

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTRE DE  
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE UNIVERSITE  
MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : DES SCIENCES

DEPARTEMENT : DES SCIENCES DE

LA NATURE ET DE LA VIE

N° : .....



DOMAINE : BIOLOGIE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIES

SPECIALITE: BIOTECHNOLOGIE VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par: BOUCHERIF Amel Hibet Allah

Intitulé

**Etude comparative de l'activité insecticide des  
huiles essentielles de deux espèces du genre *Ruta*.**

Soutenu devant le jury composé de:

GUETTOUCHI Ahlem	MCA	Université de Med BOUDIF de M'sila	Présidente
ARAB Radhia	MCA	Université de Med BOUDIF de M'sila	Rapporteuse
ASLOUM Yakoub A.M.	MCB	Université de Med BOUDIF de M'sila	Examinateur

Année universitaire: 2024 \ 2025



# *Remerciements*

Je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir accordé la volonté, la capacité, la force, la santé et, surtout, la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma sincère gratitude à ma directrice de thèse, le Docteur **Arab Radia**, enseignante à l'Université Mohamed Boudiaf de M'sila, pour m'avoir fait l'honneur de superviser ce travail, ainsi que pour sa patience, sa compréhension, ses précieux conseils, ses encouragements et son accompagnement tout au long de cette riche expérience pédagogique.

Je remercie également le Docteur **GUETTOUCHI Ahlem**, enseignante à l'Université Mohamed Boudiaf, pour avoir accepté de présider le comité de lecture de ce travail, et le Docteur **ASLOUM Yakoub A.M.**, enseignant à l'Université Mohamed Boudiaf, pour sa disponibilité à le relire

Enfin, si ces remerciements ne suffisent pas à exprimer tout ce que je leur dois, j'adresse ma sincère gratitude à mes parents, à tous les membres de ma famille, à mes proches, à mes amis et à tous mes collègues de la deuxième promotion du Master en Biotechnologie Végétale.

Je voudrais également exprimer mon grand respect à tous les enseignants qui ont contribué à mon éducation tout au long de mon parcours universitaire, et je leur suis reconnaissant pour tous leurs efforts pour nous guider vers la connaissance.



# ***DEDICACES***

Par la grâce d'ALLAH, j'ai mené à bien ce projet, une expérience enrichissante.

Je suis profondément reconnaissante d'avoir eu la force d'accomplir ce travail important et précieux, que j'avais tant désiré et qui, par la grâce de Dieu, a finalement été accompli.

Je dédie cet humble travail à mon cher père, Yassine, et à ma chère mère, Zahia. Je leur suis profondément reconnaissante pour tous leurs sacrifices, leur soutien constant et leur amour indéfectible tout au long de ma vie et de mon parcours universitaire.

Je remercie également mes frères et sœurs, Ayoub, Arwa, Adem et Amani, pour leurs encouragements.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude à mes proches pour leur soutien et leur aide dans cette noble entreprise.



**Liste des tableaux**

**Table 1:** Pourcentage de répulsion selon le classement de **MC Donald (1970)** ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**

**Table 2:** Le pourcentage de rendement des huiles essentielles de *Ruta montana* L. et *Ruta chalepensis* L. .... 23

**Table 3:** Nombre moyen d’adultes recensées dans le papier filtre à différentes doses d’huile essentielle de *Ruta montana* L. et le pourcentage de répulsion de chaque dose. .... 24

**Table 4:** Classement de l’huile essentielle de *Ruta montana* L. et leur propriété de répulsion. 25

**Table 5:** Nombre moyen d’adultes recensées dans le papier filtre à différentes doses d’huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. et le pourcentage de répulsion de chaque dose. .... 26

**Table 6:** Classement de l’huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. selon leur propriété de répulsion. .... 27

**Table 7:** Le taux de répulsion des différentes espèces. .... 28

**Listes des figures**

<b>Figure 1:</b> Feuilles (a) et fleurs (b) de <i>Ruta Chalepensis</i> L. ....	5
<b>Figure 2:</b> Fruits (a) et graines (b) de <i>Ruta Chalepensis</i> L. ....	5
<b>Figure 3:</b> Les activités biologiques de <i>Ruta chalpensis</i> L.....	6
<b>Figure 4:</b> la plante <i>Ruta montana</i> L. ....	9
<b>Figure 5:</b> Œuf de <i>Tribolium castaneum</i> avec amas alimentaires .....	13
<b>Figure 6:</b> Vue dorsale de larve de <i>Tribolium castaneum</i> .....	14
<b>Figure 7:</b> Nymphe de <i>Tribolium castaneum</i> .....	14
<b>Figure 8:</b> Extrémité abdominale de deux pupes femelle et mâle de <i>Tribolium castaneum</i> indiquant les urogomphes (flèche jaune) et les papilles génitales (flèche rouge) .....	15
<b>Figure 9:</b> Vue dorsale de l'adulte de <i>Tribolium castaneum</i> .....	16
<b>Figure 10:</b> Cycle de vie de <i>Tribolium castaneum</i> sur la semoule dans les conditions de laboratoire.....	17
<b>Figure 11:</b> L'élevage de masse de <i>Tribolium castaneum</i> dans la semoule .....	19
<b>Figure 12:</b> Appareil d'hydrodistillation de type Celevenger.....	20
<b>Figure 13:</b> Le test de répulsion des huiles essentielles .....	21
<b>Figure 14:</b> Le pourcentage de rendement d'huile essentielle de <i>Ruta montana</i> L. et <i>Ruta chalepensis</i> L. ....	23
<b>Figure 15:</b> Le pourcentage de répulsion des adultes de <i>Tribolium castaneum</i> traités avec les différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Ruta montana</i> L. ....	25
<b>Figure 16:</b> Le pourcentage de répulsion des différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Ruta chalepensis</i> L. à l'égard des adultes de <i>Triboluim castaneum</i> . ....	27
<b>Figure 17:</b> Les taux de la répulsion les deux plantes .....	28

# Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale .....	1
Chapitre 1: Présentation des plantes étudiées.....	3
1.Introduction.....	3
2. La plante <i>Ruta Chalepensis</i> L.....	3
2.1. Généralité.....	3
2.2. Distribution géographique .....	3
2.3. Classification.....	4
2.4. Description botanique.....	4
2.5. Composition chimique.....	5
2.6. Activité biologique de <i>Ruta chalepensis</i> L.....	6
2.7. Domaines d'utilisation.....	7
3. La plante <i>Ruta montana</i> L.....	7
3.1. Généralités .....	7
3.2. Distribution géographique .....	7
3.3. Classification.....	8
3.4. Description botanique.....	8
3.4.1. La partie aérienne .....	8
3.5. Composition chimique de la <i>Ruta montana</i> L.....	9
3.6. Utilisation du <i>Ruta montana</i> L.....	10
3.6.1. Culinaire.....	10
3.6.2. Médicinale.....	10
3.6.3. Agricoles .....	11
3.6.4. Cosmétique.....	11
Chapitre 2: Présentation de <i>Tribolium castaneum</i> .....	12
1. <i>Tribolium castaneum</i> .....	12
1.1. Généralités .....	12
1.2. Classification.....	12
1.3. Origine et distribution géographique.....	13
1.4. Description morphologique .....	13
1.4.1.Œufs .....	13

1.4.2. Larve .....	13
1.4.3. Nymphe.....	14
1.4.4. Adulte.....	15
1.5. Cycle de vie et biologie de <i>Tribolium castaneum</i> .....	16
1.6. Dégâts et importance économique .....	17
Chapitre 3: Matériels et Méthodes.....	21
1. Matériels.....	19
1.1. Matériel animal .....	19
1.2 Matériel végétal.....	19
2. Méthodes expérimentales .....	19
2.1. Extraction des huiles essentielles .....	19
2.2. Test de l'effet répulsif de l'huile essentielle sur papier filter .....	21
Chapitre 4: Résultats et Discussion .....	23
1. Résultats .....	23
1.1. Rendement des l'huile essentielles .....	23
1.2. Effet répulsif de l'huile essentielle.....	24
1.2.1. Effet répulsif de l'huile essentielle de <i>Ruta montana</i> L. ....	24
1.2.2. Effet répulsif de l'huile essentielle de <i>Ruta chalepensis</i> L. ....	26
1.3. Comparaison du taux de répulsion des deux plantes.....	28
2. Discussion.....	29
Conclusion générale.....	32
Référence:.....	33
Résumé	

# INTRODUCTION

### Introduction générale

Les céréales sont riches en glucides, constituent de bonnes sources de protéines et fournissent des quantités variables de fibres, de vitamines et de minéraux. Leur composition nutritionnel le peut varier selon la variété et les conditions environnementales de culture (**Rustgi et al., 2019**).

En Algérie, les produits céréaliers, notamment le blé, occupent une place stratégique dans l'alimentation et l'économie nationales (**Germon, 2009**). Cependant, la conservation post-récolte est le seul moyen d'assurer un lien entre la récolte de l'année et la consommation à long terme (**Foua-Bi, 1989**). Les produits stockés d'origine agricole sont attaqués par plus de 600 espèces de coléoptères nuisibles, 70 espèces de papillons de nuit et environ 355 espèces d'acariens, entraînant des pertes tant quantitatives que qualitatives (**Rajendran et Sriranjini, 2008**).

Les infestations d'insectes des produits stockés sont généralement contrôlées par l'utilisation d'insecticides synthétiques et de fumigants. Actuellement, le phosphine et le bromure de méthyle sont les produits les plus couramment utilisés dans le monde pour la protection des denrées stockées (**Suthisut et al., 2011**). Cependant, ces produits présentent plusieurs inconvénients, tels que la pollution de l'environnement, le développement de résistances chez les insectes, ainsi que leur toxicité potentielle pour les organismes non ciblés (**Abdellaoui et al., 2018**).

Les huiles essentielles ont été reconnues comme une source naturelle importante de pesticides. Ils représentent un marché mondial énorme. Plusieurs espèces des plantes sont capables d'élaborer les composés constitutifs des huiles essentielles. Elles sont réparties en un nombre limité de familles avec une gamme limitée d'activités biologiques pour des usages industriels et ménagers. Les composés d'huiles essentielles et leurs dérivés sont considérés comme un moyen alternatif de contrôler de nombreuses maladies et insectes nuisibles, ainsi, leur dégradation rapide dans l'environnement a une spécificité accrue qui favorise les insectes utiles (**Annaz et al., 2025**).

Dans ce travail, nous avons évalué l'activité insecticide des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* L. et *Ruta montana* L. appartenant à la famille botanique (Rutaceae), sur les adultes de l'insecte des denrées stockées (*Tribolium castaneum*).

Après une introduction générale, notre travail est structuré en trois grandes parties :

## Introduction générale

---

La première partie est consacrée à la bibliographie, qui comprend deux chapitres. Le premier chapitre est dédié à la présentation des espèces végétales étudiées, à savoir *Ruta chalepensis* L. et *Ruta montana* L. Le deuxième chapitre porte sur l'insecte des denrées stockées, *Tribolium castaneum*.

Dans la deuxième partie, nous décrivons le matériel utilisé ainsi que la méthodologie adoptée pour la réalisation de cette étude.

La troisième et dernière partie est réservée à la présentation des résultats obtenus, accompagnés de leur interprétation et discussion dans le cadre de cette recherche.

