



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Larbi –Tébessi–Tébessa



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie

Département des Êtres Vivants

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecophysiologie Animale

Thème :

Activité ovicide de deux huiles essentielles de
Origanum vulgare et *Ruta montana* sur un ravageur secondaire
des denrées stockées *Tribolium confusum*

Présenté par :

Sahraoui Meroua

Saadi Djoumana

Devant le jury :

Dr .Bouazdia K	MCB	Université de Tébessa	Président
Dr .Bouzeraa H	MCA	Université de Tébessa	Rapporteur
Dr .Hannachi MS	MCB	Université de Tébessa	Examineur

Date de soutenance : 14/06/2020

2020/2021

Sommaire

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

1. Introduction.....	1
2. Matériels et méthodes	5
2.1. Matériels biologiques	5
2.1.1. Présentation de l'insecte	5
2.1.2. Présentation des plantes	9
2.1.2.1. Ruta Montana	9
2.1.2.2. Origanum vulgare	11
2.2. Méthodes d'études	13
2.2.1. Technique d'élevage	14
2.2.2.1. Préparation de l'extrait aqueux	14
2.2.2.2. Préparation de l'extrait acide	15
2.2.2.3. Préparation de l'extrait méthanolique	15
2.2.2. Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation (HD)	16
2.2.3. Test de toxicité	18
2.2.4. Analyses statistiques	18
3. Résultats	19
3.1. Screening phytochimique	19
3.2. Rendements en huiles essentielles	21
3.3. Détermination de la toxicité des huiles essentielles	21
3.3.1. Toxicité de l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> sur les œufs de <i>T. confusum</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition	21
3.3.2. Toxicité de l'huile essentielle de <i>R. montana</i> sur les œufs de <i>T. confusum</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition	22
4. Discussion.....	24

5. Conclusion et perspectives.....	28
6. Résumé	30
7. Reference bibliographique	33

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes

Remerciements les plus sincères, tout d'abord

au « الله عز وجل » pour la patience et la santé qu'il m'a offerte tout au long de mes études.

Mes plus vifs remerciements et toute ma considération à

Dr Bouazdia K qui m'a fait l'honneur de présider le présent jury.

Je tiens à exprimer mes profondes gratitude à mon promoteur

Dr. H. Bouzeraa pour avoir

accepté de diriger ce travail. Je lui témoigne toute ma reconnaissance

pour ses conseils, ses orientations et sa patience.

Mes plus vifs remerciements et toute ma considération à

Dr Hannachi MS A qui a bien voulu accepter d'être membre

de ce même jury et de me faire l'honneur de juger ce travail.

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	<i>Tribolium confusum</i>	05
02	Photo d'une larve de <i>Tribolium confusum</i> .	06
03	Schéma d'une nymphe de <i>Tribolium confusum</i> .	07
04	Photo d'un adulte de <i>Tribolium cofusum</i>	08
05	Cycle de développement chez <i>Tribolium confusum</i> a 30°C	08
06	<i>Ruta montana</i>	10
07	<i>Origanum vulgare</i>	12
08	<i>Elevage de Tribolium confusum</i>	14
09	Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger.	16
10	Parties aériennes sèches d' <i>Origanum vulgare</i> (ph. À droite) et <i>Ruta montana</i> (Ph.à gauche)	17
11	Test de toxicité par fumigation.	18
12	Les composés chimiques présents dans diverses huiles essentielles (Mukhopadyay, 2009)	20
13	Révélation des composants chimiques de la plante <i>O. vulgare</i> par un screening phytochimique	20
14	Révélation des composants chimiques de la plante <i>R. montana</i> par un screening phytochimique	24

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Résultats de screening phytochimique	19
02	Pourcentage de mortalité corrigée des œufs de <i>T. confusum</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune 10 œufs)	22
03	Analyse des Probits (CL50) de la toxicité de l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> contre les œufs de <i>T. confusum</i> après 24, 72 et 120h d'exposition au traitement (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune 10 œufs)	22
04	Pourcentage de mortalité corrigée des œufs de <i>T. confusum</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle de <i>R. montana</i> (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune 10 œufs)	23
05	Analyse des Probits (CL50) d de la toxicité de l'huile essentielle de <i>R. montana</i> contre les œufs de <i>T. confusum</i> après 24, 72 et 120h d'exposition au traitement (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune 10 œufs)	23

1. Introduction

L'agriculture en Algérie, constitue un secteur extrêmement important. Elle couvre une grande partie du territoire national et présente dans plus de 90% des 1541 communes existantes. Le secteur agricole est le moteur de la croissance économique du pays, aujourd'hui elle est répondeuse plus de 74% à la demande locale du pays, elle couvre la grande partie de la production nationale selon les derniers rapports en 2019. (*Bessaoud, et al. 2019*).

Les céréales et les graines sont un être vivant qui doit être surveillée et traitée pour garantir une bonne conservation, dans la plupart des cas, la production des céréales par une seule récolte dans l'année alors que la période de consommation est prolongée toute au long de l'année, d'où la nécessité du stockage. (*Duc et al. 2017*).

Les céréales et légumineuse sec ce sont des produits stockés à long terme et présentent une facilité pendant leur transport. Leur stockage se fait en générale dans les silos ou dans des vrac pour les grandes quantités, par contre les fellahs stockent leurs produits dans la plupart des cas dans des sacs. Malheureusement, de nombreux agents de détériorations (vertébrés, insectes, moisissures, acariens...), Le développement des insectes et la prolifération de moisissures sur les denrées stockées engendre des altérations de la qualité du grain et ainsi que la production des mycotoxines nocives, ils sont causé la perte d'une grande partie des récoltes de denrées stockés. (*Abeledoet, 2015*).

Tout grain stocké est susceptible d'être attaqué par divers prédateurs. De tous ravageurs, ce sont les insectes qui causent d'importantes pertes économiques au niveau du stockage des céréales sont à l'origine de la plupart des dommages subis dans les réserves des denrées stockées et sont susceptibles de causer des dégâts aux grains stockés (*Karahacane, 2015*).

Les dégâts qu'ils occasionnent incluent la perte de poids et une diminution de la qualité des grains et le rendent impropre à la consommation. Et quelque fois une perte du pouvoir germinatif. L'activité métabolique des insectes crée un milieu favorable au développement des micro-organismes produisant des toxines à l'instar des champignons aflatoxinogènes du genre *Aspergillus* (*Waongo et al., 2013*).

Les insectes sont les principaux ravageurs des denrées entreposées dans le monde et spécifiquement dans les pays Méditerranéen. Ils causent des plusieurs dégâts au niveau des stocks des grains (*Karahacane, 2015*).

Les insectes sont des arthropodes dont le corps est divisé en trois segments (tête avec une seule paire d'antennes, thorax et abdomen de 11 segments au maximum). Par ailleurs, ils possèdent trois paires de pattes à l'état adulte, ce qui signifie que ce sont également des hexapodes. (*Grassé, 1973*).

Le système nerveux, chez les insectes Il agisse avec l'association du système endocrinien le contrôle des fonctions alimentaire, respiratoire, excrétoire, reproductive, la croissance et le développement. Le cerveau est connecté aux organes sensoriels portés par la tête. (*Schmitt, 1962*).

Le comportement de ponte est l'un des aspects les plus importants du comportement des femelles. En tant que tel, il est contrôlé par plusieurs niveaux de régulation telle que des circuits neuronaux des insectes qui contrôlent quand, où et comment pondre un œuf.

Les chimiorécepteurs Ils sont utilisés pour percevoir les signaux chimiques, comme les phéromones, émis à distance par d'autres insectes, mais aussi pour la recherche de la nourriture, de sites de ponte et de nombreuses autres fonctions vitales.

Le système respiratoire des insectes de type trachéen, formé de tubulures qui présentent de nombreuses ramifications terminales et s'ouvrent sur l'extérieur par les stigmates. Ces trachées véhiculent directement l'air aux cellules des différents organes. (*Rockstein, 1973, 1974*).

La majorité des insectes sont des espèces ovipares.

L'action des insectes déprédateurs de céréales et de grain peut anéantir complètement, en quelques mois seulement, des stocks destinés aux vivres et aux semences si aucune protection n'est appliquée. Pour y apporter des solutions, les producteurs ont recours le plus souvent aux pesticides de synthèse. La résistance des insectes, les intoxications et les pollutions liées à l'utilisation des pesticides constituent de sérieux problèmes environnementaux et de santé publique. C'est ainsi que ces dernières années, de nombreux travaux ont été menés pour proposer des méthodes alternatives de protection, peu coûteuses et qui respectent l'environnement. Les insecticides naturels tels que les plantes à effet insecticide et les substances inertes (sable, cendre, terres à diatomées...) méritent d'être valorisées afin de réduire l'utilisation des insecticides chimiques et protéger l'environnement. La recherche des méthodes alternatives de protection des denrées issues du savoir-faire des anciens puis l'usage des Substances actives végétales, produits de la biodiversité locale se présente aujourd'hui

comme une alternative prometteuse. Les substances bioactives formulés à partir des huiles essentielles des plantes aromatiques condimentaires constituent une piste sérieuse. (*Belouaer, Selahdja 2020*).

Les huiles essentielles (huiles volatiles) sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (*Bruneton, 1993*).

Selon *Smallfield (2001)*, les huiles essentielles sont des mélanges de composés aromatiques des plantes, qui sont extraites par distillation par la vapeur ou des solvants, qu'on trouve naturellement dans diverses parties des arbres, des plantes et des épices, elles sont volatiles et sensibles à l'effet de la chaleur, elles ne contiennent pas de corps gras.

De par les huiles essentielles qu'elles renferment, de nombreuses plantes sont caractérisées par des propriétés insecticides. Leur action toxique (par contact et inhalation), leur répulsivité, leur anti-appétence, de même que leurs effets néfastes sur le potentiel reproducteur des insectes, ont été à maintes reprises prouvés. L'étude menée par *Shaaya et al., (1997)*.

Les mécanismes d'action des propriétés pesticides des huiles essentielles sont méconnus et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (*Isman 2000*). On considère que ces mécanismes sont uniques et que les bio pesticides à base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides. Avec ces mécanismes d'action particuliers, ces bio pesticides peuvent être utilisés seuls et à répétition sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les ravageurs.

Ils peuvent également être utilisés en alternance avec les pesticides de synthèse afin de prolonger la durée de vie de ces derniers.

La flore algérienne regorge d'une importante réserve de plantes aromatique et médicinale (plus de 3000 espèces).

Parmi ces plantes : *Cupressaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Poaceae, Scrophulariaceae, Papaveraceae, Zingiberaceae, Linaceae, Brassicaceae, Rutaceae....*

L'OMS recommande l'évaluation de l'innocuité et de l'efficacité des médicaments à base des plantes en vue de standardiser leur usage et les intégrer dans les systèmes de soins

conventionnels. En raison des avantages efficaces de ces plantes pour traiter diverses maladies et pour résoudre de nombreux problèmes (les insectes ravageurs des denrées stockées).

