

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques
Département : Biologie
Spécialité : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Thème

Evaluation de la toxicité de *Marrubium vulgare* chez *Blattella germanica*

Présenté par

M^{lle} Mihoubi Dikra

M^{lle} Guelai Rayen

M^{lle} Chabbi Sali

Devant les membres de jury

M ^{me} Benbelkacem Sofia	(M.A.A)	Présidente	Université 8 mai 1945 Guelma
M ^{me} Bendjeddou Dalila	(Professeur)	Examinatrice	Université 8 mai 1945 Guelma
M ^{me} Messiad Rouhia	(M.C.B)	promotrice	Université 8 mai 1945 Guelma

Juin 2023

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1
I. Matériel et méthodes	4
I.1. Objectif de travail.	4
I.2. Présentation du matériel biologique.	4
I.2.1. Position systématique.	4
I.2.2. Cycle biologique de <i>B. germanica</i>	4
I.3. Présentation de Matériel botanique.	5
I.3.1. Présentation de <i>Marrubium vulgare</i>	5
I.3.2. Position systématique.....	6
I.3.3. Description botanique.....	6
I.3.3.1. Appareil végétatif.....	7
I.3.3.2. Composition chimique des feuilles de <i>Marrubium vulgare</i>	8
I.3.3.3. Appareil reproducteur...../.....	9
I.4. Méthodes.....	10
I.4.1. Méthode de prélèvement des insectes.....	10
I.4.2. Elevage en laboratoire.....	11
I.4.3. Préparation de l'extrait des feuilles de <i>Marrubium vulgare</i>	12
I. 4.4. Traitement des insectes et tests de toxicité.	13
I.4.4.1. Traitement des insectes.....	13
I.4.4.2. Tests de toxicité.	13
I.4.4.2.1. Le calcul de la Mortalité observée.....	13

I.4.4.2.2. Le calcul de la Mortalité corrigée.....	14
I.4.4.2.3. Transformation angulaire.....	14
I.4.4.2.4. Analyse des probits.	15
I.4.4.2.5. Le calcul des Intervalles de confiance.....	15
I.5. Analyse statistique.	15
II : Résultats.....	17
II.1. Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i>	17
II.1.1. Après 24 heures de traitement.....	17
II.1.2. Après 48 heures de traitement.	19
II.1.3. Après 72 heures de traitement.	20
II.1.4. Après 74 heures de traitement.	22
II.2. Détermination des TL50 et TL90 de <i>M. vulgare</i> chez les adultes de <i>B.germanica</i>	23
II.2.1. Après traitement à 10 mg/insecte. ;.....	23
II.2.2. Après traitement à 100 mg/insecte.	24
II.2. 3. Après traitement à 800 mg/insecte.	24
II.2 4. Après traitement à 3000 mg/insecte.....	25
III. Discussion.....	26
Conclusion et perspectives.....	28
Résumé.....	29
Abstract.....	30
ملخص	31
Références bibliographiques.....	32
Annexes.....	48



Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions ALLAH tout puissant qui nous a donné le courage et la volonté pour la réalisation de ce travail.

Notre sincère gratitude va à Madame Benbelkacem Sofia pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

Nos remerciements vont également à Madame Bendjeddou Dalila pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nos chaleureux remerciements, nos sincères et hautes considérations et nos profonds respects vont à notre promotrice, Madame Messiad qui nous a permis de bénéficier de son encadrement et de nous avoir guidé pour l'achèvement de ce travail. Sa patience, ses conseils précieux et ses critiques constructives a su nous mettre sur la bonne voie.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, depuis le début de notre premier cycle d'études jusqu'à la fin de la cinquième année universitaire 2022/2023.

Nous remercions ardemment, nos parents pour le soutien partisan dont ils ont acte, merci pour leur soutien tant moral, spirituel et matériel. Si nous aujourd'hui ici, c'est grâce à vous.

Nos remerciements enfin, vont également à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce mémoire.

Consécration Dikra

Je dédie ce modeste travail

À celle qui m'a donné de l'amour pour que j'en connaisse le vrai sens, à celle qui n'a lésiné sur moi d'aucun effort jusqu'à ce qu'elle me voie heureuse, à celle qui tout au long de sa vie a préféré mon confort au sien. Que Dieu garde toi dans ma vie, ma mère bien-aimée.

À celui qui a été toujours à mes côtés, qui a illuminé mes nuits et ensoleillé mes jours avec son inépuisable affection,
mon papa d'amour

À ma sœur chérie Ghada et mon cher frère Khalil.

À mon docteur, que Dieu Tout-Puissant vous protège.
Merci pour tout ce que vous avez fait pour moi durant ces moments difficiles.

À mes copines, Sali et Rayene.

Consécration Sali

Je dédie ce modeste travail

À l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur ; celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, le professeur de générations et mon professeur dans la vie mon père Chabbi Ahmed. Que Dieu vous accorde le paradis dans ce monde et dans l'au-delà.

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, dame de la société sous les pieds de qui est le paradis maman Nassima que j'adore.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous, mon frère Taki-eddine et mes sœurs Mour et Sondes, Arij et Loujayne, dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides et encouragements.

À mon cher mari Malek, pour le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitude. Merci infiniment.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études, mes aimables amis, collègues d'étude,

À mes chères binômes Dhikra, Asma et Feriel

Consécration Rayen

Je dédie ce modeste travail

*À ma très chère mère, qui ma donnée toujours l'espoir de vivre
et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.*

*À mon très cher père, pour ces encouragements et son soutien
durant mon parcours scolaire.*

*À ma chère sœur Naba, merci pour tous ce que tu as fait
pour moi.*

À toute ma famille Guelai et Habis.