Enfin, cette étude se clôt par une conclusion générale, assortie de perspectives pour des recherches futures.

CHAPITRE 1:  
PRÉSENTATION DES  
PLANTES ÉTUDIÉES

### 1. Introduction

*Ruta* L. est un genre typique de la famille des agrumes, les Rutaceae Juss., et comprend environ 40 espèces différentes, principalement réparties dans la région méditerranéenne. Les espèces de *Ruta* sont utilisées depuis longtemps en médecine traditionnelle comme abortif et emménagogue, ainsi que pour le traitement des maladies pulmonaires et des infections microbiennes (**Quezel et Santa, 1963**).

Le genre *Ruta* est riche en huiles essentielles, qui contiennent principalement des cétones aliphatiques, telles que la 2-undécane et la 2-nonane, mais ne présentent pas de quantités significatives de terpènes (**Nahar et al., 2021**). Le genre *Ruta* est représenté en Algérie par trois espèces : *Ruta montana* (Clus.) L., *Ruta chalepensis* L. et *Ruta tuberculata* (Ozenda) (**Quezel et Santa, 1963**).

Ces espèces partagent un caractère ligneux, une morphologie florale similaire et la présence d'un type bien particulier de poches à essences : les poches schizolysogènes, d'origine épidermique. Elles sont toujours superficielles et libèrent leurs contenus, une huile essentielle à la moindre pression (**Benkiki, 2006**).

Les Rutacées sont originaires des régions tropicales et tempérées, en particulier de l'Afrique du Sud et Australien (**Gausson et al., 1982**). Par ailleurs, (**Judd et al., 2002**) ont montré que les Rutacées sont quasi cosmopolites, mais surtout tropicale et subtropicale.

### 2. La plante *Ruta chalepensis* L.

#### 2.1. Généralité

*Ruta chalepensis* est une plante méditerranéenne, originaire des environnements secs et ensoleillés, et utilisée à des fins médicinales depuis l'Antiquité. Communément appelée « *Fidjela* » ou « *Aourmi* » (**Quezel et Santa, 1963**).

#### 2.2. Distribution géographique

Cette plante est répandue dans les régions méditerranéennes de l'Europe, du Moyen-Orient et du Nord de l'Afrique, sur les rocailles et les pelouses arides, les fourres, les talus secs. Elle fleurit au printemps jusqu'au début de l'été (**Hammiche et al., 2013**).

*Ruta chalepensis* L. est fréquemment cultivée en Algérie dans les jardins (**Merghache et al., 2008**). Ainsi, au Maghreb, elle est cultivée dans la plupart des jardins et plusieurs

foyers pour l'usage médicinale domestique et parce qu'elle a la réputation d'éloigner les moustiques (**Hammiche et al., 2013**).

### 2.3. Classification

Selon **Wiart, (2006)** la classification de *Ruta chalepensis* est la suivante :

**Règne :** Plantae

**Sous règne :** Tracheobionta (plantes vasculaires)

**Super division :** Spermatophyta (plantes à graine)

**Division:** Magnoliophyta (plantes à fleurs)

**Sous division :** Angiospermae

**Classe :** Magnoliopsida (dicotylédons)

**Sous classe :** Rosidae

**Super ordre :** Rutanae

**Ordre :** Sapindales

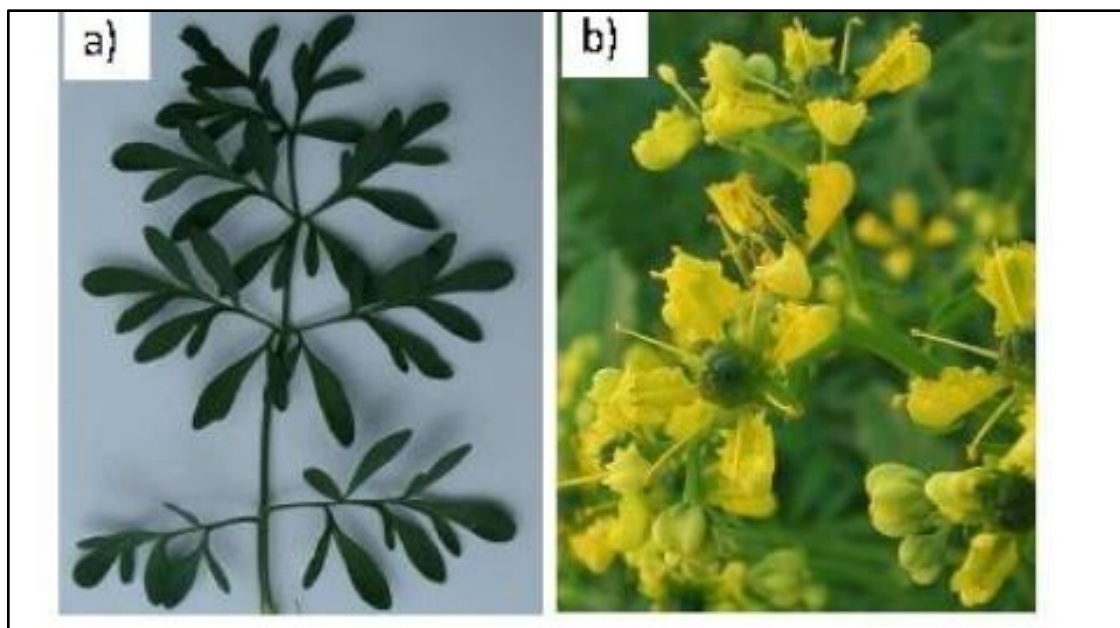
**Famille :** Rutaceae

**Genre :** *Ruta*

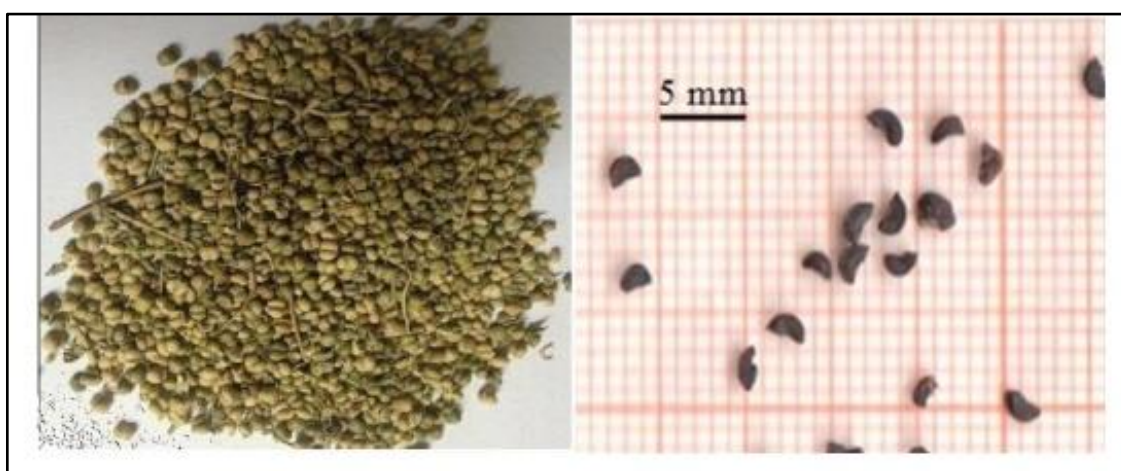
**Espèce:** *Ruta chalepensis* L.

### 2.4. Description botanique

La rue, plante herbacée à tige ligneuse à la base, pouvant atteindre 1 m (**Baba Aissa, 1999**). Les feuilles de 6 à 12 cm de long, sont aromatiques, ovales, larges, pennatiséquées, bleu-vert, elles présentent de nombreux lobes oblongs, lancéolés ou aborales. En été, s'épanouissent des fleurs de 1 à 2 cm de diamètre, en coupe, de couleur jaune foncé, portant quatre ou cinq pétales frangés de longs poils. Elles sont réunies en cymes lâches (**Figure 1**) (**Mioulane, 2004**).



**Figure 1:** Feuilles (a) et fleurs (b) de *Ruta Chalepensis* L. (Benghalia, 2018)



**Figure 2:** Fruits (a) et graines (b) de *Ruta Chalepensis* L. (Benghalia, 2018)

## 2.5. Composition chimique

Plus de 100 composés ont été identifiés dans *Ruta chalepensis*L, avec une grande variabilité de nature et de teneur selon l'espèce, le stade de développement ainsi que la distribution géographique (Hamliche, 2013).

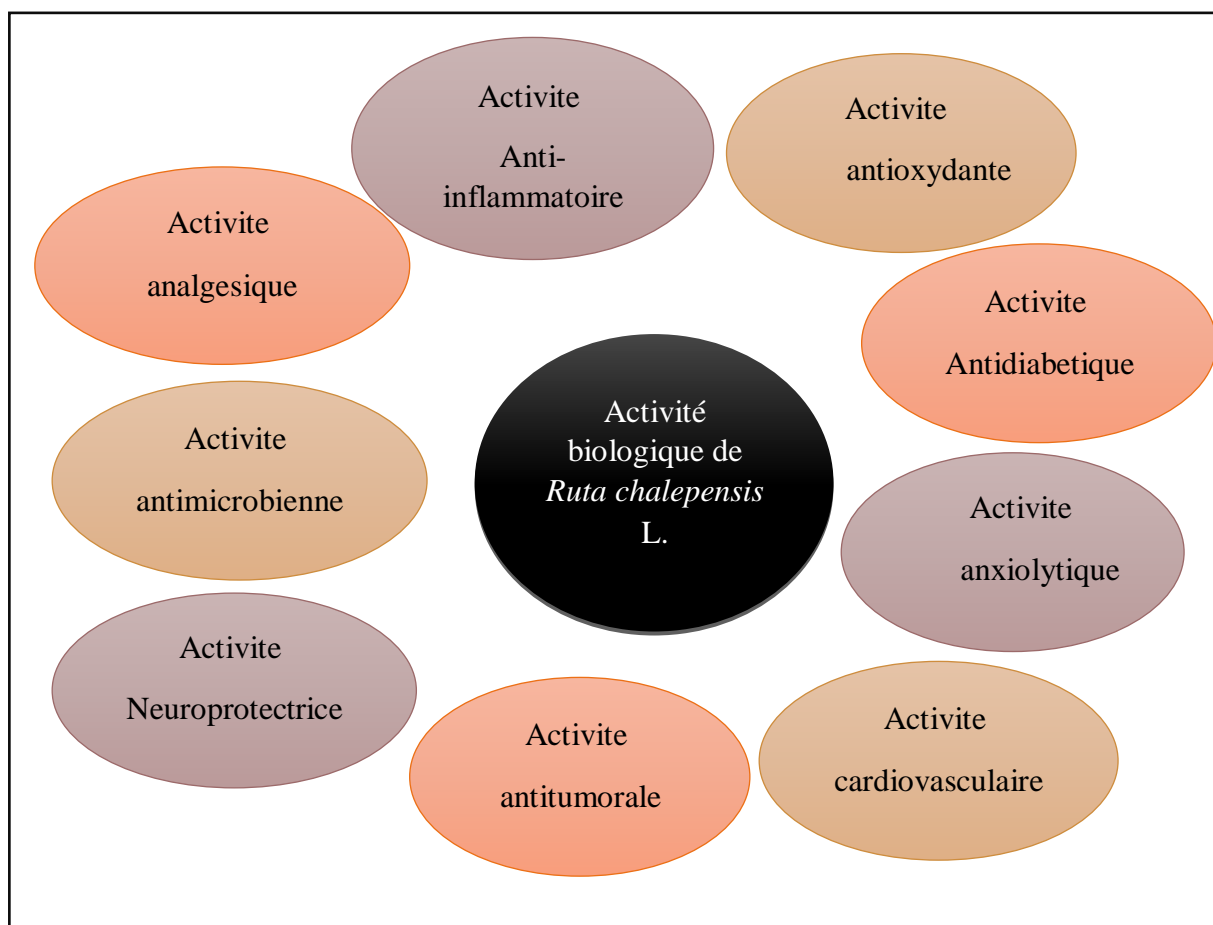
Parmi les constituants, on distingue : impérorine, bergapten, xanthotoxine, rutine, psoralène, et isoimperatorin. Les jeunes tiges et les feuilles contiennent les saponines, phénols, aminoacides, flavonoides, alcaloides. Les principales composantes d'huiles essentielles obtenues à partir de fruits, de fleurs et de feuilles sont 2-nonyl acetate, 2-Undecanone, and 2-nonanone (Shamal *et al.*, 2020).