L'effet insecticide des huiles essentielles a été démontré contre les ravageurs des denrées entreposées par plusieurs méthodes par contact, ingestion ou par fumigation. La toxicité de ces dernières est exprimée par activités ovicide, larvicide (*Bouzeraa et al., 2018*) inhibiteurs sur la croissance et le développement (*Messaoudene. & Mouhou, 2017*).

Dans notre travail, nous allons étudier l'activité ovicide de deux huiles essentielles de deux plantes aromatiques *Ruta montana*, *Origanum vulgare* sur un ravageur secondaire des denrées stockées *Tribolium sp.*

2. Matériels et méthodes

2.1. Matériels biologiques

2.1.1. Présentation de l'insecte :

Tribolium confusum, le petit ver de la farine, *tribolion* brun de la farine, est une espèce d'insectes coléoptères de la famille des *Tenebrionidae* à répartition cosmopolite.

C'est un insecte ravageur commun connu pour attaquer et infester les denrées alimentaires stockées, notamment la farine et les grains de céréales, dans les silos, entrepôts, boulangeries, épiceries et maisons particulières. (Figure01).

Classification

Règne : *Animalia*

Embranchement : *Arthropoda*

Sous-embr : *Hexapoda*

Classe : *Insecta*

Sous-classe : *Pterygota*

Super-ordre : *Holometabola*

Ordre : *Coleoptera*

Famille : *Tenebrionidae*

Genre : *Tribolium (Tenebrionidae)*

Espèce : *Tribolium confusum*

(Jaquelin Du Val, 1881)



Figure 01 : *Tribolium confusum* (Adulte)

▪ Appellations :

Le nom commun Français attribué à ce ravageur est tribolium brun de la farine. En Anglais il est connu comme confused flour beetle, mason beetle.

▪ **Origine et répartition géographique :**

L'aire de répartition de *T.confusum* est très vaste à travers le monde. Il est généralement distribué dans le monde entier et il est très abondant dans toutes les parties des Etats-Unis (*Anonyme, 1955*).

Selon *Lepesme (1944)*, cette espèce préfère les régions tempérées et remonte assez loin dans le nord de l'Europe et de l'Amérique, sous les climats froids (*Anonyme, 2001*). On rencontre cet insecte dans la nature, non seulement en Afrique, mais aussi dans les régions où elle fut introduite, sous l'écorce des arbres (*Delobel et Trans, 1993*).

▪ **Cycle biologique :**

Œuf : la femelle infeste les aliments en y déposant, en moyenne, 2 ou 3 œufs tous les jours durant 6 mois. Elle produit donc, dans sa vie, près de 500 œufs. Dans les 5 à 12 jours suivant la ponte, les larves éclosent. L'œuf est ovalaire, sans sculpture, il mesure en moyenne 0,6 mm de long (*Steffan, 1978*). 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*).

Larve : la larve néonate ne dépasse pas 1,4 mm après éclosion, atteignent 6 à 7 mm à l'achèvement de leur croissance. Elle est étroite, mobile et de couleur blanche à jaune-brun (*Anonyme, 2001*) recouvert d'un tégument assez mou, taché de jaune sur le dessus et couvert de nombreuses soies, s'achève par une paire d'urogomphes de couleur rousse. Elle passe par 7 ou 8 stades larvaires sur une durée qui varie de 22 à plus de 100 jours selon de nombreux facteurs : température, humidité, qualité de l'alimentation, etc. (*Delobel et Trans, 1993*). (Figure 02).

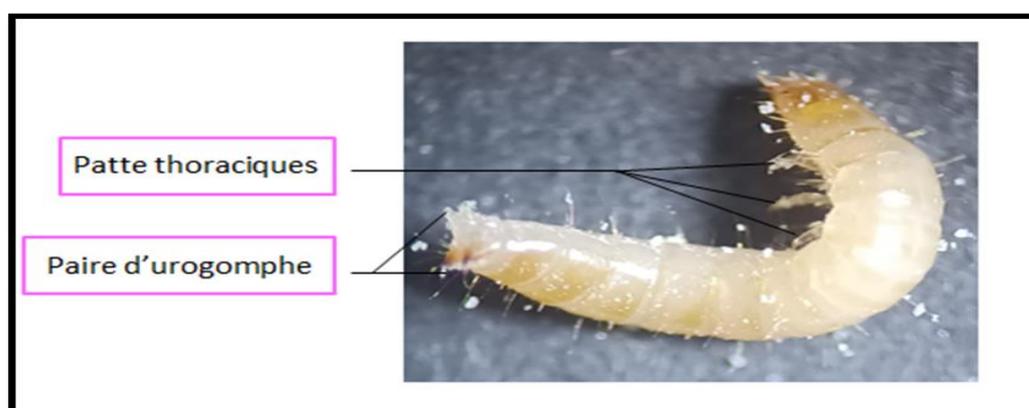


Figure 02 : Photo d'une larve de *Tribolium confusum* (photo personnelle).40

Nymphe : les larves du dernier stade se transforment en nymphes nues (la période nymphale est d'environ 8 jours). La nymphe est de couleur blanche. Les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (Balachowsky, 1936). La nymphe reste sans protection et est incapable de se déplacer. 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 un légèrement protubérance déprimée. (Figure 03).

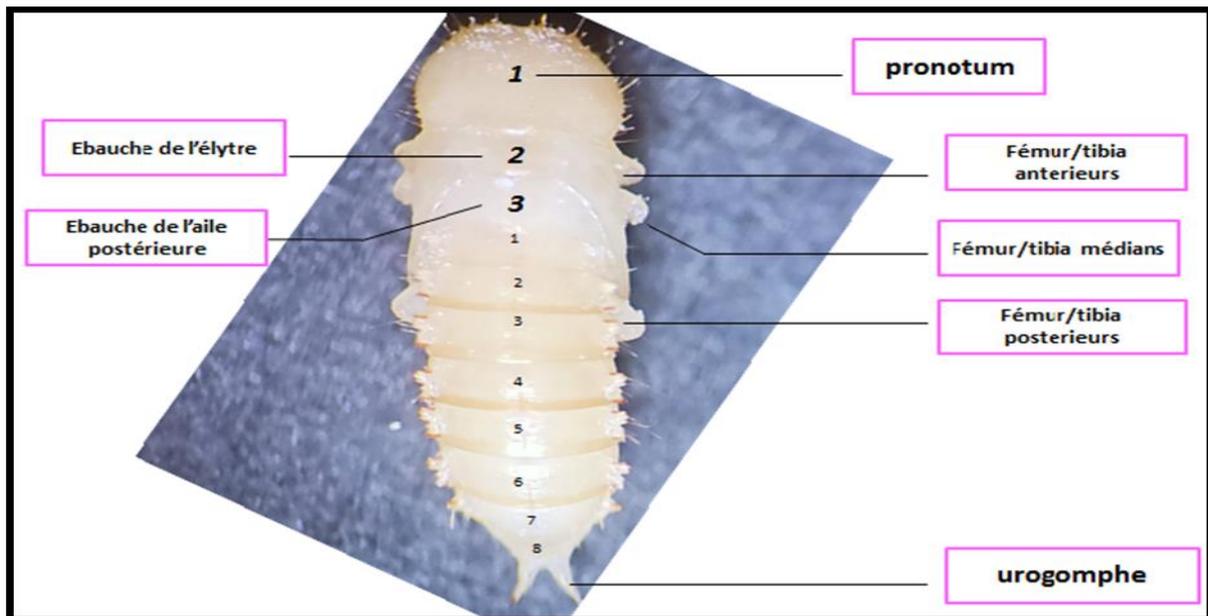


Figure 03 : Schéma d'une nymphe de *Tribolium confusum* (Photo personnelle).40

Imago : la nymphe subit une mue imaginale et donne naissance à un imago en une semaine, (Anonyme, 1955). À son émergence, l'adulte est de couleur blanc jaunâtre, son tégument se sclérotinise et se pigmente 2 à 3 jours plus tard. Il devient brun rouge, long d'environ 3 à 5 mm, aplati et ovale dont la tête et la partie antérieure du thorax sont densément couverts de points minuscules et les élytres sont striés dans le sens de la longueur avec de rares ponctuations entre les stries. Les pattes sont courbées, les tarsi postérieurs sont formés de quatre articles. Sa longévité est de 3 ans ou plus selon les conditions de vie (Balachowsky, 1962). En absence d'alimentation, *T. confusum* exerce le cannibalisme, dévore les oeufs et les larves de leurs congénères (Steffan 1978). (Figure 04).

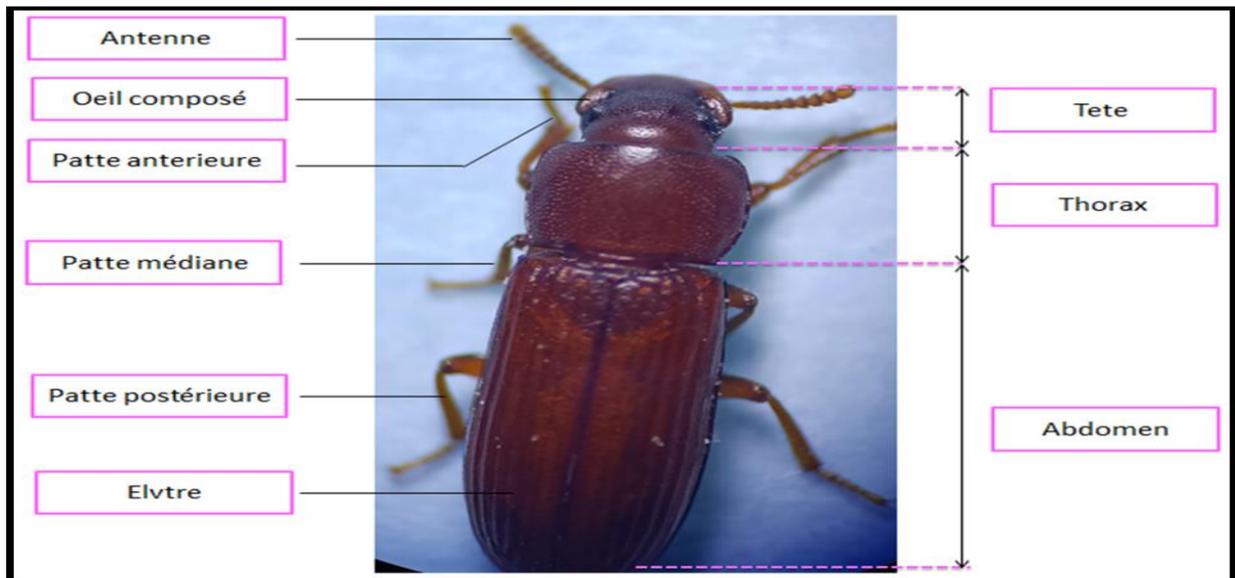


Figure04 : Photo d'un adulte de *Tribolium confusum* (photo personnelle)

- **Leur cycle de vie** : est d'une durée de 7 à 10 semaines environ, mais dans des conditions favorables, le processus peut être plus rapide. Il préfère des températures de 30 ° C et ne se développera ni ne se reproduira à températures réduites à 18 ° C (Bennett, 2003 ; Baldwin & Tfasulo, 2017 ; Kheloul et al., 2020). (Figure05).

