific Chemical Variability of The Leaf Essential Oil of *Juniperus phoenicea* turbinata from Corsica. Biochemical systematics and Ecology. 29: 179- 188.

Références bibliographique

- **Sanaa A, Maha Z.R., Nabawia A.I, Mohga S.A, Hayat M.S, Magda M.M., 2010.** Protective role of *Juniperus phoenicea* and *Cupressus sempervirens* against CCl₄. *World J Gastrointest Pharmacol.* 1(6): 123-131.
- **Saule M., 2002.** La grande flore illustrée des pyrenées. Edition RANDO / MILAN. P : 730.
- **Seigue A., 1985.** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Edition : G.P Maisonneuve et Larousse. P : 216.
- **Benazzeddine S., 2010.** Ecole nationale supérieure agronomique El Harrach Algérie - Ingénieur d'état en sciences agronomiques.
- **Vitor C., 1998.** Recherche de nouvelles substances végétales insecticide. Etude de *Pinus pinaster* Ait. Thèse de Doctorat, Aix- Marseille III.

Annexes

Annexe 1 : Analyse chromatographique de l'huile essentielle de *Juniperus phonecea*.

Constituants principaux	%
Pinene alpha	60,5
Fenchene alpha	0,48
Terpinene alpha	0,45
Pinene beta	1,1
Carene delta 3	9,1
Myrcene	2,98
Limonene	1,58
Phellandrene beta	1,8
Terpinene gamma	0,3
O-cymene	0,33
Terpinolene	0,73
Copsene alpha	0,15
Camphre	0,39
Linalol	0,45
Linalylacetate	0,94
Isopulegylacetate	0,38
Bomylacetate	1,04
Methylelematrienoate	0,25
Caryophyllenetrans beta	0,96
3,5-cadinadiene	0,22
Humulene alpha	0,62
Terpenylacetate alpha	1,48
Germacrene D	0,94
Cubebene beta	0,35
Aromadendrene	0,17
Muurolene alpha	0,43
Cadinene delta	1,59
Citronellol beta	0,27
Funebrene beta	0,1

Germacrene B cis	1,21
Caryophyllenol	0,23
Isocaryophylleneepoxyde	0,29
(E)-2, (Z)-4-decadienol	0,27
Humuleneepoxydell alpha	0,16
Epi cubenol	0,69
Elemol	0,45
2-geranylcylopentanone	0,17
Eudesmol beta	0,19
Epi-13-manoyl oxyde	0,27

Annexe 2 : Analyse chromatographique d'huile essentielle de *Pinus pinaster*.

constituants principaux	%
Pinene alpha	21.7
Pinene beta	2.0
Sabinane	2.5
Delta-3-carene	2.7
Myrcene	27.5
Terpinolene	9.0
Limonene	1.0
Phellandrene beta	0.9
Terpinene gamma	1.8
Ocimenetrans	1.0
Caryophyllene beta trans	10.0
4-terpineol	1.3
Humulene alpha	0.9
Geranylacetate	0.9
Isocaryophylleneepoxyde	1.1
Phenylethylhexanoate	6.8
Guaiol	0.3

Annexe 3 : Moyenne de mortalité des adultes de *Tribolium confusum* dans les tests d'inhalation.

Doses (μ l) huiles	0	50	150	200	250
<i>Juniperus phonecea</i>	0 \pm 0,00	100 \pm 0,00	100 \pm 0,00	100 \pm 0,00	100 \pm 0,00
<i>Pinus pinaster</i>	0 \pm 0,00	16 \pm 2,08	30 \pm 1,73	53,3 \pm 2,31	56,7 \pm 2,08

Annexe 4 : Moyenne de mortalité des adultes de *Tibolium confusum* dans les tests d'inhalation.

Doses (μ l) huiles	0	50	150	200	250
24	0 \pm 0	16,7 \pm 2,08	30 \pm 1,73	53,3 \pm 2,31	56,7 \pm 2,08
48	0 \pm 0	40 \pm 3,61	83.3 \pm 1,53	96,7 \pm 0,58	96,7 \pm 0,88
72	0 \pm 0	20 \pm 1,73	90 \pm 1,00	90 \pm 1	10 \pm 0