Le rendement en huile essentielle et le composé majoritaire diffèrent selon le lieu de récolte mais généralement les composés les plus rencontrés sont le 2-nonanone et le 2-undecanone (Merghache *et al.*, 2009., Mejri *et al.*, 2010).

### 2.6. Activité biologique de *Ruta chalepensis* L.

*Ruta chalepensis* L. est employée à travers le monde pour traiter diverses affections. Plusieurs études ont tenté de démontrer ses activités biologiques (Iauk *et al.*, 2004 ; Anikó *et al.*, 2007 ; Jaradat *et al.*, 2017 ; Saidi *et al.*, 2022).

La **figure 3** illustre les activités biologiques de cette plante prouvées expérimentalement :



**Figure 3:** Les activités biologiques de *Ruta chalepensis* L.

### 2.7. Domaines d'utilisation

La rue est toujours employée en médecine traditionnelle dans de nombreux pays en tant que plante aromatique médicinale pour ses vertus laxatives, anti-inflammatoires, analgésiques, antispasmodiques, abortifs, antiépileptiques, emménagogues et pour le traitement des affections de la peau. On le retrouve aussi dans divers plats, allant de l'huile aromatique et du fromage à l'aromatisation de toutes sortes de gibiers (**Brown et Boca, 2015**).

En Algérie, *Ruta chalepensis* L. est largement répandue et employée dans la médecine traditionnelle en tant que remède contre les troubles gastro-intestinaux (nausées, douleurs gastriques, vomissements, vers intestinaux et constipation), le paludisme, l'anémie, les rhumatismes, les accouchements difficiles, les douleurs oculaires et auriculaires, l'asthme, la névrose, les problèmes hépatiques, les vertiges, le diabète, la fièvre, l'inflammation (**Brown et Boca, 2015**).

## 3. La plante *Ruta montana* L.

### 3.1. Généralités

*Ruta montana* (Rutaceae) est une plante médicinale méditerranéenne bien connue qui pousse à l'état spontané dans les rocailles et les pâturages du Tell. C'est une espèce commune dans les zones montagneuses jusque sur l'Atlas saharien. C'est une plante vivace, herbacée atteignant environ 1 mètre (**Quezel et Santa, 1963**). Elle a l'inconvénient de dégager une odeur forte et très désagréable.

L'espèce *Ruta montana* possède plusieurs noms communs. Elle est connue sous le nom de « Fijel » en arabe, et « Awermi » en berbère. En français, elle est appelée « Rue des montagnes » et en anglais « Mountain Rue ». Il a été conclu que le nom vernaculaire de cette plante varie selon les pays ou les régions (**Benkhaira et al., 2022**).

### 3.2. Distribution géographique

*Ruta montana* L. pousse naturellement dans les endroits accidentés et arides, sur les murs anciens, les collines sèches, et est abondante dans les sols calcaires de la région méditerranéenne. On trouve cette plante dans les rocailles, les pâturages et les pelouses, et elle est commune dans les zones montagneuses de l'intérieur jusqu'à l'Atlas saharien (**Quezel et al., 1963**). Cette espèce possède une large distribution géographique, notamment au Portugal, en Grèce, en Turquie, en Algérie, en Tunisie et au Maroc. Elle est cultivée dans

de nombreuses régions du monde pour ses propriétés médicinales et fut la première plante introduite sur le continent américain (**Benkhaira et al., 2022**).

### 3.3. Classification

La classification systématique de l'espèce *Ruta montana* L. est décrite ci-dessous (**Belazizia et Askri, 2019**)

**Règne:** Plantae

**Sous règne:** Tracheobionta (plantes vasculaires)

**Super division:** Spermatophyta (plantes à graine)

**Division:** Magnoliophyta

**Sous division:** Angiosperme

**Classe:** Magnoliopsida (dicotylédones)

**Sous classe:** Rosidées

**Ordre:** Sapindales

**Famille:** Rutaceae

**Genre :** *Ruta*

**Espèce:** *Ruta montana* L.

### 3.4. Description botanique

#### 3.4.1. La partie aérienne

Selon **Belazizia et Askri, (2019)** la description morphologique (Figure 4) est la suivante :

**Tiges:** Droites, cylindriques, très rameuses, glabres et glauque 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 a lobes arrondies et pédoncule court (4 mm) et se terminent par 4 ou 5 lobes arrondis, apparents; libérant a maturité de petites graines noirâtres.

**Semences:** Réniformes, a embryon renferme dans un albumen charnu.

**Odeur:** nauséabonde et saveur chaude et amère.



**Figure 4:** la plante *Ruta montana* L. (Benkhaira *et al.*, 2022).

### 3.5. Composition chimique de la *Ruta montana* L.

La composition chimique de la Rue de différentes régions a été rapportée dans des études antérieures. Cette espèce constitue une source importante de divers composés phytochimiques, notamment des alcaloïdes, des coumarines, des flavonoïdes, des tanins et des composés volatils. Les huiles essentielles (HE) extraites de la Rue se caractérisent par une forte odeur nauséabonde et sont dominées par des 2-cétones, telles que la 2-undécane et la 2-décane. Les données scientifiques ont montré une variation significative de la composition chimique des extraits de Rue, en raison de nombreux facteurs tels que la saison de récolte, la partie botanique utilisée et l'origine géographique (Benali *et al.*, 2020).

### 3.6. Utilisation du *Ruta montana* L.

#### 3.6.1. Culinaire

Les feuilles fraîches ou séchées sont utilisées en petites quantités (très amères) dans les sauces, oeufs brouillés ou omelettes, fromages blancs et beurres aux herbes.

Très prisée des Anglo-saxon, *Ruta montana*L.sert aussi à aromatiser des boissons alcoolisées, la bière mais aussi le vin blanc dont elle rehausse le bouquet. Ainsi les feuilles fraîches peuvent être utilisées pour assaisonner les sauces et les plats de viande mais utiliser modérément à cause du goût amer et des risques de toxicité (**Eberhard et al., 2005**).

#### 3.6.2. Médicinale

**Peau** : l'effet de la rue sur la peau revêt deux aspects. D'une part, la rue, comme plusieurs rutacées et certaines ombellifères, contient des composés susceptibles de provoquer des dermatites sous l'action du soleil. D'autre part, il est reconnu depuis longtemps que le jus ou la sève des feuilles de la rue sert d'antidote contre les morsures de serpent, les piqûres d'insectes et les allergies dues aux plantes. Elle servirait également à soigner les maladies de peau comme le psoriasis ainsi que les blessures (**Duval, 1992**).

**Système nerveux** : la rue est antispasmodique. Les Arabes en mâchent les feuilles, ce qui est sensé calmer tout trouble d'origine nerveuse. Les feuilles fraîches écrasées en application externe soulagent la sciatique. Traditionnellement, la rue était utilisée dans les cas d'épilepsie. Les victimes de la maladie portaient des feuilles de rue au cou pour prévenir les crises (**Ait, 2006**).

**Circulation sanguine** : une des propriétés reconnues de la rue est sa capacité pour abaisser la pression artérielle, ce qui en fait une plante utile pour le traitement des vaisseaux sanguins. La rue accroît également le flot sanguin du système gastrointestinal, protégé dans le cas de coliques ou troubles digestifs (**Ait, 2006**).

**Sens** : les anciens reconnaissaient les vertus de la rue dans les cas de trouble de la vue. En homéopathie, le jus extrait des plantes fraîches est utilisée pour renforcer la vue, il conseille pour soigner les cataractes de dissoudre les fleurs de rue dans un plat d'eau peu profond exposé au soleil. On baigne les yeux plusieurs fois par jour avec le liquide jaune obtenu en pressant les fleurs ayant trempées dans l'eau. Le jus chauffé soulagera les maux d'oreilles (**Ait, 2006**).

**Fertilité :** le pouvoir de la rue est redoutable en ce domaine, la plante agissant sur l'utérus. En petites doses, la rue est bonne pour le soulagement des dysménorrhées. A plus forte dose, la rue est abortive et son utilisation a donc été envisagée comme 'pilule du lendemain'. Autrefois, la rue était utilisée comme anaphrodisiaque pour encourager à la chasteté (**Ait, 2006**).

**Parasites :** la rue est un antihelminthique, un vermifuge et un anti-amibien (**Ait, 2006**).

**Usage vétérinaire :** la rue a déjà été employée dans de nombreux remèdes vétérinaires surtout pour aider à la délivrance et contre la météorisation chez les bovins, caprins et ovins. D'autres usages, ceux-là empiriques, incluent le traitement des fièvres persistantes des bovins, les parasites intestinaux ; de la morve des chevaux ; des parasites externes et la prévention de la rage. En homéopathie animale, la rue entre dans la composition d'un remède antirhumatismal et d'une poudre calcique (**Ait, 2006**).

### 3.6.3. Agricoles

La rue, par sa forte odeur et ses composés puissants, est utilisée pour le contrôle des ravageurs, notamment contre les insectes. La rue est toxique pour les mollusques, les poissons et les oiseaux. Elle serait aussi nématocide (**Duval, 1992**).

### 3.6.4. Cosmétique

L'huile essentielle de la rue est utilisée dans le domaine de la parfumerie (**Baba Aissa, 1991**).

CHAPITRE 2:  
PRESENTATION DE  
*TRIBOLIUM*  
*CASTANEUM*

### 1. *Tribolium castaneum*

#### 1.1. Généralités

Le Coléoptère rouge de la farine, *Tribolium castaneum* est un ravageur cosmopolite des produits (Rees, 1996 ; Nenaah, 2014). Il appartient à la famille des scarabées sombres Tenebrionidae. Le nom de l'espèce *Tribolium castaneum* vient du grec ; Tribolos qui signifie trois pointes (Larousse, 2017) et du latin ; Castaneum ou castenea par rapport à la couleur brune rougeâtre de fruit du châtaignier (Clifford et Bostock, 2007).