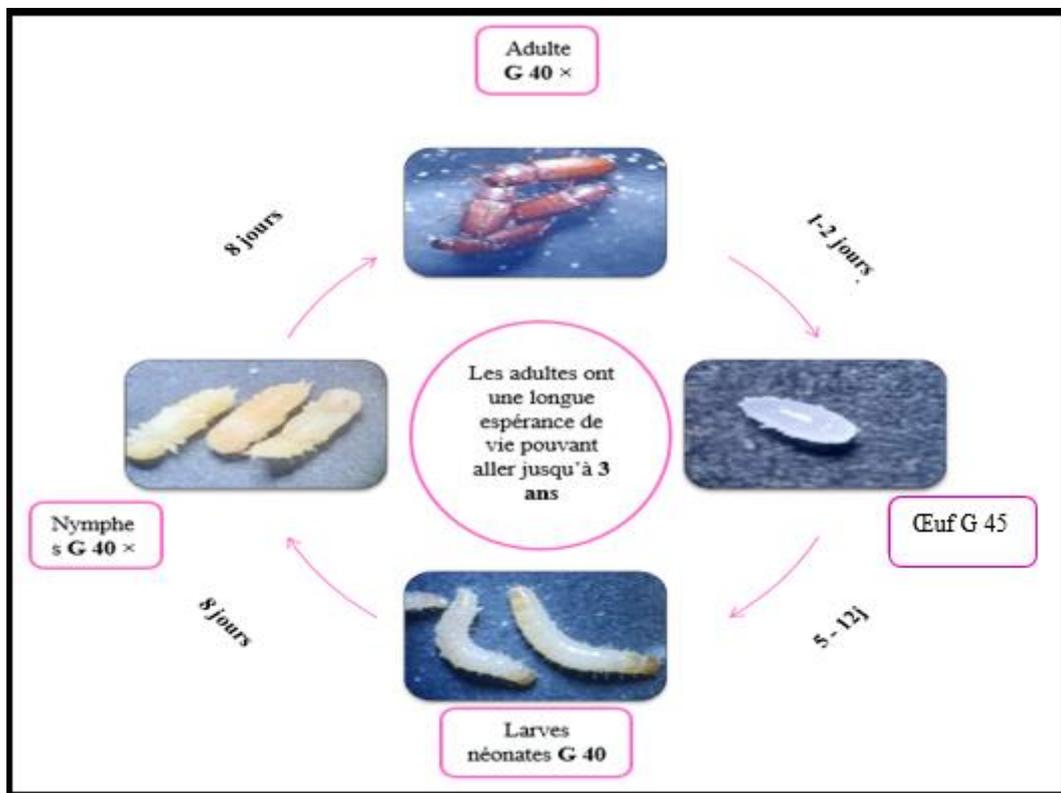


Figure 05 : Cycle de développement chez *Tribolium confusum* a 30°C (Photos personnelles, 2021).

▪ Régime alimentaire et dégâts :

Le *Tribolium* recherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son, les issues... etc. (Lepesme, 1944). Les adultes sécrètent une odeur persistante et désagréable aux produits alimentaires envahis. Leurs excréments sont irritants pour l'homme et elle peut causer des désordres gastriques (Roger, 2002). D'après STEFFAN (in Scotti, 1978), les adultes sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, elles attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts.

▪ Ennemis naturels :

Selon Lepesme (1944), quelques arthropodes tendent à limiter l'activité des *Tribolium* en particulier les acariens et Béthylides :

-Acariens :

-*Pyemotes ventricosus* Newp = (*Pediculoides ventricosus* Newp).

-*Acarophenax tribolii* Newp.et Duv.

-Béthylides : (Ordre : Hyménoptère)

-*Rhabdepyris zae* Turn.et Waterst,

-*Scleroderma immigrans* Bridw qui parasite les larves

2.1.2. Présentation des plantes

2.1.2.1. *Ruta Montana* :

Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et la survie de l'humanité. Ils sont utilisés pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine. En effet, elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur (Dutertre, 2011). (Figure 06).

Nous avons décidé de parler d'une plante plutôt connue qu'on trouve dans nos sols « *Ruta montana* ».

Le nom commun de cette plante :

Arabe : Fidjel, Fidjela el djebeli.

Français : Rue des montagnes.

Anglais : Mountain Rue.



Figure 06 : *Ruta montana* (Photo personnelle 2021).

Classification

Règne : *Plantae*

Embranchement : *Tracheophyta*

Sous-emb- : *Spermatophytina*

Classe : *Magnoliopsida*
(*dicotylédons*)

Sous classe : *Rosid*

Ordre : *Sapindales*

Famille : *Rutaceae*

Genre : *Ruta*

Espèce : *Ruta montana*

(*Linné, 1756*)

▪ **Description botanique :**

Ruta montana appelée communément rue des montagnes est un arbrisseau de la famille des Rutaceae, du genre *Ruta*. C'est une plante méditerranéenne semi arbustive, de 40 cm à un mètre de haut environ, très ramifiée et ligneuse à la base (*Allouni, 2018*).

○ **Partie aérienne :**

- **Tiges** : Droites, cylindriques, très rameuses, glabres et glauques de 2 à 5 pieds de hauteurs.
- **Feuilles** : Pétiolées, alternes, éparses, composées, d'un vert glauque, à folioles ovales obtuses, épaisses, légèrement dentées sur les bords ou entières.
- **Fleurs** : Jaunes, à cinq pétales concaves qui renferment dix étamines bien plus longues que les pétales et terminées par des anthères presque ronds, pédonculées en corymbe terminal.

- **Fruits** : Des capsules globuleuses à lobes arrondies et pédoncule court (4 mm) et se terminent par 4 ou 5 lobes arrondis, apparents ; libérant à maturité de petites graines noirâtres.
- **Semences** : Réniformes, à embryon renfermé dans un albumen charnu.
- **Odeur** : nauséabonde et saveur chaude et amère.
- o **Partie souterraines** :
- **Racines** : Blanches, fibreuses et à nombreuses racicules.

La multiplication peut être effectuée par plantation directe de graines, boutures de tiges ou boutures de racines (*Mitra et al. 2019*).

- **Distribution géographique en Algérie :**

La Rue pousse spontanément dans les roches les lieux arides vieux murs collines sèches et elle est abondante dans les terrains calcaires dans régions méditerranéennes. Elle est présentée dans les rocailles pâturages et pelouses du tell communément retrouvées dans les zones montagneuses de l'intérieur jusqu'à l'Atlas saharien (*Quezel et al. 1963*).

- **Propriétés médicinales :**

Ruta montana communément appelé Fidjel est connue comme plante médicinale, utilisée dans la médecine traditionnelle Algérienne comme emménagogue, antispasmodique et rubéfiant. Le screening phytochimique nous a permis de confirmer la présence des alcaloïdes, des coumarines, des tanins, des stérols et des triterpènes et l'absence des saponosides et des anthocyanes. Les différents extraits de *Ruta montana* ont été testés pour leur activité antioxydante, antibacérienne et antifongique. (*Allouni, 2018*).

2.1.2.2. *Origanum vulgare* :

Origanum vulgare est une plante originaire d'Europe vers l'Asie centrale (*Bejenaru et al., 2017*).

L'origan vulgaire est une herbacée vivace de la classe des dicotylédones qui mesure de 30 à 80 cm de haut, au feuillage et aux fleurs odorantes quand on les froisse. Elle est ainsi reconnaissable à son odeur et à sa saveur phénolée, épicée et chaude (*Dubois et al., 2006*). Elle pousse depuis le niveau de la mer jusqu'à 4000 m d'altitude, principalement sur les substrats calcaires et, fleurit de Mai à Octobre. C'est une plante hémicryptophyte. Les plantes hémicryptophytes sont des plantes vivaces dont les bourgeons de renouvellement sont situés au niveau du sol. En effet, les parties aériennes meurent pendant la mauvaise saison, et la

plante peut donc repartir à partir des bourgeons de renouvellement (Caillaud, 2013). (Figure 07).

Le nom commun de cette plante :

Arabe : zaâter.

Français : origan, origan commun, origan vulgaire, origan vrai, marjolaine sauvage, marjolaine.

Anglais : oregano.



Figure 07 : *Origanum vulgare*.

Classification

Règne : *Plantae*

Super-embr. *Spermatophyta*

Embranchement : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Asteridae*

Order : *Lamiales*

Famille : *Lamiaceae*

Genre : *Origanum*.

Espèce : *Origanum vulgare*

(Linné, 1753)

▪ **Description botanique :**

C'est une plante souvent peu rougeâtre violacée et qui est couverte de poils. Faisant partie de la famille des Lamiaceae, elle possède donc de nombreuses tiges dressées à la section carrée et ramifiées. Ces tiges peuvent persister l'hiver à l'état sec. L'origan est une plante à tiges dressées, généralement poilues, quelques fois glabres.

Elles portent les feuilles à bord entier ou denté (jusqu'à 30 paires par tige), généralement ovales et à pointe émoussée ; elles sont poilues ou glabres et portent des glandes sécrétrices sessiles non apparentes (jusqu'à 800 par cm²).

Les fleurs sont groupées en inflorescences ou épis. Chaque fleur est située à l'aisselle d'une bractée ovale, légèrement membraneuse glabre ou quelques fois pubescente, de couleur rouge-violacé ou parfois glauque. La bractée est plus longue que le calice de la fleur. À l'intérieur du calice de 2 à 4 mm de longueur, se trouve la corolle (4 à 10 mm de longueur) de couleur rose ou violette. (Caillaud, 2013 ; Dubois et al., 2006).

▪ **Propriétés médicinales :**

○ **Utilisation interne :**

Soigne les ballonnements et les flatulences, améliore le transit et soulage les troubles digestifs et intestinaux (effet apéritif).

○ **Utilisation externe :**

Soigne les plaies, les piqûres et les brûlures, les démangeaisons de la peau (champignons, eczéma, irritations cutanées). Antalgique, il soigne les migraines et les rhumatismes. Améliore l'état des voies respiratoires en cas d'asthme, de bronchites, de rhumes et de rhino-pharyngites.

En Algérie, communément appelé « zaâter », l'origan est une plante essentiellement médicinale qui jouit d'une grande ferveur populaire (Baba Aissa, 1990). La sous-espèce glandulosum est utilisée comme tisane par la population locale pour guérir plusieurs maladies telles que : rhumatismes, toux, rhume et troubles digestifs (Mahmoudi, 1990 ; Erdogan et Belhattab, 2010).

• **Distribution géographique en Algérie :**

En Algérie, *Origanum vulgare* est distribuée à travers tout le nord-est du pays (Souk-Ahras, Guelma, Sétif...).

2.2. Méthodes d'études

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique « écophysiologie animale », de la Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie -université Larbi Tebessi –Tébessa. Il consiste à mettre en évidence le potentiel insecticide de l'huile essentielle de *Ruta montana* (Rutaceae) et d'*Origanum vulgare* (Lamiaceae). Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode d'hydrodistillation pour l'extraction des huiles essentielles que nous avons testées par fumigation sur l'éclosion des œufs de *T. confusum* (Tenebrionidae).

2.2.1. Technique d'élevage :

La semoule commerciale infestée par *T. confusum* a été prélevée d'un dépôt de stockage à la wilaya de Tébessa.

L'élevage de *T. confusum* a été réalisé au laboratoire à une température de 30° et une humidité de 50%. Les larves du dernier stade ont été récupérées et placées dans des boîtes en plastiques contenant la farine désinfectée jusqu'à l'émergence adultes. Les adultes âgés de quelques jours ont été mis dans une boîte en plastique contenant une nouvelle farine désinfectée, recouverte d'une tulle maintenue par un élastique, et laissée pour accouplement. Les œufs âgés de deux jours ont été récupérés et utilisés pour l'expérimentation. (Figure 08).



➤ **Figure 08 :** *Elevage de Tribolium confusum* (photos personnelles, 2021).

➤ Screening phytochimique :

La partie aérienne de la plante sèche a été broyée à l'aide d'un mortier de manière à obtenir une poudre fine et homogène. Différents extraits de la plante (extrait aqueux, acide et méthanolique) obtenu ont servi à la réalisation d'un screening phytochimique préliminaire, il s'agit d'une analyse qualitative basée sur des réactions de coloration et/ou de précipitation en vue de mettre en évidence les grands groupes chimiques des métabolites secondaires de la plante.

2.2.2.1. Préparation de l'extrait aqueux :

Vingt grammes de poudre de la plante ont été portés à ébullition dans 200 ml d'eau distillée. Le macéré a été ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre.

- Détection des saponines :

Pour mettre en évidence les saponines, nous avons introduit 2 ml de l'extrait aqueux dans un tube à essai. Le tube est agité pendant 15 secondes (s) puis laissé au repos pendant 15 min. Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides.

- Détection des tanins :

3 à 4 gouttes de chlorure ferrique sont ajoutées à 2 mL d'extrait aqueux. L'apparition d'une coloration vert foncée indique la présence de tanins catéchiques, et une coloration bleue verdâtre indique la présence simultanée des deux types de tanins : les tanins hydrolysables et condensés (Soulama et al. 2014).

- Détection des glycosides cardiaques (Frothing test) :

Deux ml de chloroforme sont ajoutés à 2 ml de l'extrait, l'apparition d'une coloration brun-rougeâtre après l'ajout de 3 à 4 gouttes de H₂SO₄ indique la présence des glycosides cardiaques.

2.2.2.2. Préparation de l'extrait acide :

Pour préparer l'extrait acide, 2 g de poudre végétale sont laissés macérer pendant 30mn au dans 20 ml d'acide chlorhydrique (HCl). L'extrait est ensuite filtré. Le filtrat obtenu a servi pour la détection des flavonoïdes.

- Détection des flavonoïdes (**NaOH** test) :

La présence ou l'absence des flavonoïdes a été détectée après l'ajout de 2ml de NaOH à 10% à 2ml de l'extrait acide. Une coloration plus foncée à l'extrait acide révèle la présence des flavonoïdes.

2.2.2.3. Préparation de l'extrait méthanolique :

Dix grammes de la plante sèche ont été laissées pour macération dans 100ml de méthanol pendant 30mn. Après filtration, le filtrat récupéré a été soumis à une évaporation obtenant un extrait sec. Ce dernier a été ensuite dissous dans six ml de chloroforme. Cet extrait a servi pour la détection des alcaloïdes, les triterpènes et stérols.

- Détection des alcaloïdes (**WAGNER** test) :

Pour mettre en évidence les alcaloïdes, le réactif de WAGNER a été utilisé. 2 à 3 gouttes du réactif WAGNER ont été ajoutées aux 2ml de l'extrait alcoolique. L'apparition d'un précipité ou d'une coloration orangée indique un test positif.

- Détection des triterpènes et stérols (**LIBERMANN** test) :

Les stérols et les terpènes ont été recherchés par la réaction de Liebermann. 2 à 3 gouttes de l'acide anhydride ont été ajoutées dans deux ml de l'extrait alcoolique. L'apparition, à l'interphase, d'un anneau pourpre ou violet, virant au bleu puis au vert, indique une réaction positive après l'ajout de quelques gouttes de l'acide sulfurique.

2.2.2. Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation (HD) :

- Présentation du dispositif d'extraction :

L'extraction des HEs des plantes aromatiques et médicinales par HD a été réalisée à l'aide d'un appareil de type « Clevenger ». Cette technique consiste à introduire une masse de matière végétale dans un ballon contenant une quantité suffisante d'eau distillée. (Figure 09).

Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers les plantes en entraînant les molécules aromatiques vers un système de refroidissement. La vapeur d'eau chargée ainsi d'essence retourne à l'état liquide par condensation. Le produit de la distillation se sépare donc en deux phases : l'huile et l'eau condensée que l'on appelle eau florale ou hydrolat (*Belaiche, 1979*).

Après 2 à 3 heures de temps, selon l'espèce de la plante, l'huile essentielle (surnageant) est séparée de l'eau par décantation. La première phase aqueuse est libérée dans un béccher et l'huile essentielle est récupérée dans un flacon en verre opaque fermé hermétiquement pour éviter tout risque d'altération. (**Figure 09**).

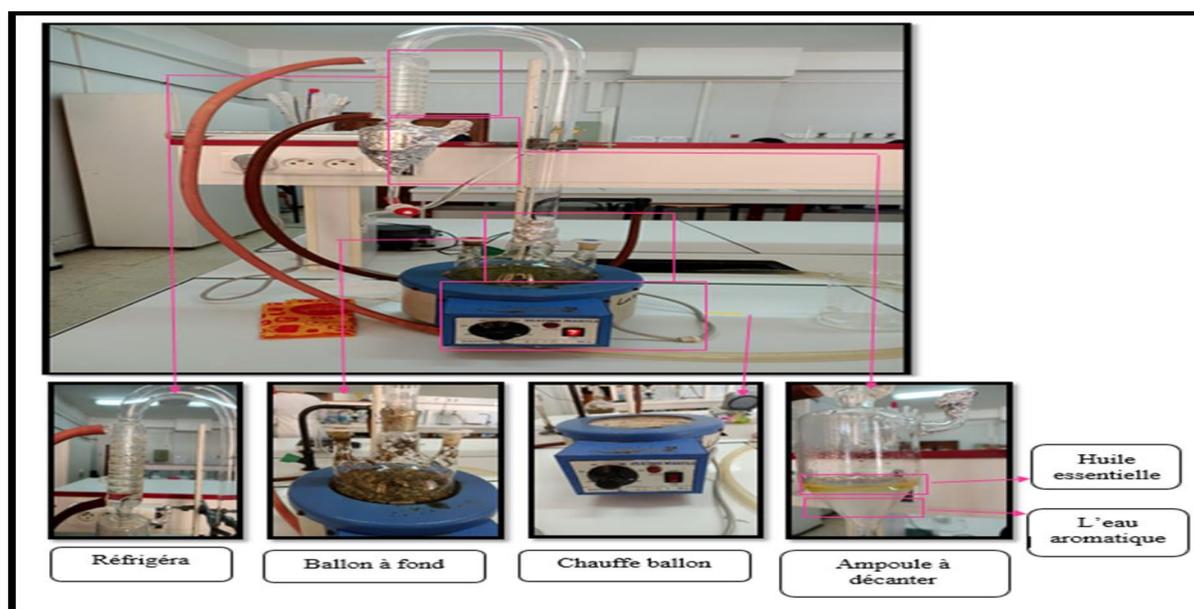


Figure 09 : Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger (photos personnelle, 2021).

- **Mode opératoire :**

Une quantité de 50g de la partie aérienne sèche de chaque plante, *Ruta montana* (récoltée du mont *Darmoune*, région de Cheraiaa située au Sud-Ouest de la wilaya de Tébessa, durant la fin du mois de Janvier) et *Origanum vulgare* (achetée chez un herboriste, originaire de la wilaya de Sétif) a été introduite dans le ballon, immergée dans de l'eau distillée (500ml). Le mélange est tenu en ébullition pendant 2h. L'huile essentielle est récupérée, puis placée dans un flacon hermétiquement fermé et conservée à l'abri de la lumière à une température de 4°C jusqu'à utilisation. (Figure 10).

L'identification de la plante *R. montana* a été faite au laboratoire d'Ecologie et Environnement par *Dr. Bouzeraa* à l'université d'Annaba.



Figure 10 : Parties aériennes sèches d'*Origanum vulgare* (ph. À droite) et *Ruta montana* (Ph.à gauche).

(Photos personnelles, 2021)

- **Calcul du rendement :**

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction et la masse de la matière végétale utilisée. Le rendement (**R**) est exprimé en pourcentage (%) et il est donné par la formule suivante :

$$R = Ph / Pp \times 100$$

Ph : poids de l'huile essentielle en g
Pp : poids de la plante en g

2.2.3. Test de toxicité :

Pour évaluer la toxicité ovicide par fumigation de l'huile essentielle extraite de la plante testée, dix oeufs de *T. confusum*, ont été misent dans des flacons en verre de 125ml contenant 100g de farine pour une condition naturelle à leur développement. Différentes concentrations d'huile d'*O. vulgare* (4, 16, 40 et 49,6 µl/l air) et d'*R. montana* (4, 8, 16, 29,6 µl/l air) ont été utilisées séparément comme traitement insecticide. Chaque concentration d'huile essentielle a été appliquée sur papier filtre de 3cm x 3cm qui a été attaché sous le couvercle du flacon. Le flacon a été hermétiquement fermé. L'expérimentation a été conduite à une température de 27 ± 2 °C et une humidité 50%. Quatre répétitions de chaque concentration ont été effectuées avec une série témoin. Le témoin ne reçoit aucun traitement. Les œufs ont été exposés aux différentes concentrations d'huile pour une durée de 24h, 72h et 120h. Le taux de mortalité embryonnaire a y été déterminé après 13 jours. Les œufs non éclos sont considérés comme morts. (Figure11).



Figure11 : Test de toxicité par fumigation (photos personnelle, 2021).

2.2.4. Analyses statistiques :

Les données de nos résultats sont exprimées statistiquement par la moyenne plus ou moins l'écart-type ($m \pm SD$). Les moyennes des différentes séries sont comparées par l'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA) avec un seuil de signification $P \leq 0,05$ et le test de Tukey pour le groupement des moyennes.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel GRAPH PAD PRISM 7.