D'après Delobel et Tran (1993), quelques appellations sont accordées à *T.castaneum* (Herbst, 1797)

- En français : Tribolium rouge de la farine, petit ver de la farine
- Anglais: Red ou Rust – red flour beetle

Le tribolium rouge de la farine appartenant à la famille des Tenberionidaes, est l'un des insectes des stocks le plus ubiquiste et le plus polyphage. Les adultes et les larves ne s'implantent généralement dans les grains qu'après les attaques de ravageurs primaires qui leur ouvrent la porte (Camara, 2009). Lorsque les grains sont brisés souvent attaqués (Seck, 1992). *Tribolium castaneum* est considéré comme un ravageur secondaire strict causant d'importants dégâts sur les stocks de très nombreuses denrées amylacées notamment les farines de céréales (Bonneton, 2010).

#### 1.2. Classification

Selon Haines, (1991) la classification de *Tribolium castaneum* Herbst. est la suivante :

**Règne:** Animalia

**Phylum:** Arthropoda

**Subphylum:** Hexapoda

**Classe :** Insecta

**Ordre:** Coléoptères

**Superfamille:** Tenebrionoidea

**Famille:** Tenebrionidae

**Sous-famille:** Tenebrioninae

**Tribu:** Triboliini

**Genre:** *Tribolium*

**Espèce:** *Tribolium castaneum*

### 1.3. Origine et distribution géographique

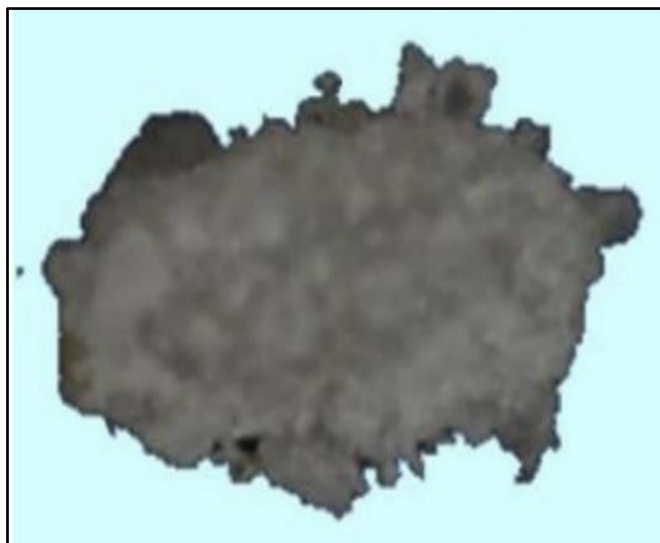
L'espèce *Tribolium castaneum* paraît originaire d'Asie du Sud elle a été trouvée dans de la nourriture placée dans la tombe de Toutankhamon (1345 avant J.-C.) ; elle est actuellement cosmopolite. Il existe dans le monde de très nombreuses lignées présentant des caractères de résistance attestée aux insecticides, aussi bien fumigants que non fumigants (**Delobel et Trane, 1993**). Par temps chaud, les adultes volent et peuvent être transportés par le vent dans les maisons ou d'autres bâtiments (**Dave et al., 2001**).

Il existe là où les céréales stockées existent sous forme de grains ou de farine ; Il est très abondant dans les régions tropicales. Sous climats froids, il est présent uniquement dans les stockages à température élevée (**Christine, 2001**).

### 1.4. Description morphologique

#### 1.4.1. Œufs

Les œufs (**Figure 5**) sont blanchâtres ou sans couleur et leur taille est d'environ 5mm, avec des particules de nourriture adhérentes à la Surface (**Godon et Wilim, 1998**).



**Figure 5:** Œuf de *T. castaneum* avec amas alimentaires (**Madene, 2013**).

#### 1.4.2. Larve

Les larves (**Figure 6**) sont vermiformes et pourvues de pattes à l'extrémité du dernier segment abdominal et une paire de courts appendices, les « urogomphes ». La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement

rougeâtres (**Godon et Willim, 1998**). Nous pouvons observer 5 à 8 stades larvaires dans les conditions optimales de développement, mais jusqu'à 13 lorsque les conditions sont défavorables.



**Figure 6:** Vue dorsale de larve de *Tribolium castaneum* (**Madene, 2013**).

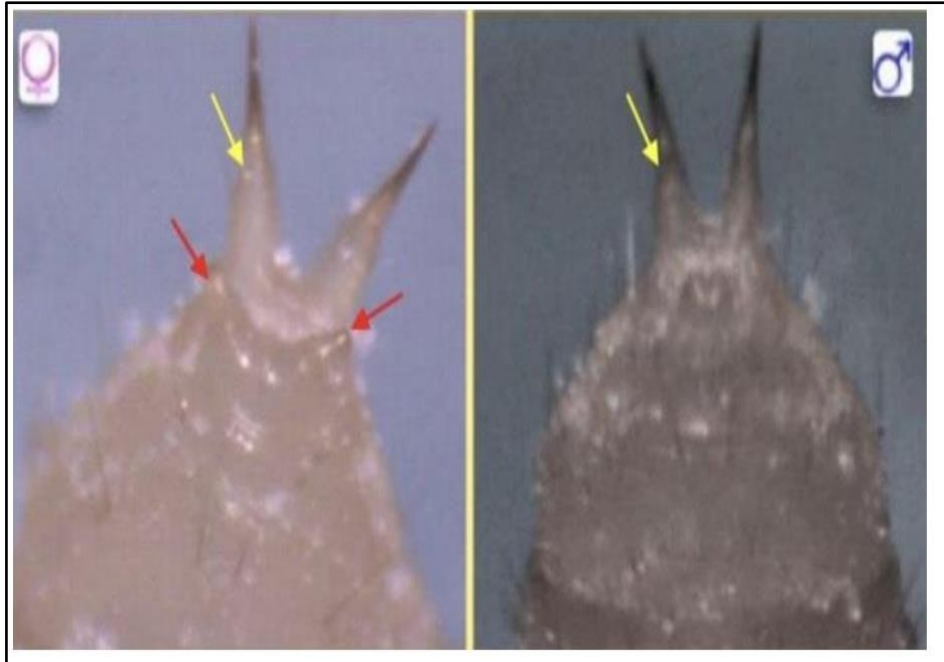
#### 1.4.3. Nympe

La nympe (**Figure 7**) a une forme cylindrique. Elle est de couleur blanchâtre virant vers le jaune ; la partie terminale de l'abdomen porte deux épines (**Christine, 2001**).



**Figure 7:** Nympe de *Tribolium castaneum* (**Madene, 2013**).

Les nymphes femelles se reconnaissent des nymphes mâles par les papilles génitales, situées juste en avant des urogomphes, qui sont nettement plus développées chez les femelles que chez les mâles (**Figure 8**) (Sokoloff, 1974).



**Figure 8:** Extrémité abdominale de deux pupes femelle et mâle de *T. castaneum* indiquant les urogomphes (flèche jaune) et les papilles génitales (flèche rouge) (Madene, 2013).

### 1.4.4. Adulte

L'adulte de *Tribolium castaneum* (**Figure 9**) mesure de 3 à 4 mm, de couleur uniformément brune rougeâtre ; il est étroit, allongé, à bords parallèles. La tête et la partie supérieure du thorax sont couvertes de minuscules ponctions. Les ailes et les élytres sont striés sur toute leur longueur, le dernier article des antennes est légèrement renflé avec des yeux de couleur rouges. Le prothorax à généralement des bords tranchants. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (Christine, 2001).



**Figure 9:** Vue dorsale de l'adulte de *Tribolium castaneum*

### **1.5. Cycle de vie et biologie de *Tribolium castaneum***

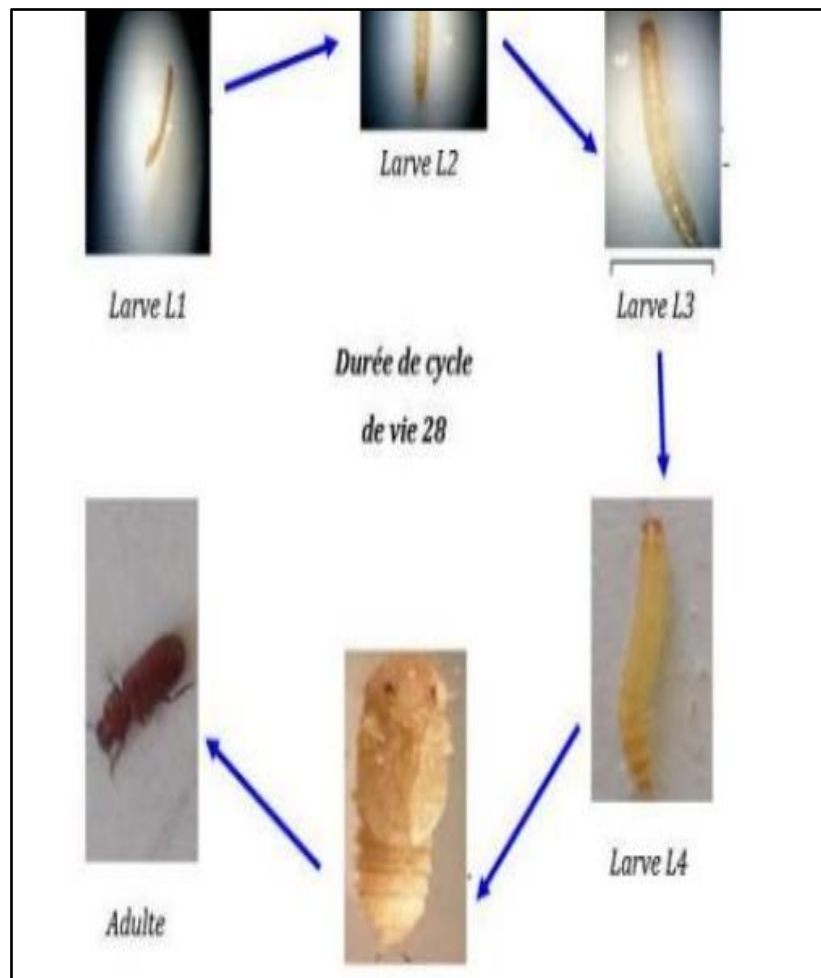
Les larves et les adultes se nourrissent de grains brisés, le développement de l'œuf à l'adulte est bouclé en 28 jours lorsque les conditions de température et d'humidité sont optimales (31 °C et 15 %). Le développement est plus lent en présence de faibles conditions d'humidité (8 %) (**Dave et al., 2001**).

Dès trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphosent sans cocon. À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation (**Figure 10**) (**Kassimi, 2014**).

La durée moyenne de développement de l'œuf à l'adulte sur millet est de 37 jours à 25°, de 26 jours à 28°, de 23 jours à 35°, de 21 jours à 38° (pour une HR de 70%). Selon le régime alimentaire, la durée du cycle peut atteindre 120 jours à des températures comprises entre 35° et 38°. La longévité moyenne est de 250 jours à 25°, 200 jours à 30°, 2 à 3 mois à 35° sur grains de blé, plus d'une année sur farine (maximum observé: 4 ans) (**Delobel et Trane, 1993**). La femelle pond entre 500 et 800 œufs (**Kassimi, 2014**).

Dans la farine infestée, les larves, les pupes et les adultes sont visibles, à cause de leur taille. Cependant, les œufs, sont difficilement reconnaissables de la farine, particulièrement à

l'œil nu car, les particules de la farine adhèrent aux œufs rendant leur identification plus ardue (Leelaja *et al.*, 2007).