3. Résultats

3.1. Screening phytochimique

Le screening phytochimique nous a permis de déterminer les composants chimiques secondaires de la plante *O. vulgare* et *R. montana*.

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous, nous avons noté que la plante *O. vulgare* est riche en quatre composants chimiques. L'extrait aqueux nous a permis de détecter la présence des glycosides cardiaques et des tanins de couleur verte révélant la présence des catéchiques. La présence des alcaloïdes et des triterpènes et stérols ont été aussi détectés dans l'extrait méthanolique. Les saponins et les flavonoïdes sont absents dans l'extrait aqueux et acide de la plante, respectivement. **(Figure 12)**.

La plante *R. montana* s'est révélée riche en six composants chimiques déterminés par un screening phytochimique sur différents solvants. L'extrait aqueux de la plante nous a permis de détecter la présence des glycosides cardiaques, des tanins de couleur verte révélant la présence des catéchiques et des saponines. La plante contient des alcaloïdes et des triterpènes et stérols détectés dans son extrait méthanolique. L'extrait acide de la plante révèle la présence des flavonoïdes. **(Figure 13)**.

Tableau 01. Résultats de screening phytochimique.

Composés	Solvant d'extraction	<i>O. vulgare</i>	<i>R. montana</i>
Saponines	Eau distillée	-	+
Tanins	Eau distillée	+	+
Carbohydrate glycoside	Eau distillée	+	+
Flavonoïdes	Acide chlorhydrique	-	+
Alcaloïdes	Méthanol	+	+
Triterpènes et stérols	Méthanol	+	+

+ : positif ; - : Négatif.



Figure 12 : Révélation des composants chimiques de la plante *O. vulgare* par un screening phytochimique.

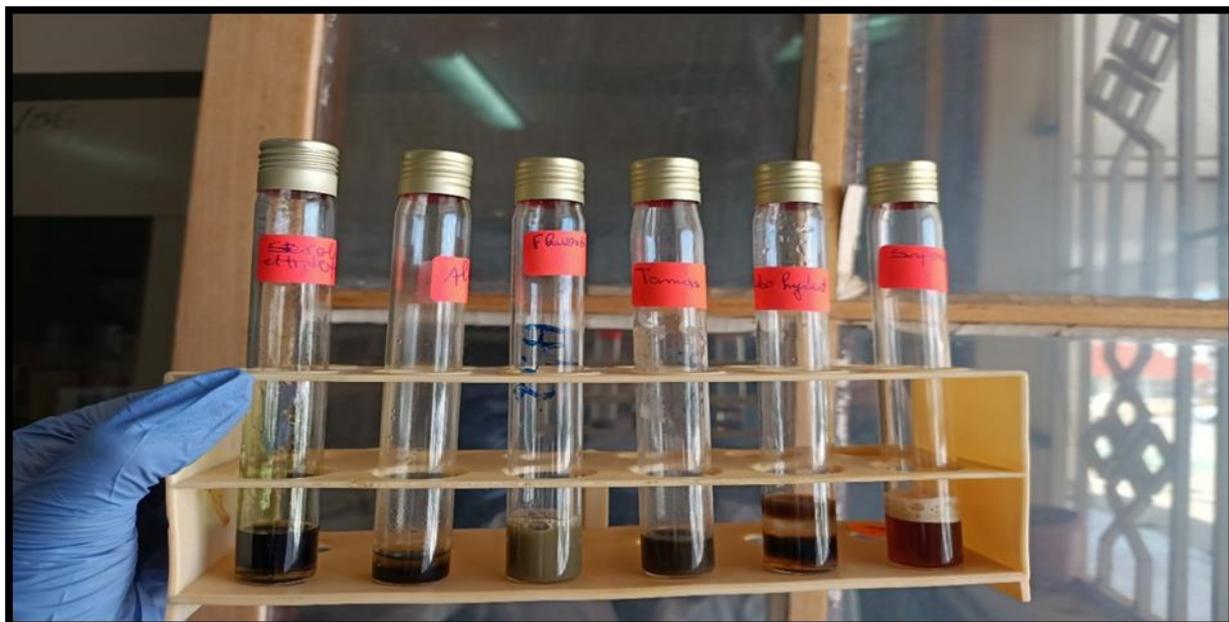


Figure 13 : Révélation des composants chimiques de la plante *R. montana* par un screening phytochimique.

3.2. Rendements en huiles essentielles :

L'hydrodistillation de la partie aérienne sèche de la plante *O. vulgare* a permis d'obtenir un rendement en huile essentielle de 3.84%. L'huile essentielle obtenue est de couleur jaune et d'une odeur aromatique agréable L'huile essentielle de la plante *R. montana* est de couleur transparente légèrement jaune et une odeur forte. Son rendement est de 0.41%.

3.3. Détermination de la toxicité des huiles essentielles :

Le test de toxicité a permis de déterminer l'activité ovicide de l'huile essentielle de *O. vulgare* et de *R. montana* sur *T. confusum* à partir de la mortalité des œufs enregistrée après 11 jours après avoir été sous traitement par fumigation pendant 24h, 72h et 120h. Différentes concentrations des huiles de *O. vulgare* et *R. montana* ont été testées (4, 16, 40 et 49,6 µl/l air) et (4, 8, 16, 29,6 µl/l air) respectivement.

3.3.1. Toxicité de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur les œufs de *T. confusum* après 24h, 72h et 120h d'exposition :

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 2. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée avec l'augmentation de la concentration, relation dose-réponse.

Une différence significative ($p < 0,004$, 0,0001 et 0,0001) a été enregistrée entre les concentrations pour chaque 24h, 72h et 120h. Selon le test de tukey.

L'huile essentielle d'*O. vulgare* a une bonne toxicité par fumigation sur les œufs de *T. confusum*. Un taux de mortalité de 37% a été enregistré à la concentration la plus faible (4 µl/l) lorsque les œufs ont été exposés à l'huile pendant 24h. Le taux de mortalité augmente à plus de 90% à la concentration la plus élevée (49,6µl/l air). La période d'exposition des œufs à l'huile a donné d'incidence sur le taux de mortalité. Après 72h et 120h de traitement, le taux de mortalité augmente à 43% et à plus de 50% à la concentration la plus faible, respectivement.

Un taux d'œufs non éclos a été enregistré à 97% à la concentration la plus élevée après 5 jours d'exposition des œufs à l'huile essentielle. D'après l'analyse des probits, la CL50 est de 6,03, 4,94 et 3,56 µl/l air après 24, 72 et 120h d'exposition, respectivement.

Tableau 02. Pourcentage de mortalité corrigée des oeufs de *T. confusum* après **24h, 72h** et **120h** d'exposition à l'huile essentielle de *O. vulgare* (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune **10** œufs).

Concentrations (µl/l air)	Taux de mortalité corrigé (%)		
	24h	72h	120h
4	37,5±04,3 ^B	43,7±10,8 ^B	53,7±04,1 ^C
16	77,5±13,0 ^A	80,0±07,0 ^A	82,5±08,2 ^B
40	90,0±10,0 ^A	92,5±04,3 ^A	95,0±05,0 ^{AB}
49,6	92,5±08,2 ^A	95,0±05,0 ^A	97,5±04,3 ^A

Tableau 03. Analyse des Probits (**CL50**) de la toxicité de l'huile essentielle de *O.vulgare* contre les œufs de *T. confusum* après **24, 72** et **120h** d'exposition au traitement (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune **10** oeufs).

Période d'exposition	Nombre	Slope	R ²	CL50 (µl/l air) IC 95%
24h	10	0.03	0.99	6.03 (5.3-6.7)
96h	10	0.02	0.99	4.94 (4.5-5.3)
120h	10	0.10	0.99	3.56 (2.1-4.9)

3.3.2. Toxicité de l'huile essentielle de *R. montana* sur les œufs de *T. confusum* après **24h, 72h** et **120h** d'exposition :

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 4. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée avec l'augmentation de la concentration, relation dose-réponse.

Une différence significative ($p < 0,0001$, $0,0001$ et $0,0001$) a été enregistrée entre les concentrations pour chaque 24h selon le test de tukey.

L'huile essentielle de *R. montana* a une activité ovicide par fumigation sur les œufs de *T. confusum*. Un taux de mortalité de 10% a été enregistré à la concentration la plus faible (4 µl/l) lorsque les œufs ont été exposés à l'huile pendant 24h. Le taux de mortalité augmente à 75% à la concentration la plus élevée (29,6µl/l air). La période d'exposition des œufs à l'huile a donné un impact sur le taux de mortalité. Le taux de mortalité enregistré après 11 jours

augmente avec la prolongation de la durée d'exposition des œufs à l'huile. Après 72h et 120h de traitement, le taux de mortalité des œufs augmente à 30 et à 50% respectivement à la concentration de 4µl/l air. 95% d'œufs non éclos ont été enregistrés après l'exposition de ces derniers à l'huile pendant 5 jours. D'après l'analyse des probits, la CL50 est de 15,03, 10,50 et 8,21 µl/l air après 24, 72 et 120h d'exposition, respectivement.

Tableau 04. Pourcentage de mortalité corrigée des oeufs de *T. confusum* après **24h, 72h** et **120h** d'exposition à l'huile essentielle de *R. montana* (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune **10** œufs).

Concentrations (µl/l air)	Taux de mortalité corrigé (%)		
	24h	72h	120h
4	10,0±00,0 ^B	30,0±07,0 ^B	32,5±04,3 ^C
8	15,0±05,0 ^B	32,5±04,3 ^B	37,5±04,3 ^C
16	60,0±12,2 ^A	67,5±08,2 ^A	78,5±07,3 ^B
29,6	75,0±05,0 ^A	77,5±08,2 ^A	95,0±08,6 ^A

Tableau 05. Analyse des Probits (**CL50**) d de la toxicité de l'huile essentielle de *R. montana* contre les œufs de *T. confusum* après **24, 72** et **120h** d'exposition au traitement (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune **10** oeufs).

Période d'exposition	Nombre	Slope	R ²	CL50 (µl/l air) IC 95%
24h	10	0.4	0.95	15.03 (9.0-30.5)
96h	10	0.3	0.91	10.5 (0.8-48.8)
120h	10	0.5	0.90	8.21 (0.1-20.7)

4. Discussion

La protection des denrées entreposées implique plusieurs techniques ; il s'agit entre autre des méthodes traditionnelles, d'utilisation d'huiles essentielles végétales et d'insecticides. Les paysans ajoutaient aux denrées stockées des produits locaux tels que les piments, des feuilles de plante à effet répulsif aux insectes, mais ces pratiques sont de plus en plus délaissées au profit des méthodes modernes.

Les plantes aromatiques médicinales sont considérées, d'après leurs constituants en huiles essentielles, comme un bio insecticide qui permet de lutter contre une variété d'insectes et ravageurs des stocks. De nombreux travaux scientifiques publiés dans la littérature ont mis en évidence l'effet insecticide, antiappétent et répulsif des huiles essentielles contre les insectes des stocks (*Ketho et al. 2004*).