**Figure 10:** Cycle de vie de *Tribolium castaneum* sur la semoule dans les conditions de laboratoire

### 1.6. Dégâts et importance économique

Le *Tribolium* rouge de la farine s'attaque à une large catégorie de produits céréaliers stockés tels que la farine, les céréales, les craquelins, les pâtes et même les mélanges à gâteaux. Il peut notamment infester les aliments séchés pour animaux domestiques, les fleurs séchées, le chocolat, les noix, les graines et même les spécimens de musée séchés (Campbell et Runnion, 2003). Il attaque les grains endommagés, comme ils peuvent se nourrir de champignons qui envahir le stock, est l'un des ravageurs les plus mondiaux des produits stockés, car il entraîne une perte de quantité et de qualité. Il donne également au

produit une couleur grise avec une odeur piquante et inacceptable et causé l'allergie sur la population humaine (**Abdullahi *et al.*, 2019**).

CHAPITRE 3:  
MATÉRIELS ET  
MÉTHODES

### 1. Matériels

#### 1.1. Matériel animal

L'élevage en masse de *Tribolium castaneum* est réalisé dans un récipient en plastique contenant 2 kg de semoule de blé dur (**Figure 11**) dans des conditions de laboratoire à 25°C et 65% d'humidité relative.



**Figure 11:** L'élevage de masse de *Tribolium castaneum* dans la semoule

#### 1.2 Matériel végétal

Dans le cadre de notre recherche, les deux espèces aromatiques *Ruta montana* L et *Ruta chalepensis* L. ont été collectées en divers sites de la région de Sétif au début du mois d'avril 2025. Les parties aériennes, comprenant les tiges et les feuilles, ont été soigneusement nettoyées puis séchées à l'ombre, à température ambiante, pendant une période de dix jours.

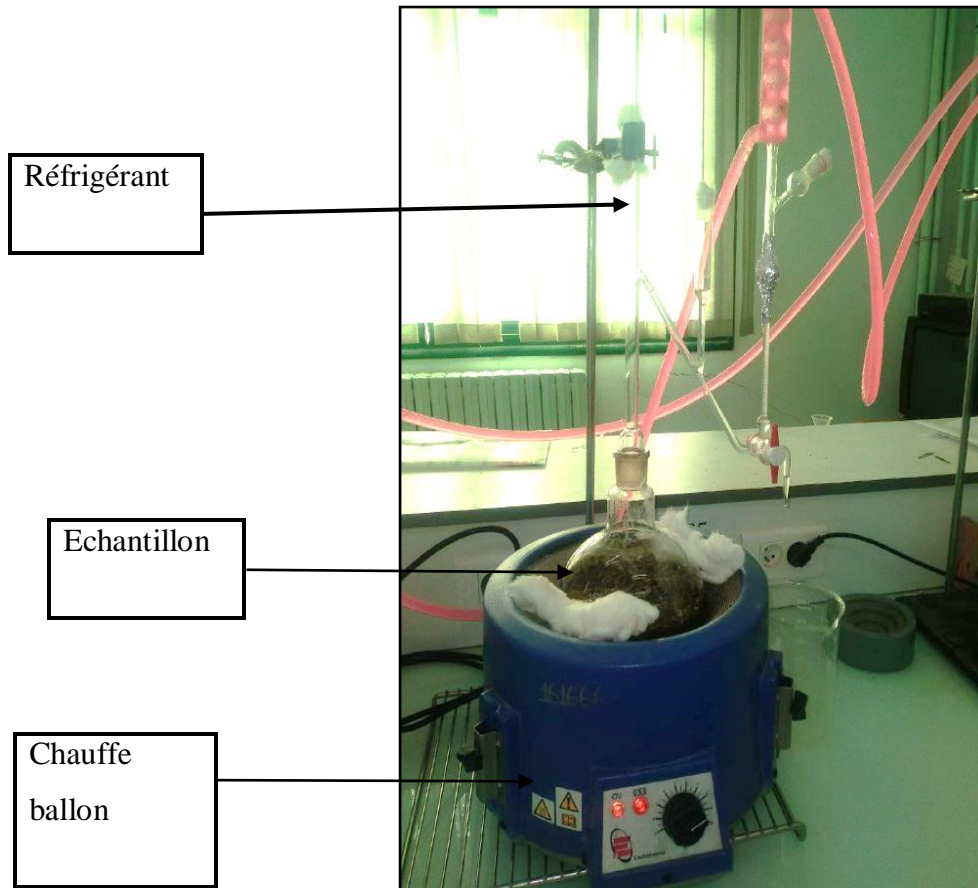
### 2. Méthodes expérimentales

#### 2.1. Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont obtenues par le procédé d'hydrodistillation en utilisant un dispositif d'extraction de type Clevenger (**Figure 12**). L'hydrodistillation est basée sur l'entraînement des substances volatiles présentes dans les plantes, grâce à la vapeur d'eau une quantité bien déterminée du matériel végétal (coupé en partie très fines), est portée à l'ébullition dans de l'eau distillé pendant 3 heures. Pendant l'ébullition les cellules végétales

s'éclatent et libèrent leurs contenues. La vapeur dégagée, chargée de l'eau et des huiles essentielle, traverse un réfrigérant et se condensent. Enfin, deux phases se forment et par la différence de densités, les huiles se déposent au dessus de l'eau.

Les huiles essentielles obtenues sont conservées dans des flacons opaques fermés hermétiquement à l'abri de la lumière et à une température de 4 à 6 C° jusqu'à sont utilisation.



**Figure 12:** Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger.

Le rendement en l'huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse sèche du matériel végétal à traiter

$$R = M_1 / M_2 \times 100$$

**R** : rendement en huiles essentielles exprimé en (%)

**M 1** : masse des l'huiles essentielles en (g)

**M 2** : masse d'échantillon en (g)

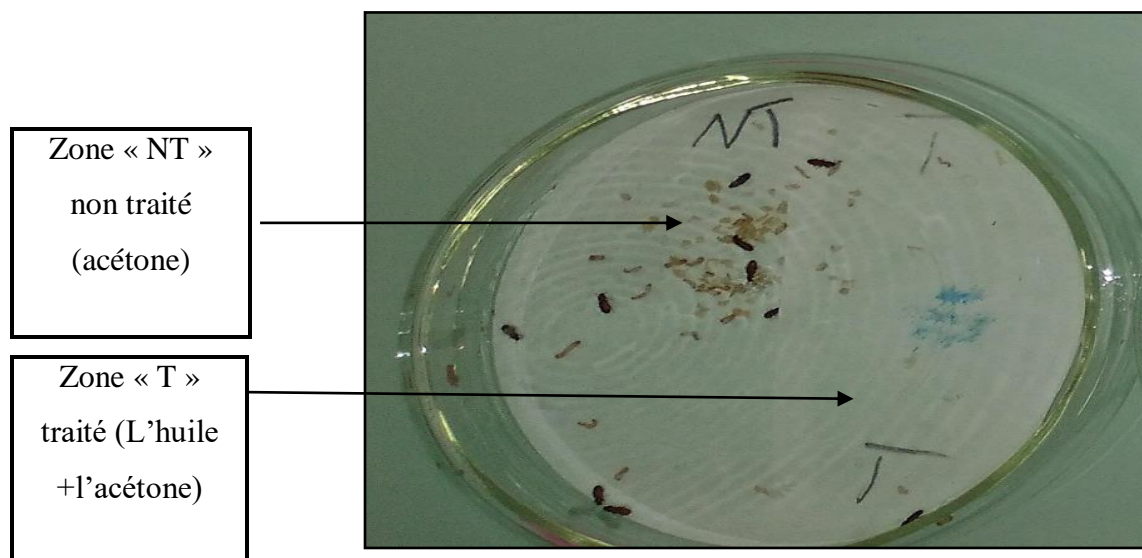
### 2.2. Test de l'effet répulsif de l'huile essentielle sur papier filtre

L'activité répulsive des huiles essentielles des deux plantes sur les adultes de *Tribolium castaneum* ont été évaluée en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre, conformément au protocole décrit par McDonald *et al.*, (1970).

Des disques de papier filtre de 9 cm de diamètre ont été découpés en deux moitiés égales. Une moitié de disque a été imprégnée avec 2  $\mu$ L d'huile essentielle diluée dans 0.5 ml d'acétone, tandis que l'autre moitié a été traitée uniquement avec 0.5ml d'acétone (**Figure 13**). Après évaporation complète du solvant, les deux moitiés ont été assemblées à l'aide d'une bande adhésive. Les disques ainsi préparés ont été placés dans des boîtes de Pétri, dans lesquelles 20 adultes de *Tribolium castaneum* ont été introduits. Cette procédure a été répétée pour des concentrations croissantes d'huile essentielle, à savoir 4, 6 et 8  $\mu$ L/ml. Chaque traitement a été réalisé en triplicat afin d'assurer la reproductibilité des résultats.

Après une période d'exposition de 2 heures, le nombre d'insectes présents sur chaque moitié du disque - traitée à l'huile essentielle (Nt) et traitée uniquement à l'acétone (Nc) a été comptabilisé.

Cette évaluation a permis de quantifier l'effet répulsif de l'huile essentielle sur les adultes de *Tribolium castaneum* en fonction des différentes doses testées.



**Figure 13:** Le test de répulsion des huiles essentielles

Le pourcentage de répulsion (PR) est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage de répulsion (PR) \%} = \frac{[(NC-NT)/(NC+NT)] \times 100}{}$$

**NC** : nombre de l'individu présent sur la partie du disque traitée uniquement avec d'acétone.

**NT** : nombre de l'individu présent sur la partie du disque traitée avec la solution huile – acétone.

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile est calculé (PR) et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V (**MC Donald et al., 1970**), qui sont présentés dans le **tableau 1** suivant :

pourcentage de répulsion selon le classement de **MC Donald et al., (1970)**.