Les huiles essentielles sont des mélanges de composés odorants, volatiles et lipophiles (*Teuscher et al. 2005*) obtenus par entraînement à la vapeur d'eau (cas général). Elles sont très peu solubles dans l'eau et sont solubles dans les solvants organiques apolaires usuels et dans les alcools de titre élevé (*Ghestem et al. 2001*).

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et éminemment variables des constituants qui appartiennent de façon quasi exclusive, à deux groupe caractérisés par des biogénétiques distincts ; les groupes des terpénoïdes, d'une part et le groupe des origines composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents (*Bruneton, 1999 ; Michaël, 2016*).

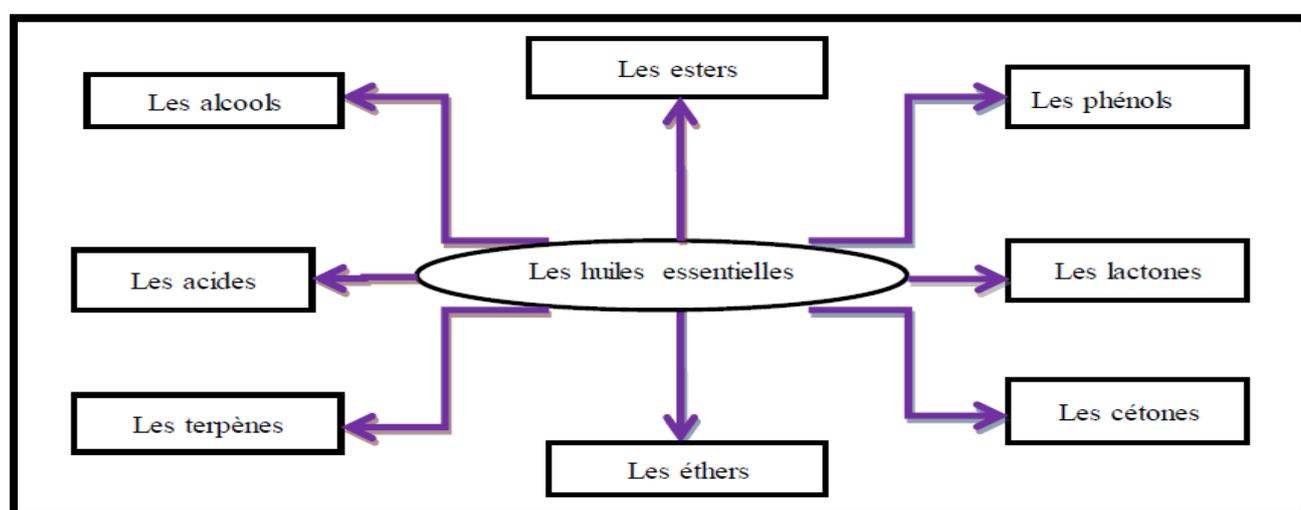


Figure 14 : Les composés chimiques présents dans diverses huiles essentielles (*Mukhopadyay, 2009*).

L'extraction par hydrodistillation des parties aériennes des plantes étudiées dans notre travail a donné des huiles essentielles ayant des rendements différents, des colorations variables et avec d'odeurs persistantes. Il est à signaler que l'ensemble de ces huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation dans un Clevenger pendant 2 heures de temps.

L'huile essentielle extraite de *R. montana* (originaire de Tebessa) obtenue par hydrodistillation est de couleur transparente légèrement jaune et d'odeur forte. Sa partie aérienne a donné un rendement de 0.41 %. Ce taux est inférieur à ceux enregistré par *Zellague et al., (2012)* et *Kambouche et al., (2008)* pour la même espèce cueillis dans trois régions d'Algérie : Oum El Bouaghi (4.5%), Mila (1.0%) et Oran (1.63%).

Le rendement en HE de la partie aérienne de la plante *Origanum vulgare* originaire de Sétif est de 3.84%. L'huile est de couleur jaune ocre et d'une odeur aromatique agréable. Ce rendement est supérieur par rapport au rendement en HE de la plante originaire de la wilaya de Mostaganem (1, 66%) (*Kherroub, 2018*), la wilaya de Guelma (2, 52%) (*Bouhadouda et al., 2016*), la Tunisie (0, 1-0, 07%) (*Mechergui et al., 2010*) et le Maroc (1, 15%) (*Derwich et al., 2010*).

La différence du taux de rendements en huiles essentielles étudiées et celles rapportées par d'autres auteurs est vraisemblablement liée aux diverses conditions telles que l'environnement, le génotype et l'origine géographique (*Vekiari et al. 2002 ; Karousou et al., 2005 ; Kouamé, 2012*). D'autres facteurs interviennent également tels que la période de récolte, le séchage, lieu de séchage, la contamination par des parasites, des virus et des mauvaises herbes et le choix de la méthode d'extraction (*Baizid, 2016*).

Selon Alami et Chait, (2017), l'huile de *R. montana* extraite dans différentes régions d'Algérie contient plus de 90% de 2-Undecanone, décrit comme le composé majoritaire de la plante.

L'activité insecticide des huiles essentielles envers différents ordres d'insectes semble avoir une efficacité neurotoxique qui affecte les fonctions physiologiques et comportementales des insectes (*Bouzeraa et al., 2018, 2019 ; Martinov et al., 2019*).

Dans notre étude, les huiles utilisées par fumigation ont montré leur activité toxique.

Des résultats similaires ont montré que l'huile essentielle *O. dupium* à une forte activité ovicide en variant de 42,2% à 100% des mortalités corrigées à 24, 48 et 72 h de temps

d'exposition (*Shaaya et al., 1991, Ayşegül Karci et Ali A. Işıkber 2007*) ; l'augmentation du temps d'exposition de 24 à 48 h a permis ainsi d'obtenir une mortalité plus élevée des œufs, tandis que l'augmentation du temps d'exposition de 48 à 72 h n'a pas entraîné une mortalité plus élevée des œufs.

Dans notre travail, le temps d'exposition des larves de *T. confusum* à l'huile de *O. vulgare* à plus de 24h n'a pas augmenté le taux de mortalité. Cependant, l'exposition prolongée à l'huile essentielle de *R. montana* a provoqué une augmentation du taux de mortalité enregistrée de 24 à 72h et de 72 à 120h.

L'analyse de la composition chimique des huiles essentielles d'*O. vulgare* montre la présence des composants connus pour leurs propriétés insecticides, c'est le cas de thymol, p-cymène, γ -Terpinène, α -pinène, linalol et carvacrol (*Bouhaddouda et al., 2016*).

Selon les travaux de (*Prates et al., (1998)*), et aussi (*Ojimekwe & Adler (1999)*), le α -terpinéol, le cinéole, le limonène et l' α -pinène possèdent un effet toxique sur le charançon brun de la farine *Tribolium confusum*.

Plusieurs travaux ont démontré la toxicité du thymol, ce composant phénolique est toxique pour *Varroa* à tous les stades de son développement : les oeufs, les larves, les nymphes et les adultes (*Daemon et al., 2009*).

L'activité par fumigation des vapeurs d'huiles essentielles distillées à partir d'anis *Pimpinella anisum*, de cumin *Cuminum cyminum*, d'eucalyptus *Eucalyptus camaldulensis*, d'origan *Origanum syriacum* et *O. dupium* var. *bevanii* et le romarin *Rosmarinus officinalis* a été testée contre les œufs de *Tribolium confusum*.

L'exposition aux vapeurs d'huiles essentielles d'anis et de cumin a entraîné une mortalité de 100% des œufs à une concentration de 196.9 μ l/ l d'air. L'origan a atteint des mortalités aussi élevées 77 et 89% chez *T. confusum*. (*Tunç , Berger et al., 1999*).

Des études antérieures ont montré que le carvacrol, le 1,8-cinéole, le menthol, le γ -terpinène, le terpinen-4-ol et le thymol ont une activité toxique par fumigation contre les œufs de *T. confusum* et de *Ephestia kuehniella* provoquant des taux de mortalité de plus de 90% à des concentrations allant de 5,8 au 46,2 mg/l d'air (*Erlor, 2005*).

D'après *Mennal et Chennaï, (2015)*, les composés chimiques de plus grande efficacité et à plus large spectre sont les phénols, les alcools, les aldéhydes, les cétones et plus rarement les terpènes.

Les activités insecticides des huiles essentielles sont principalement attribuées aux monoterpénoïdes qui sont généralement volatiles et lipophiles et qui peuvent rapidement pénétrer dans les insectes et interfèrent avec leurs fonctions physiologiques (*Reis et al., 2014*). En outre, les composants chimiques présents dans les huiles essentielles tels que le thymol, le linalool, le citronellol, le limonène, le carvacrol et le α - et le β -pinène ont été largement documentés pour être des composés possédant des activités larvicides et adulticides contre différents insectes des produits stockés (*Tripathi et al., 2002*).

Plusieurs travaux ont montré que la plupart des huiles agissent en perturbant la structure de la membrane cellulaire mais, pour certaines, des effets neurotoxiques ont pu être mis en évidence, dus à des interactions avec des neurotransmetteurs des Arthropodes (*Huignard, 2013 ; Tirakmet, 2015*).

L'application des huiles essentielles dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatoire (*Kéïta et al., 2000 ; Regnault-Roger, 2002*). Mis à part l'inhibition de l'éclosion des œufs, les vapeurs d'huiles essentielles augmentent la mortalité des larves. Les huiles essentielles de certaines plantes sont utilisées pour leurs activités de contact et inhalatrice selon la cible visée (*Guèye et al., 2011*).

Selon *Huignard, (2013)*, certaines plantes produisent des substances qui agissent au niveau des glandes endocrines régulant la croissance des insectes. Dans ce cadre, elles provoquent un arrêt ou un ralentissement de la croissance larvaire.

Des études précédentes ont montré que (*Bouzeraa et al., (2019)*), l'huile essentielle de *R. montana* et *O. vulgare* est efficace avec des activités toxiques et répulsives contre les larves d'*Ephestia kuehniella*. Une activité antiappétante a été aussi déterminée (*Hamla et Hamla, 2020*).

5. Conclusion et perspectives

Le bon stockage et la bonne conservation de ces céréales est l'un des facteurs les plus importants recherchés par les agriculteurs. Et étant donné qu'il s'agit d'un écosystème industrialisé soumis aux attaques de nombreux ravageurs.

Les huiles essentielles sont considérées comme l'une des méthodes de lutte biologique qui sont utilisées comme insecticides. Elle est célèbre pour sa richesse en molécules bioactives qui sont utilisées dans différents domaines. Les huiles essentielles ont une activité insecticide très importante. La toxicité des huiles essentielles varie largement en fonction de la nature de l'huile essentielle, la concentration utilisée et la durée du traitement.