à

<i>Classes</i>	<i>Intervalle de Répulsion</i>	<i>Ropriétés</i>
Classe 0	$PR \leq 0,1 \%$	N'est pas répulsion
Classe I	$0,1\% < PR \leq 20\%$	Très faiblement repulsion
Classe II	$20 \% < PR \leq 40\%$	Faiblement repulsion
Classe III	$40\% < PR \leq 60\%$	Modérément répulsion
Classe IV	$60\% < PR \leq 80\%$	Répulsion
Classe V	$80\% < PR \leq 100\%$	Très répulsion

CHAPITRE 4:  
RÉSULTATS ET  
DISCUSSION

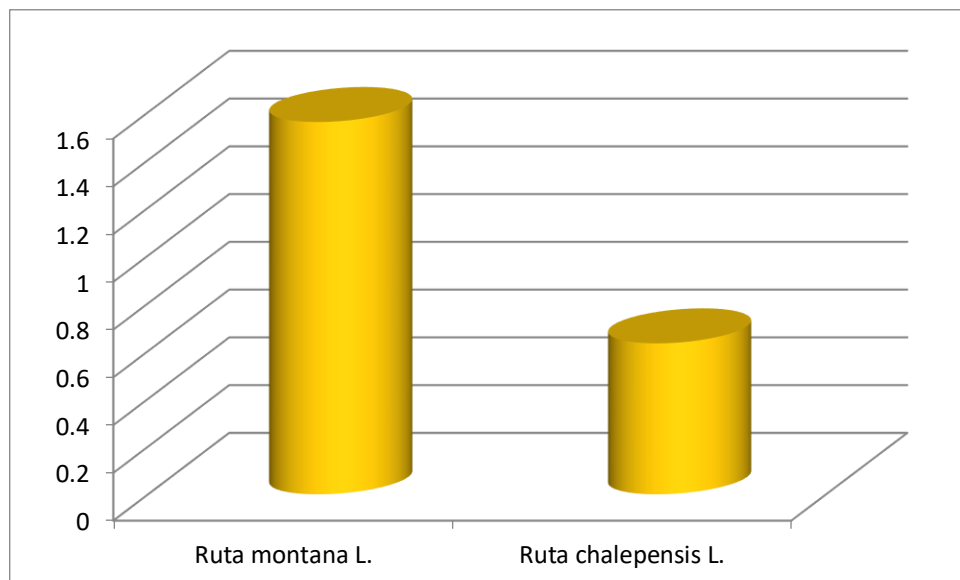
## 1. Résultats

### 1.1. Rendement des l'huile essentielles

L'extraction des huiles essentielles produit une huile avec des couleurs, des arômes, des rendements et des valeurs différents entre les deux plantes du genre *Ruta* étudiées. L'huile de *Ruta montana* L. se caractérise par sa couleur jaune vif et son odeur fort et intense, dont le parfum dure longtemps, l'huile de *Ruta chalepensis* L. est de couleur jaune légèrement clair et a une odeur très forte. Le rendement des deux plantes est enregistré dans le **Tableau 2** et la **Figure 14**.

**Table 1:** Le pourcentage de rendement des huiles essentielles de *Ruta montana* L. et *Ruta chalepensis* L.

Plantes	<i>Ruta montana</i> L.	<i>Ruta chalepensis</i> L.
Rendement (%)	1.559	0.632



**Figure 14:** Le pourcentage de rendement d'huile essentielle de *Ruta montana* L. et *Ruta chalepensis* L.

**1.2. Effet répulsif de l'huile essentielle**

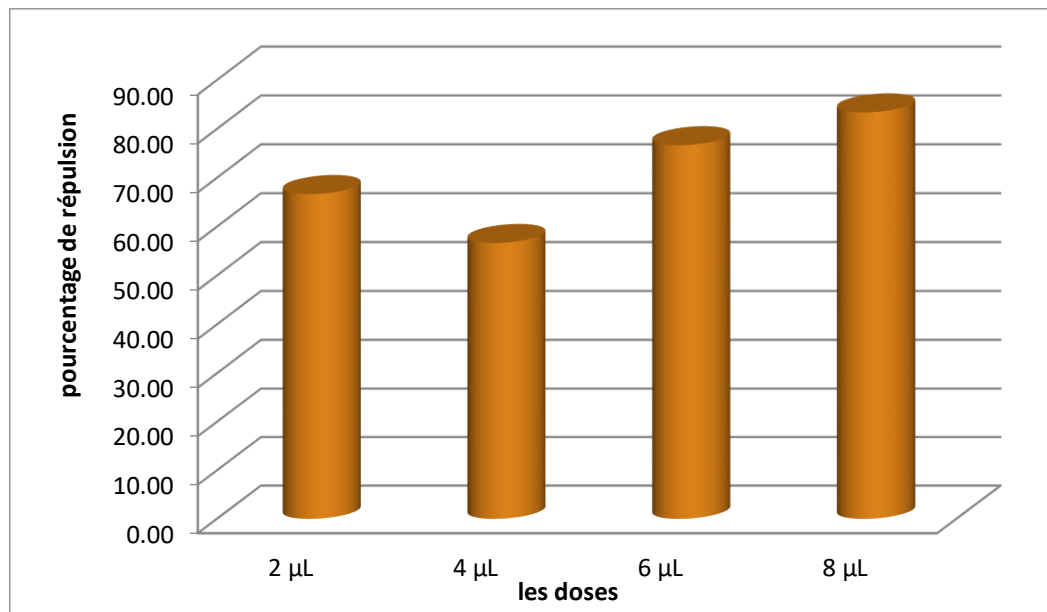
**1.2.1. Effet répulsif de l'huile essentielle de *Ruta montana* L.**

Les pourcentages de répulsion des différentes doses d'huile essentielle de *Ruta montana*

L. sont récapitulés dans le **tableau 3 et figure 15**. Il en ressort qu'après deux heures d'exposition, les différentes doses (2, 4, 6 et 8  $\mu$ L) de l'huile essentielle de *Ruta montana* L. ont occasionné respectivement 66.68% ,56.67%, 76.68%, 83.39 % de répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum* .Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 8  $\mu$ L.

**Table 2:** Nombre moyen d'adultes recensées dans le papier filtre à différentes doses d'huile essentielle de *Ruta montana* L. et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

Les doses	Nombre de l'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	la partie traitée	la partie non traitée	
2 $\mu$ L	3.33	16.66	66,68
4 $\mu$ L	4.33	15.66	56.67
6 $\mu$ L	2.33	17.66	76,68
8 $\mu$ L	1.66	18.33	83.39



**Figure 15:** Le pourcentage de répulsion des adultes de *Tribolium castaneum* traités avec les différentes concentrations d'huile essentielle de *Ruta montana* L.

Les résultats ont montré que l'huile essentielle de *Ruta montana* L. possède un effet insecticide efficace contre les adultes de *Tribolium castaneum*. Selon la classification de McDonald *et al.*, (1970), elle appartient à la **classe répulsive IV**, avec un **taux de répulsion élevé (tableau 5)**, dépassant la moyenne, et atteignant **70,85 %**, ce qui indique une activité répulsive significative.

**Table 3:** Classement de l'huile essentielle de *Ruta montana* L. et leur propriété de répulsion

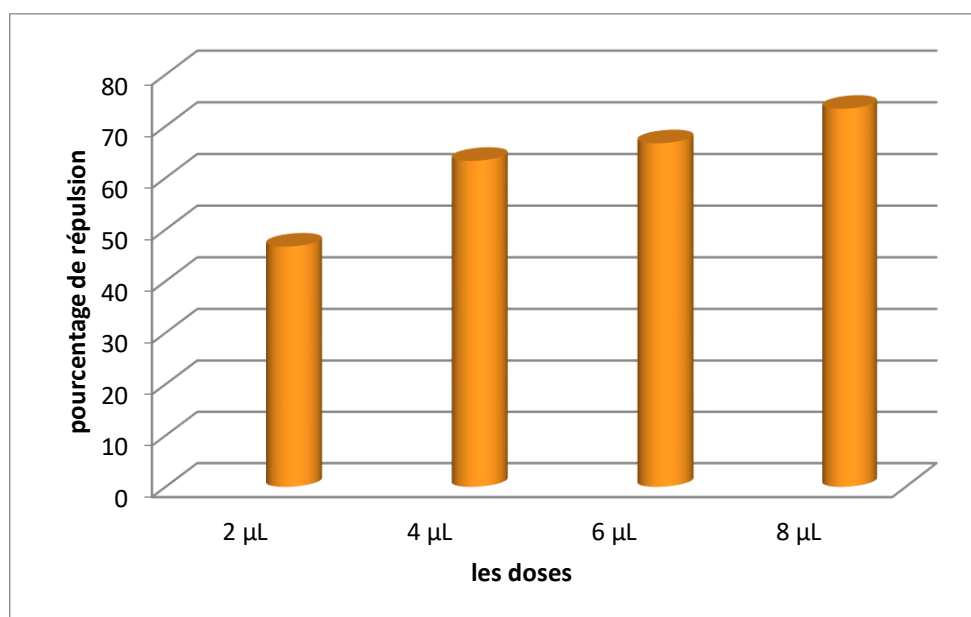
<b>Huile</b>	<i>Ruta montana</i> L.
<b>Taux de répulsion (%)</b>	70.85
<b>Classe de répulsion</b>	IV
<b>Effet</b>	Répulsion

**1.2.2. Effet répulsif de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L.**

Les pourcentages de répulsion des différentes doses d'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. sont récapitulés dans le **tableau 5** et la **figure 16**. Il en ressort qu'après deux heures d'exposition, les différentes doses (2, 4, 6 et 8  $\mu$ L) de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. ont occasionné respectivement 46.7% ,63.3%, 66.7%, 73.38 % de répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum* .Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 8  $\mu$ L.

**Table 4:** Nombre moyen d'adultes recensées dans le papier filtre à différentes doses d'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

Les doses	Nombre de l'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie traitée	Dans la partie non traitée	
2 $\mu$ L	5.33	14.67	46.7
4 $\mu$ L	3.67	16.33	63.3
6 $\mu$ L	3.33	16.67	66.7
8 $\mu$ L	2.66	17.33	73.38



**Figure 16:** Le pourcentage de répulsion des différentes concentrations d'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. à l'égard des adultes de *Tribolium castaneum*.

L'analyse des résultats a révélé que l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. présente une efficacité insecticide notable contre les adultes de *Tribolium castaneum*. Selon la classification de McDonald *et al.* (1970), elle est classée dans la **classe répulsive IV**, avec un **taux moyen de répulsion de 62,52 %**, indiquant une activité répulsive appréciable.

**Table 5:** Classement de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. selon leur propriété de répulsion.

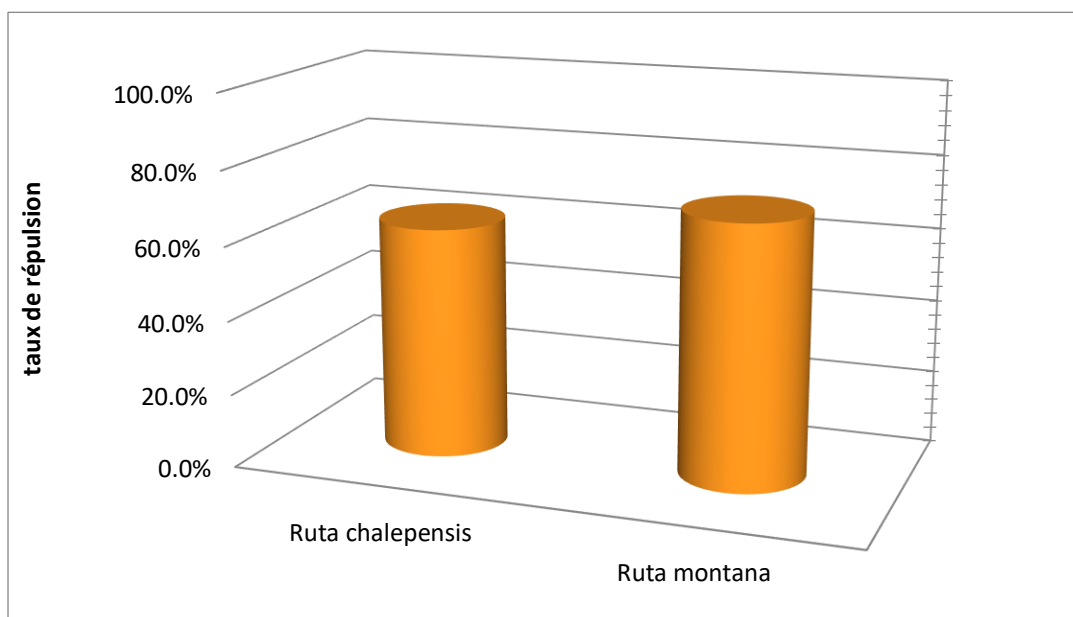
<b>Huile</b>	<i>Ruta chalepensis</i> L.
<b>Taux de répulsion (%)</b>	62.52
<b>Classe de répulsion</b>	IV
<b>Effet</b>	Répulsion

### 1.3. Comparaison du taux de répulsion des deux plantes

Le calcul du taux de répulsion (**tableau 7, figure 17**) permet de constater que l'huile essentielle de *Ruta montana* L. 70.85% est plus élevés que de *Ruta chalepensis* L. 62.52% Ceci montre que l'huiles essentielle de *Ruta montana* L.est plus toxiques par apport a l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. contre des adultes de *Tribolium castaneum*.