Le screening phytochimique nous a permis de déterminer les composants chimiques secondaires de la plante *O. vulgare* et *R. montana*. Nous avons noté que la plante *O. vulgare* est riche en quatre composants chimiques. L'extrait aqueux nous a permis de détecter la présence des glycosides cardiaques et des tanins de couleur verte révélant la présence des catéchiques. La présence des alcaloïdes et des triterpènes et stérols ont été aussi détectés dans l'extrait méthanolique. Les saponins et les flavonoïdes sont absents dans l'extrait aqueux et acide de la plante, respectivement.

La plante *R. montana* s'est révélée riche en six composants chimiques déterminés par un screening phytochimique sur différents solvants. L'extrait aqueux de la plante nous a permis de détecter la présence des glycosides cardiaques, des tanins de couleur verte révélant la présence des catéchiques et des saponines. La plante contient des alcaloïdes et des triterpènes et stérols détectés dans son extrait méthanolique. L'extrait acide de la plante révèle la présence des flavonoïdes.

Les deux substances naturelles testées manifestent une activité insecticide par inhalation variable selon l'espèce végétale.

Les deux huiles essentielles ont une bonne activité ovicide par fumigation sur les œufs de *T. confusum*. Elles empêchent l'éclosion des œufs à des concentrations faibles. Selon les valeurs CL50 déterminées pour les deux huiles, l'huile de *O. vulgare* est la plus efficace.

Ce travail, rentrant dans le cadre de l'utilisation des plantes aromatiques comme insecticide dans la protection des récoltes, nous ouvre de larges perspectives, d'une part dans le domaine des connaissances fondamentales et d'autre part dans le domaine appliqué. Des travaux envisagés sur l'évaluation de ces huiles essentielles sur le pouvoir reproducteur de *T.*

confusum. Une étude sur l'efficacité de l'huile de *O. vulgare* sur les œufs d'autres insectes ravageurs de stocks pourrait être réalisée.

6. Résumé

Afin de limiter l'utilisation des produits chimiques de synthèse, nous nous sommes basées sur la recherche des meilleures alternatives à savoir l'utilisation des plantes pour une étude sur leurs activités biologiques. Dans le présent travail, l'activité ovicide de deux huiles essentielles extraites des plantes aromatiques *Origanum vulgare* (Lamiaceae) et *Ruta montana* (Rutaceae) ont été déterminées chez *Tribolium confusum*. Le criblage phytochimique de l'extrait brut des deux plantes qui se base sur des réactions de coloration et/ou de précipitation, montre *que différents composants chimiques tels que les alcaloïdes, les tanins, les glycosides et les triterpènes et stérols sont présents dans la plante O. vulgare avec apparition des flavonoïdes et des saponines dans la plante de R. montana.* Les huiles essentielles ont été évaluées sur leur toxicité par fumigation sur les œufs d'un ravageur secondaire des denrées stockées *Tribolium confusum* à différentes concentrations (4, 16, 40 et 49,6 µl *O. vulgare*/l air) et (4, 8, 16, 29,6 µl *R. montana*/l air). Les œufs ont été exposés aux huiles pendant 24,72 et 120h et le taux de mortalité a été déterminé après 11 jours. L'expérience a été menée au laboratoire à une température de 30°C et une humidité de 50%. L'huile essentielle de *O. vulgare* a une bonne toxicité par fumigation sur les œufs de *T. confusum*. Un taux de mortalité de 37% a été enregistré à la concentration la plus faible (4 µl/l) lorsque les œufs ont été exposés à l'huile pendant 24h. Un taux d'œufs non éclos a été enregistré à 97% à la concentration la plus élevée après 5 jours d'exposition des œufs à l'huile essentielle. D'après l'analyse des probits, la CL50 est de 6,03, 4,94 et 3,56 µl/l air après 24, 72 et 120h d'exposition, respectivement. L'huile essentielle de *R. montana* a une activité ovicide par fumigation sur les œufs de *T. confusum*. Un taux de mortalité de 10% a été enregistré à la concentration la plus faible (4 µl/l) lorsque les œufs ont été exposés à l'huile pendant 24h. Le taux de mortalité enregistré après 11 jours augmente avec la prolongation de la durée d'exposition des œufs à l'huile. Un taux de 95% d'œufs non éclos ont été enregistrés après l'exposition de ces derniers à l'huile pendant 5 jours. La CL50 est de 15,03, 10,50 et 8,21 µl/l air après 24, 72 et 120h d'exposition, respectivement. Ces résultats s'ajoutent à ceux obtenus par d'autres auteurs sur l'utilité et l'efficacité des huiles essentielles dans le contrôle des différents ordres d'insectes nuisibles des denrées stockées et s'intègre dans le programme de lutte contre les nuisibles de culture (Integrated Pest Management).

Mots clés : Ravageurs secondaires, *Tribolium confusum*, *Origanum vulgare*, *Ruta montana*, toxicité.

Abstract

In order to limit the use of synthetic chemicals, we have based ourselves on the search for the best alternatives, namely the use of plants for a study of their biological activities. In the present work, the ovicidal activity of two essential oils extracted from the aromatic plants *Origanum vulgare* (Lamiaceae) and *Ruta montana* (Rutaceae) were determined in *Tribolium confusum*. The phytochemical screening of the crude extract of the two plants, which is based on coloring and / or precipitation reactions, shows that different chemical components such as alkaloids, tannins, glycosides and triterpenes and sterols are present in the plant *O. vulgare* with appearance of flavonoids and saponins in the plant of *R. montana*. The essential oils were evaluated for their toxicity by fumigation on the eggs of a secondary pest of stored foodstuffs *Tribolium confusum* at different concentrations (4, 16, 40 and 49.6 μl *O. vulgare* / l air) and (4, 8, 16, 29.6 μl *R. montana* / l air). The eggs were exposed to the oils for 24, 72 and 120 h and the mortality rate was determined after 11 days. The experiment was carried out in the laboratory at a temperature of 30 ° C and a humidity of 50%. The essential oil of *O. vulgare* has good fumigation toxicity on *T. confusum* eggs. A mortality rate of 37% was recorded at the lowest concentration (4 μl / l) when the eggs were exposed to oil for 24 hours. A rate of unhatched eggs was recorded at 97% at the highest concentration after 5 days of exposure of the eggs to the essential oil. Based on probit analysis, the LC50s are 6.03, 4.94 and 3.56 μl / l / air after 24, 72 and 120 hours of exposure, respectively. The essential oil of *R. montana* has ovicidal activity by fumigation on *T. confusum* eggs. A 10% mortality rate was recorded at the lowest concentration (4 μl / l) when the eggs were exposed to oil for 24 hours. The 11-day death rate increases with the length of time the eggs are exposed to the oil. 95% of unhatched eggs were recorded after exposure to the oil for 5 days. The LC50 is 15.03, 10.50 and 8.21 μl / l / air after 24, 72 and 120 hours of exposure, respectively. These results are in addition to those obtained by other authors on the usefulness and effectiveness of essential oils in the control of the various orders of pests of stored foodstuffs and are integrated into the program of pest control of culture (Integrated Pest Management).

Key words: Secondary pests, *Tribolium confusum*, *Origanum vulgare*, *Ruta montana*, toxicity.

ملخص

من أجل الحد من استخدام المواد الكيميائية الاصطناعية، اعتمدنا على البحث عن أفضل البدائل، وهي استخدام النباتات لدراسة أنشطتها البيولوجية. في العمل الحالي، تم تحديد نشاط مبيد المبيض لاثنين من الزيوت الأساسية المستخرجة من النباتات العطرية *Ruta montana (Rutaceae)* و *Origanum vulgare (Lamiaceae)* في *Tribolium confusum*. يُظهر الفحص الكيميائي النباتي للمستخلص الخام للنباتين، والذي يعتمد على تفاعلات التلوين و / أو الترسيب، وجود مركبات كيميائية مختلفة مثل الفلويبات والعفص والجليكوزيدات والترايثيربينات والستيرولات في النبات *O. vulgare* مع ظهور مركبات الفلافونويد والصابونين في نبات *R. montana*. تم تقييم سمية الزيوت الأساسية عن طريق التبخير على بيض آفة ثانوية للمواد الغذائية المخزنة *Tribolium confusum* بتركيزات مختلفة (4، 16، 40 و 49.6 ميكرو لتر فولجار / لتر هواء) و (4، 8، 16، 29.6 *R. montana* / لتر الهواء). تم تعريض البيض للزيوت لمدة 24 و 72 و 120 ساعة وتم تحديد معدل النفوق بعد 11 يوم. أجريت التجربة في المختبر عند درجة حرارة 30 درجة مئوية ورطوبة 50%. الزيت العطري لـ *O. vulgare* له سمية تبخير جيدة على بيض *T. confusum*. تم تسجيل معدل نفوق 37% عند أدنى تركيز (4 ميكرو لتر / لتر) عند تعرض البيض للزيت لمدة 24 ساعة. تم تسجيل معدل للبيض غير المقشور بنسبة 97% عند أعلى تركيز بعد 5 أيام من تعرض البيض للزيت العطري. بناءً على تحليل الاحتمالات، يكون LC50 هو 6.03 و 4.94 و 3.56 ميكرو لتر / لتر / هواء بعد 24 و 72 و 120 ساعة من التعرض على التوالي. الزيت العطري لـ *R. montana* له نشاط مبيد عن طريق التبخير على بيض *T. confusum*. تم تسجيل معدل نفوق 10% عند أدنى تركيز (4 ميكرو لتر / لتر) عند تعرض البيض للزيت لمدة 24 ساعة. يزداد معدل الوفيات لمدة 11 يومًا مع طول الوقت الذي يتعرض فيه البيض للزيت. تم تسجيل 95% من البيض غير المقشور بعد التعرض للزيت لمدة 5 أيام LC50. هو 15.03 و 10.50 و 8.21 مايكرو لتر / لتر هواء بعد 24 و 72 و 120 ساعة من التعرض، على التوالي. تأتي هذه النتائج بالإضافة إلى تلك التي حصل عليها مؤلفون آخرون حول فائدة وفعالية الزيوت العطرية في السيطرة على الطليبات المختلفة لأفات المواد الغذائية المخزنة ويتم دمجها في برنامج الاستزراع المكافحة للأفات (الإدارة المتكاملة للأفات).

الكلمات المفتاحية: الآفات الثانوية، تريبوليوم الخلط، أوريغانوم فولجار، روتا مونتانا، السمية.

7. Reference bibliographique

-A-

Abeledoet, 2015.L. G. Abeledo, R. Savin, and G. A. Slafer, Wheat productivity in the Mediterranean Ebro Valley: Analyzing the gap between attainable and potential yield with a simulation model, 2015., European Journal of Agronomy, vol.28, pp.541-550

Allouni, Rima 2018 Etude des aspects morphologiques, phytochimiques et pharmacotoxicologiques de la plante Ruta montana 12-jui-2018

ANONYME., 1955. Les ravageurs des grains entreposés. 3éme éd. CRET, Paris. 54p.

ANONYME, 2001.Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Ed.ITCF.268 P.

ANONYME., 1955. Les ravageurs des grains entreposés. 3éme éd. CRET, Paris. 54p.

Ayşegül Karci and Ali A. Işikber*Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department46060 Kahramanmara Ovicidal activity of various essential oils against Confused FlourBeetle,Tribolium confusum Jacquelin duVal (Coleoptera:Tenebrionidae) Integrated Protection of Stored ProductsIOBC/wprs Bulletin Vol. 30 (2) 2007

-B-

Baba Aissa F. (1990). Encyclopedie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb,substances végétales d'Afrique d'orient et d'occident. Ed. Librairie moderne Rouiba, 46.

Baizid, 2016

Balachowsky a. S., 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et cie, paris, Tome I. 1564 p.

Bejenaru et al.,2017

Belaiche P., 1979. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme. Ed. Maloine, Paris.

Belouaer Rihab, Selahdja Amina 2020 Synthèse bibliographique sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées .BELOUAER Rihab, SELAHDJA Amina 2020.

Bennett, 2003; Baldwin & Tfasulo, 2017; Kheloul et al.,2020 Bennett J. M. & Bennett M.J., 2003. Developing intercultural sensitivity. Landis, D.,Bennett, J., Bennett, M. (red.): Handbook of Intercultural Training, pp : 147-165

Bouhaddouda, n. (2016). Activités antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local :Origanum vulgare et Mentha pulegium. Université badji mokhtar-annaba faculté des sciences département de biochimie.79.

Bouzeraa, H., Bessila-Bouzeraa, M., Labeled, N., Sedira, F., & Ramdani, L. (2018). Evaluation of the insecticidal activity of Artemisia herba alba essential oil against Plodia interpunctella and Ephestia kuehniella (Lepidoptera, Pyralidae). Journal of Entomology and Zoology Studies, 6(5), 145-150.

Bouzeraa, H., Bessila-Bouzeraa, M., & Labeled, N. (2019). Repellent and fumigant toxic potential of three essential oils against Ephestia Kuehniella. Biosystems Diversity, 27 (4), 349-353

Bruneton J., 1993. - Pharmiognosie et phytochimie, plantes médicinales, Tec et Doc Lavoisier,Paris : 278-279.

Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales. 3ème

-C-

Caillaud m'a. (2013). étude de l'espèce Origanum vulgare L ,thèse doctorant. Université Nantes. Comparative effects of Cymbopogon schoenanthus essential oil and piperitone on Callosobruchus maculatus development. Fitotherapie. Vol.77: PP 506-510.

-D-

Daemon, E., De Oliveira Monteiro, C.M., Dos Santos Rosa, L., Aparecido Clemente, M., Arcoverde, A. (2009). Evaluation of the acaricide activity of thymol on engorged and unengorged larvae of Rhipicephalus sanguineus (Latreille, 1808) (Acari: Ixodidae). Parasitology research 105, 495–7.

Delobel A. & Trans, M., 1993 : Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes .Ed ORSTOM, Paris, 424 p.

Derwich, E., Benzyane, Z., Mnar, A., Boukir, A., Taouil, R. (2010). Phytochemical analysis and in vitro antibacterial activity of the essential oil of origanum vulgare from Morocco. American Eurasian Journal of scientific Research. 5 (2), 120 – 129.

Duc Gérard Marie-Benoît Magrini, Marc Anton, Célia Cholez, Guenaelle Hellou, Marie-Hélène Jeuffroy, Jean-Marc Meynard, Élise Pelzer, Anne-Sophie Voisin,Stéphane Walrand Dans Revue Française de Socio-Économie 2017/1 (n° 18), pages 53 à 75 Transition vers des systèmes agricole et agroalimentaire durables.

Dutertre J.J., 2011. Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste, [en ligne]. Thèse du doctorat, U.F.R des sciences médicales Université Bordeaux 2 - Victor Segalen, p33, soutenue le 30 Septembre 2011. édition, Techniques & Documentation, Paris.

-E-

Erler F. Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product insects confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 2005;112:602–611.

-G-

Ghestem A., Seguin E., Paris M. & Orecchioni A.M., 2001. Le préparateur en pharmacie. Dossier 2 : Botanique, Pharmacognosie, Phytothérapie, Homéopathie. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

GRASSÉ P.P. 1973. de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Tome VIII. Insectes. Téguments, Système Nerveux, Organes Sensoriels. Fascicule III .Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Tome VIII. Insectes. Téguments, Système Nerveux, Organes Sensoriels. Fascicule III. Pierre-P. Grassé (ed.). 1975. Masson et Cie, Paris, 910 pp.,

Guèye M.T., Seck D., Wathelet J.P., Lognay G., 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2011, 15(1) : 183-194.

-H-

Hamla et Hamla, 2020 Etude de l'activité biologique de deux extraits hydroéthanoliques de *Origanum vulgare* et *Ruta graveolens* sur *Tribolium confusum*

Huignard J., 2013. Les plantes et les insectes: une lutte permanente. Bulletin trimestriel de la Société des amis du Muséum national d'histoire naturelle, septembre 2012, n°251, pp 1-8.

-I-

Isman M.B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection* 19, p. 603- 608. - (2001). Pesticides based on plant essential oils for management

of plant pests and diseases. In: International symposium on development of natural pesticides from forest resources. Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea, p. 1-9.

-J-

Jean dubois ; Henri m ; Albert d : 2006- Dictionnaire étymologique et historique du français, Editions Larousse, 2006 John B. Schmitt 7:137-156 (Volume publication date January 1962)

-K-

Karahaçane T., 2015. -Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées spontanées sur les insectes du blé en poste-récolte. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique., El Harrach. 136p.

Karousou R., Koureas D.N. & Kokkini S., 2005.- Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Saturejathymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. Photochemistry, 66: 2668-2673.

Keïta S.M., Vincent C., Schmit J.P., Ramasway S. et Belanger A. 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Products Research, Stored Vol. 36, pp 355-364.

Ketoh K. G., Glitho I. A., Koumaglo H. K. 2004. Activité comparée des huiles essentielles de trois espèces du genre *Cymbopogon* (Poaceae). J. Soc. Ouest-Afr. Chim. 018, 21 – 34

Kouamé-Bi K.F.P., 2012.- Valorisation de quatre plantes médicinales Ivoiriennes : étude phytochimique. Thèse de doctorat, chimie organique, Université de Nantes et de l'Université de Cocody-Abidjan. 180 p.

-L-

Lepesme p., 1944. Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier, Paris.335p

-M-

Mahmoudi Y., 1990. La thérapeutique par les plantes communes en Algérie. Ed. Palais du livre, Blida. 150 p.

Mennal H., Chennafi S., 2015. Synthèse bibliographique des résultats de recherche sur l'application des huiles essentielles de quelques espèces de la famille des lamiacées obtenues à l'Université de Khemis Miliana, Mémoire de Master, Univ: Djilali Bounaama Khemis Miliana, 41p

Messaoudene H., Mouhou N., 2017. Etude de la toxicité des huiles essentielles contre les ravageurs des denrées stockées, Mémoire de Master, Univ: Abderrahmane MIR-Bejaia, 35p.

Mérat F.V. et De lens A.J., 1831. Dictionnaire universel de matière médicale et de thérapeutique générale, Volume 3. Ed. J-B. Bailliere, Méquignon Marvis. 739 p.

-O-

Ojimelukwe, P. C. and Adler, C. (1999). Potential of Zimtadehyde, 4-allyl-anisol, linalool, terpineol and other phytochemicals for the control of confused Flour Beetle (*Tribolium confusum* J. D. V.) (Col: Tenebrionidae). *Journal of Pest Science*, 72: 81-86.

O. Bessaoud, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, W. Khechimi 2019 Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie.

-P -

Prates, H. T., Santos, J. P., Waquil, J. M., Fabris, J. D., Oliveira, A. B. and Foster, J. (1998). Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F) and *Tribolium castaneum* (H). *The Journal of Stored Products Research*, 34: 243-249.

-Q-

Quézel P. & Santa S., 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tomes I et II. CNRS, Paris.

-R-

Regnault Roger C., 2002. De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire ? , 18-39, in « Biopesticides d'origine végétale » Regnault Roger C., Philogène B.J.R. et Vincent C. Lavoisier Tec et Doc, pp 19-40.

Reis S.L., Mantello A.G., Rossete E.A.G., Cardoso A.M., Beleboni R.O., 2014. Insecticidal and repellent activity of typical monoterpenes from plant essential oils against *Callosobruchus maculatus* (Fabr. 1775). *BMC Proceedings*. 8(4), 115. Repellent and fumigant toxic potential of three essential oils against *Ephestia kuehniella*. *Biosystems Diversity*, 27(4), 349-353.

Rockstein M., 1 973-1 974. The Physiology of Insect .biochemistry of insects edited by MORRIS Rockstein department of physiology and biophysics .school of medicine . university of miami . coral gables ;florida academic press new york san francisco london 1978

Roger d., 2002. Les coléoptères carabidés et ténébrionidés : écologie et biologie. Ed.Lavoisier, Paris. 154p.

-S-

Schmitt J.B., 1 962. The Comparative Anatomy of the Insect Nervous System Annual Review of Entomology Vol.

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

Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U. & Pissarrev, V. 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. – Journal of Chemical Ecology17: 499-504.

Smallfield.B 2001. Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. Crop et Food Research (45): 1-4, 2001.

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.

-T-

Teuscher E., Anton R. & Lobstein A., 2005. Plantes aromatiques: Epices, aromates condiments et huiles essentielles. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

Tirakmet S., 2015. Étude comparative entre l'activité insecticide des huiles essentielles extraites à partir de deux espèces de la famille des Astéracées récoltées dans la région de Makouda et l'activité insecticide d'un pesticide organique de synthèse sur le ravageur secondaire du blé tendre stocké *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidea), Mémoire de Master en Agronomie, Univ: Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 76p.

Tripathi A.K., Prajapati N.V., Bahi J.R., Bansal R.P., Khanuja S.P.S., Kumar S., 2002. Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma longa* (var. ch-66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera). J Econ Entomol.95, 183–9.

Tunc I, Berger BM, Erler F, Dagli F. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-products insects. *Journal of Stored Products Research*. 1999/2000;36:161–168.

-V-

Vekiari SA, Protopapadakis EE, Papadopoulou P, Papanicolaou D, Panou C. & Vamvakias M., 2002.- Composition and seasonal variation of the essential oil from leaves and peel of a lemon variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5(1): 147-153.

-W-

Waongo Antoine. Fernand Sankara. ; Abdoul Gafar Sanou, Marina Somda, Patrice Toé, Irénée Somda 2013. Pratique paysanne post récolte du maïs dans la région des Hauts-Bassins du Burkina Faso .*Journal of Animal & Plant Sciences*, 2013. Vol.33, Issue 1: 5274-5288 Publication date 3/07/2013, <http://www.m.elewa.org/JAPS>; ISSN 2071-7024

-Z-

Zellague et al., (2012) et Kambouche et al., (2008).