**Table 6:** Le taux de répulsion des différentes espèces.

La plante	<i>Ruta Montana</i> L.	<i>Ruta chalepensis</i> L.
Taux de répulsion (%)	70.85	62.52



**Figure 17:** Les taux de la répulsion les deux plantes

### 2. Discussion

La partie aérienne de *Ruta montana* L. a donné un rendement en huile essentielle de 1.55 %, cette valeur est plus fort comparée à celle obtenue par **Boutoumi et al., (2009)** de la même espèce dans la région de Tipaza (Algérie) (0.60%) et par **Ben Chaaban et al., (2019)** Tunisie (Tunis) 1.21%, alors que **Drioiche et al., (2020)** a obtenu un rendement de l'huile essentielle (1.46%) de *Ruta montana* trouvée dans la région de Boulemane (Marroc), c'est plus proche à notre résultat. Par contre le rendement de l'huile de *R. montana* trouvé dans la région de Hammam Melouane (Algérie) et la région d'Oron (1.80%, 1.63% respectivement) (**Fekhar et al., 2017 ; Kambouche et al., 2008**) est plus fort à notre résultat.

Le rendement en huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. obtenu dans notre étude est relativement faible 0.63% comparé à celui rapporté par **Haddouchi et al., (2013)**, 1.49% ainsi que par **Khadraoui et al., (2014)**. Toutefois, ce rendement reste supérieur à celui obtenu à partir de la même espèce récoltée dans la région de Blida (Algérie), qui était de 0.40% (**Boudjema et al., 2018**), ainsi qu'à ceux obtenus à El Fahs (Tunisie) (0.30%) (**Lengliz et al., 2018**). En revanche, notre résultat est proche de ceux rapportés pour la même espèce poussant en Tunisie : 0.56% à El Ala et 0.60% à Tunis (**Bejaoui et al., 2019**).

Cette variation de rendement et de performance peut s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment les conditions climatiques, les différences de température, la qualité de l'eau d'irrigation, les particularités des microclimats locaux, ainsi que par des variations dans la composition chimique et physique de l'huile essentielle, en particulier la teneur en acides gras et en composés antioxydants. D'autres facteurs tels que le moment et le lieu de la récolte, ainsi que la méthode d'extraction utilisée, peuvent également influencer de manière significative le rendement en huile essentielle.

Dans cette étude, nous avons montré que les huiles essentielles de *Ruta montana* L. et *Ruta chalepensis* L. possèdent des propriétés répulsives intéressantes contre le ravageur des denrées stockées *Tribolium castaneum* et pourrait servir comme alternative aux pesticides chimiques de synthèse.

L'une des premières recherches consacrées à l'évaluation des propriétés insecticides des huiles essentielles de *Ruta* a porté sur celle de *Ruta montana*, extraite à partir des parties aériennes fraîches de la plante récoltées à Tipaza, en Algérie. Les résultats ont révélé une

activité insecticide nette et proportionnelle à la dose contre la blatte germanique (*Blattella germanica*), avec un taux de mortalité atteignant 100 % à une concentration de 1,6 %. Par ailleurs, cette huile essentielle a également montré une efficacité remarquable contre le moustique *Culex pipiens*, avec un taux de mortalité de 99 % dès une concentration de 0,6 % après 30 minutes (Boutoumi *et al.*, 2009).

Fekhar *et al.*, (2017) ont évalué la toxicité par fumigation de l'huile essentielle de *Ruta montana* sur les adultes de *Sitophilus oryzae*. L'huile essentielle non thionée a entraîné la mortalité de 13 % des insectes après 24 heures d'exposition.

L'espèce *Ruta montana* (famille des Rutacées) a été évaluée pour son potentiel répulsif et sa toxicité par fumigation contre les larves de la teigne de la farine, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). L'huile essentielle de *Ruta montana* a montré une activité attractive envers les larves, tout en se révélant la plus toxique, avec un taux de mortalité larvaire de 56,7 % au cours des 24 premières heures d'exposition. La concentration létale médiane (CL50) enregistrée était de 11,6 µL/L (Bouzeraa *et al.*, 2019).

Les huiles essentielles extraites des parties aériennes fleuries de *Ruta chalepensis* ont été étudiées pour leur toxicité par contact ainsi que pour leurs effets physiologiques sur *Tribolium confusum*. Les résultats ont clairement montré que ces huiles présentent une toxicité significative envers les nymphes et les adultes de *Tribolium confusum*, avec des valeurs de CL<sub>50</sub> de 0,08 µL/cm<sup>2</sup> pour les nymphes et 0,055 µL/cm<sup>2</sup> pour les adultes après 7 jours de traitement. Lors du test de répulsivité, les huiles essentielles ont significativement repoussé les adultes de *T. confusum* dès une concentration de 0,06 µL/cm<sup>2</sup> dans un test de zone préférencielle (Abdellaoui *et al.*, 2018).

L'huile de *Ruta chalepensis* a montré une activité insecticide significative contre plusieurs ravageurs des grains stockés, notamment *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium castaneum* (Yucel *et al.*, 2023).

Les tests réalisés par Tampe *et al.*, (2016) ont montré que l'huile essentielle de rue exerçait un effet répulsif sur les mâles et les femelles d'*Aegorhinus superciliosus*. ( $p \leq 0,05$ ) à une concentration de  $1,92 \times 10^7$  ng/cm<sup>2</sup>. Cependant, à une concentration plus faible de l'huile (285,7 ng/cm<sup>2</sup>), seules les femelles ont été repoussées ( $p \leq 0,05$ ). La répulsion observée chez *A. superciliosus* pourrait être attribuée aux fortes concentrations des deux cétones, ce qui

suggère que l'huile essentielle de rue peut être considérée comme un répulsif potentiel capable de réduire l'infestation de ce charançon.

### Conclusion générale

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'effet répulsif des huiles essentielles extraites de deux espèces du genre *Ruta* (*Ruta montana* et *Ruta chalepensis*) sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum*.

Les rendements des huiles essentielles ont montré que *Ruta montana* est plus riche en huile essentielle (1.55%) par rapport à *Ruta chalepensis* (0,63%).

Les résultats de toxicité de deux plantes montrent que l'huile la plus répulsive, selon le classement établi par **Mc. Donald et al., (1970)** est l'huile de *Ruta montana* avec un taux de répulsion (70.85%) par rapport à l'huile de *Ruta chalepensis* (62.52%) sur les adultes de *Tribolium castaneum*.

Ces tests ont révélé l'efficacité des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* L. et *Ruta montana* L. contre les adultes de *Tribolium castaneum*, ce qui prouve que cette substance naturelle pourrait constituer une alternative saine aux produits de synthèse pour lutter contre ce ravageur. Par ailleurs, une étude approfondie de l'activité insecticide de ces huiles essentielles sur *Tribolium castaneum* aux différents stades de développement permettrait d'assurer une bonne conservation des produits stockés.

## Référence:

- Abdellaoui K., Acheuk F., Aissa B. F., 1999.** Encyclopédie des plants utiles EDAS Librairie moderne. Rouiba.
- Aissa B. F., 1999.** Encyclopédie des plants utiles EDAS Librairie moderne. Rouiba.
- Ait M.y, 2006.** Plantes médicinales de Kabylie. Ed. Ibispress. Paris. 293pp.
- Aniko S., Rosta K., Pusztai P., 2007.** Antioxidant measurements. Physiological Measurement. 28(4).
- Arakrak A., Laglaoui A., Bouayad N., et Rharrabe K., et al., 2019.** Recherche des plantes à caractère hypotenseur utilisées dans la pharmacopée des populations de la vallée du M<sup>z</sup>ab (Sahara Algérien). Journal of Advanced Research in Science and Technology, 6(2):1050-61.
- Arakrak A., Laglaoui A., Bouayad N., et Rharrabe K., et al., 2019.** Recherche des Atlas Mountains—Morocco. J. Essent. Oil Bear. Plants, 23, 902–917. 71.
- BABA I. F., 1999 .**Encyclopédie des Plantes Utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb . LIBRAIRIE MODERNE – ROUIBA ; p : 243 - 244.
- Badhusha S. , Kumar R., Ajay A., Baby B., ,Sanjay K., Ramesh B., 2020.**Traditional uses, Phytochemistry and Ethanopharmacology of *Ruta graveolens* Linn: Areview. International Journal of Pharmaceutics and Drug Analysis. Vol: 8, Issue: 3, 1-4.ISSN: 2348:8948.
- Bejaoui Y., Abderrabba M., Ayadi S., 2019.** Biological study from *Ruta* plants extracts growing in Tunisia. Iran. J. Chem. Chem. Eng. Int. Engl. Ed. 38, 85–89.
- Ben Chaaban S., Hamdi S.H., Mahjoubi K., Ben Jemaa J.M., 2019.** Composition and insecticidal activity of essential oils from *Ruta graveolens*, *Mentha pulegium* and *Ocimum basilicum* against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). J. Plant. Dis. Prot. 126, 237–246. 62.
- Bonneton F., 2010.** The beetle by the name of *Tribolium* Typology and etymology of *Tribolium castaneum* Herbst, 1797. Insect Biochemistry and Molecular Biology 38, description.
- Boudjema K., Mouhouche M., Guerdouba A., Hali L., 2018.** Composition, physicochemical analysis, antimicrobial and anti-inflammatory activities of the essential oils obtained from *Ruta chalepensis* L. growing wild in northern Algeria. J. Chem. Soc. Pak. 40, 1054–1062.
- Boutoumi H., Moulay S., Khodja M., 2009.** Essential oil from *Ruta montana* L. (Rutaceae): Chemical composition, insecticidal and larvicidal activities. J. Essent. Oil Bear. Plants, 12, 714–721. ( 68).
- Bouzeraa H., Bessila-Bouzeraa M., & Labed N. , 2019.** Repellent and fumigant toxic potential of three essential oils against *Ephestia kuehniella*. Biosystems Diversity, 27(4), 349–353.
- Brown W., Boca R. , 2015.** Multidisciplinary approaches for studing and combating microbial pathogens. page 18. Formatex Research center. 162734-544-2.
- Camara A., 2009.** Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz.
- Campbell J.F, et Runnion C., 2003.** Patch exploitation by female red flour beetles, *Tribolium castaneum*. Journal of Insect Science, 3(20), 8p.

- Christine B., 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2<sup>ème</sup> Edition, 124-154.
- Clifford Trevor H., Bostock P. D., 2007.** Etymological Dictionary of Grasses. New York: Springer –Verlag Heidelberg. CNRS, Paris. control. Journal of Stored Products Research, 44, 126-135 d'Algérie et des régions désertique méridionales.
- Dave A., Colin J., Demianyk P.G., et al, 2001.** Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grain entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. (éd. rev.) (Manitoba) Canada. 59p.
- Delobel A. et Tran M., 1993.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chauds, Faune tropicale XXXII. Paris. 103-106 p. des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie ; Tunisie, Maroc), 176p.
- Delobel A., Tran M., 1993.** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom. Paris. 424 p.
- Drioiche A., Amine S., Boutahiri S., Saidi S., Ailli A., Rhafouri R., Mahjoubi M., El Hilali F., Mouradi A., Eto B., et al, 2020.** Antioxidant and antimicrobial activity of essential oils and phenolic extracts from the aerial parts of *Ruta montana* L. of the Middle du M<sup>z</sup>ab (Sahara Algérien). Journal of Advanced Research in Science and
- Eberhard T. Robert A. Et annelisel., 2005.** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiment et leurs huiles essentielles. Ed. Tee & Doc, Paris, 521p.
- et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz.
- Fekhar N., Moulay S., Asma D., Krea M., Boutoumi H., Benmaamar Z., 2017.** Thionation of essential oils from Algerian *Artemisia herba -alba* L. and *Ruta montana* L.: Impact on their antimicrobial and insecticidal activities. Chem. J. Mold. 12, 50–57.
- Godon, B. , Wilim C., 1998.** Les industries de première transformation des céréales. Lavoision tec, doc Paris.
- Haddouchi F., Chaouche T.M., Zaouali Y., Ksouri R., Attou A., Benmansour A., 2013.** Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from four *Ruta* species growing in Algeria. Food Chem. 141, 253–258.
- HAINES C. P., 1991.** Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification .
- Hammiche V., & Merad R., Azzouz M., 2013.** Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen. 10.1007/978-2-8178-0375-3.
- Hammiche V., Merad R., Azzouz M., 2013.** Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen: Springer Paris.
- Hammiche V., Merad R., et Azouz M., 2013.** Plantes toxiques à usage du pourtour méditerranéen. Springer. P 201.
- Iauk L., Mangano K. et Rapisarda A., 2004.** Protection against murine endotoxemia by treatment with *Ruta chalepensis* L., a plant with anti-inflammatory properties. Journal of ethnopharmacology. 90 (1), 267-272. ISSN: 2348:8948.
- Jaradat N., Adwan L., & K., & aibni S., 2017.** Variability of chemical compositions and antimicrobial and antioxidant activities of *Ruta chalepensis* leaf essential oils from three Palestinian regions. PubMed Central.

**Kambouche N., Merah B., Bellahouel S., Bouaved I., Dicko A., Derdour A., Younos C., Soulimani R., 2008.** Chemical composition and antioxidant potential of *Ruta montana* L. essential oil from Algeria. *J. Med. Food* ,11, 593–595.

**Kassimi N., 2014.** Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques (*Pseudocytisus integrifolius* Salib et *Nepeta nepetella* L.) sur les ravageurs du blé et des légumes secs. Thèse de doctorat en biologie, option biologie animale, Université de Tlemcen .

**Khadraoui A., Khelifa A., Boutoumi H., Hamitouche H., Mehdaoui R., Hammouti B., 2014.** Al-Deyab, S.S. Adsorption and inhibitive properties of *Ruta chalepensis* L. oil as a green inhibitor of steel in 1M hydrochloric acid medium. *Int. J. Electrochem. Sci.* 9,

**Lakrous L., 2017.** Effet insecticide de l'huile essentielle de romarin *Rosmarinus officinalis* sur la longévité des adultes mâles et femelles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Bohman, 1988, Coleoptera : chrysomelidae : Bruchinae dans la période de diapause ? mémoire de master Université de Mouloud MAMMAERI de Tizi Ouzou, pp 39.

**Leelaja B.C., Rajashekar Y., et Rajendran S., 2007.** Detection of eggs of stored product insects in flour with staining techniques. *Journal of Stored Product Research*, 43(3): p206 - 210.

**Lengliz O., Mejri J., Abderrabba M., Khalifa R., Mejri M., 2018.** *Ruta chalepensis* L. essential oil: A new anti-sprouting agent for potatoes bioconservation. *J. Chem.*, 854-851.

LIBRAIRIE MODERNE – ROUIBA ; p : 243 - 244.

**Madene N., 2013.** Activité biologique de trois extraits végétaux et d'un insecticide sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum*, Coleoptera : Tenebrionidae, mémoire de master. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach Alger, Pp 96. Measurement. 28(4).

**McDonald L.L., Guy R.H. & Speirs R.D., 1970.** Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insects. Marketing. Res. Rep. n° 882. Washington: Agric. Res. Service, US. Dept of Agric., 183 p.

**Mejri J., Abderrabba M., et Mejri M., 2010.** Chemical composition of the essential oil of *Ruta chalepensis* L. Influence of drying, hydrodistillation duration and plant parts. *Industrial Crops and Products* 32, Ed: ELSEVIER; p: 671- 673.

**Merghache S., Hamza M., et Tabti B., 2009.** Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. de Tlemcen, Algérie, *Afrique Science* 5 (1) ; p : 67-81.

**Merghache S., Hamza M., & Bendahou M., 2008.** Chemical composition and antimicrobial activity of *Ruta chalepensis* L. essential oil from Algeria. *Asian Journal of Chemistry*, 20(4), 2989-2996. microbial pathogens. page 18. Formatex Research center. 162734-544-2.

**Miladi M., Boughtts I., Omri G., 2018.** PHYTOCHEMISTRY, BIOCHEMICAL AND INSECTICIDAL ACTIVITIES OF *RUTA CHALEPENSIS* ESSENTIAL OILS

**Miladi M., Boughattas I., Omri G., 2004.** PHYTOCHEMISTRY, MIOULANE P. Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins, Larousse, Ed : PROTEA ;

**Nenaah G. E., 2014.** Chemical composition, toxicity and growth inhibitory. ON *TRIBOLIUM CONFUSUM* Agriculture & Forestry, Vol. 64 Issue 3: 31-45, 2018.

of Stored. *The Biology of Tribolium: With Special Emphasis on Genetic Aspects*. Vol. 2. Clarendon Press, Oxford. ON *TRIBOLIUM CONFUSUM* Agriculture & Forestry, Vol. 64 Issue 3: 31-45.

- Quezel P., Santa S., 1963.** Nouvelle flore. Rajendran S., Sriranjini V., 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect.
- Rees D. P., 1996.** Coleoptera. In Integrated management of insect in stored product. review. International Journal of Pharmaceutics and Drug Analysis. Vol: 8, Issue: 3, 1-4.
- Rustgi S., et al. 2019.** Wheat seed proteins: Factors influencing their content, composition, and technological properties, and strategies to reduce adverse reactions. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18(6), 1751–1769.
- Saidi A., Hambaba L., et Bensaad M., 2022.** Phytochemical analysis using LC-DAD nutritional importance, and assessment of antioxidant, antidiabetic, and anticholinesterase activities of *Ruta tuberculata* Forssk organic extracts. *Molecules*, 27(14), 1-10.
- Seck D., 1992.** Importance économique et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, mil et niébé en milieu paysan Proceedings deuxième séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel, Bamako (Mali), 2-4 Janvier 1990.
- Sokoloff A., 1974** .*Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* and two parasitoids. *Journal*
- Suthisut D., Fields P.G., Chandrapatya A. ,2011.** Fumigant toxicity of essential oil their potential use as food preservatives. *Foods*. 2020;9(5):668 *Technology*,6(2):1050-61.
- Traditional uses, Phytochemistry and Ethanopharmacology of *Ruta graveolens* Linn: A *Tribolium castaneum* Herbst, 1797. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*.
- Wiart C., 2006** .*Medicinal Plants of the Asia – Pacific: Drugs for the future?*; Ed: WORLDSCIENTIFIC;p:401-416.

## Résumé :

Cette étude a été menée afin d'évaluer et de comparer l'efficacité des huiles essentielles de deux plantes du genre *Ruta* contre *Tribolium castaneum*, un insecte ravageur des denrées stockées. L'objectif était d'identifier des alternatives écologiques aux pesticides chimiques. L'effet répulsif des huiles essentielles extraites de *Ruta montana* L. et de *Ruta chalepensis* L. a été testé dans des conditions de laboratoire contrôlées. Les huiles ont été extraites par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de Clevenger, à partir des parties aériennes des plantes. Les rendements en huile ont varié selon l'espèce végétale, avec un rendement maximal de 1,5 % observé pour *Ruta montana* L. Les tests de répulsivité ont révélé des taux de protection variant de 62,52 % à 70,85 %, *Ruta montana* enregistrant l'effet répulsif le plus élevé (70,85 %) contre *T. castaneum*. Ces résultats mettent en évidence le potentiel des huiles essentielles comme alternatives prometteuses, efficaces et respectueuses de l'environnement dans la lutte contre les insectes nuisibles aux denrées stockées.

**Mots clés :** huiles essentielles, *Ruta*, *Tribolium castaneum*, L'effet répulsif.

## المخلص :

أجريت هذه الدراسة لتقييم ومقارنة فعالية الزيوت الأساسية لنباتين من جنس *Ruta* ضد حشرة الاغذية المخزنة *Tribolium castaneum* لايجاد بدائل للمبيدات الحشرية الكيميائية الضارة بالبيئة. تم اختبار التأثير الطارد للزيوت الأساسية المستخرجة من *Ruta montana* L. و *Ruta chalepensis* L. في الظروف المخبرية. استخلصت الزيوت عن طريق التقطير المائي باستخدام جهاز كليفنجر، من الأجزاء الهوائية للنباتين. تباينت إنتاجية الزيت حسب نوع النبات، لوحظ أن الحد الأقصى للإنتاجية يبلغ 1.5% بالنسبة للنوع *Ruta montana* L. أظهرت اختبارات الطرد معدلات حماية تتراوح بين 62.52% إلى 70.85%، وسجلت *Ruta montana* L أعلى نسبة طاردة (70.85%) ضد بالغات *Tribolium castaneum*. تؤكد هذه النتائج فعالية الزيوت الأساسية وإمكاناتها كبديل طبيعي واعداء ومستدامة في مجال مكافحة الحشرات الضارة التي تهاجم المواد الغذائية المخزنة.

**الكلمات المفتاحية:** الزيوت الأساسية، *Ruta*، *Tribolium castaneum*، التأثير الطارد

## Abstract:

This study was conducted to evaluate and compare the efficacy of essential oils from two plants of the genus *Ruta* against *Tribolium castaneum*, a pest of stored food. The objective was to identify environmentally friendly alternatives to chemical pesticides. The repellent effect of essential oils extracted from *Ruta montana* L. and *Ruta chalepensis* L. was tested under controlled laboratory conditions. The oils were extracted by hydrodistillation using a Clevenger apparatus, from the aerial parts of the plants. Oil yields varied by plant species, with a maximum yield of 1.5% observed for *Ruta montana* L. Repellency tests showed protection rates ranging from 62.52% to 70.85%, with *Ruta montana* showing the highest repellent (70.85%) against *T. castaneum*. These results highlight the potential of essential oils as promising, effective and environmentally friendly alternatives in the control of insects that are harmful to stored food.

**Keywords:** essential oils, *Ruta*, *Tribolium castaneum*, repellent effect.