*À mes amies de toujours, en souvenir de notre sincère et
profonde amitié et des moments agréables que nous avons
passés ensemble Amani, Chaima, Amira et Bouchra.*

*À tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail de
recherche et plus particulièrement mes amies Rayane et
Sarra.*

À mes chères binômes Dikra et Sali

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1
I. Matériel et méthodes	4
I.1. Objectif de travail.	4
I.2. Présentation du matériel biologique.	4
I.2.1. Position systématique.	4
I.2.2. Cycle biologique de <i>B. germanica</i>	4
I.3. Présentation de Matériel botanique.	5
I.3.1. Présentation de <i>Marrubium vulgare</i>	5
I.3.2. Position systématique.....	6
I.3.3. Description botanique.....	6
I.3.3.1. Appareil végétatif.....	7
I.3.3.2. Composition chimique des feuilles de <i>Marrubium vulgare</i>	8
I.3.3.3. Appareil reproducteur...../.....	9
I.4. Méthodes.....	10
I.4.1. Méthode de prélèvement des insectes.....	10
I.4.2. Elevage en laboratoire.....	11
I.4.3. Préparation de l'extrait des feuilles de <i>Marrubium vulgare</i>	12
I. 4.4. Traitement des insectes et tests de toxicité.	13
I.4.4.1. Traitement des insectes.....	13
I.4.4.2. Tests de toxicité.	13
I.4.4.2.1. Le calcul de la Mortalité observée.....	13

I.4.4.2.2. Le calcul de la Mortalité corrigée.....	14
I.4.4.2.3. Transformation angulaire.....	14
I.4.4.2.4. Analyse des probits.	15
I.4.4.2.5. Le calcul des Intervalles de confiance.....	15
I.5. Analyse statistique.	15
II : Résultats.....	17
II.1. Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i>	17
II.1.1. Après 24 heures de traitement.....	17
II.1.2. Après 48 heures de traitement.	19
II.1.3. Après 72 heures de traitement.	20
II.1.4. Après 74 heures de traitement.	22
II.2. Détermination des TL50 et TL90 de <i>M. vulgare</i> chez les adultes de <i>B.germanica</i>	23
II.2.1. Après traitement à 10 mg/insecte. ;.....	23
II.2.2. Après traitement à 100 mg/insecte.	24
II.2. 3. Après traitement à 800 mg/insecte.	24
II.2 4. Après traitement à 3000 mg/insecte.....	25
III. Discussion.....	26
Conclusion et perspectives.....	28
Résumé.....	29
Abstract.....	30
ملخص	31
Références bibliographiques.....	32
Annexes.....	48

Liste des figures

N°	Titre	page
1	Cycle de vie de <i>B. germanica</i>	5
2	<i>Marrubium vulgare</i> .	6
3	La racine de <i>Marrubium vulgare</i> .	7
4	La tige de <i>Marrubium vulgare</i> .	7
5	Les feuilles de <i>Marrubium vulgare</i> .	8
6	La fleur de <i>Marrubium vulgare</i> .	9
7	Fruit de <i>Marrubium vulgare</i> .	10
8	Piège pour capter les blattes.	10
9	Elevage de <i>Blattella germanica</i> en laboratoire.	12
10	Préparation de l'extrait des feuilles de <i>Marrubium vulgare</i> .	13
11	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> (mg/insecte) administré par ingestion à l'émergence des adultes de <i>B. germanica</i> après 24 heures de traitement.	18
12	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> (mg/insecte) administré par ingestion à l'émergence des adultes de <i>B. germanica</i> après 48 heures de traitement.	19
13	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> (mg/insecte) administré par ingestion à l'émergence des adultes de <i>B. germanica</i> après 72 heures de traitement.	21
14	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> (mg/insecte) administré par ingestion à l'émergence des adultes de <i>B. germanica</i> après 74 heures de traitement.	22

Liste des Tableaux

N°	Titre	page
1	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> (mg/insecte) après 24 heures de traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i> .	18
2	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> (mg/insecte) après 48 heures de traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i> .	20
3	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> (mg/insecte) après 72 heures de traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i> .	21
4	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> (mg/insecte) après 74 heures de traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i> .	23
5	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> après traitement à 10 mg/insecte par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i> .	23
6	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> après traitement à 100 mg/insecte par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i> .	24
7	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> après traitement à 800 mg/insecte par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i> .	24
8	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> après traitement à 3000 mg/insecte par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de <i>B. germanica</i>	25

Liste des abréviations

B. germanica : *Blattella germanica*.

CL50 : concentration létale qui tue 50% de la population.

CL90 : concentration létale qui tue 90% de la population.

DL50 : dose létale qui tue 50% de la population.

DL90 : dose létale qui tue 90% de la population.

EC50 : Concentration Effective à 50%.

IC : l'intervalle de confiance.

M. vulgare : *Marrubium vulgare*.

M : Moyenne.

$m \pm s$: Moyenne \pm Écart type.

TL50 : temps létal au bout duquel on pourrait avoir une mortalité de 50 % de population.

TL90 : temps létal au bout duquel on pourrait avoir une mortalité de 90% de population.

Introduction.

Les capacités reproductrices des insectes souvent impressionnantes, leur ont permis de devenir le groupe zoologique le plus abondant et le plus varié du règne animal. Les blattes appelées aussi « cafard ou grélou » sont des insectes dictyoptères apparus sur terre il y a plus de 400 millions d'années.

Par ailleurs, les Blattes se caractérisent par une photophobie et un important pouvoir de fécondité (Hasche et Zumofen, 1999). Parmi les 4000 espèces recensées à ce jour, seule une vingtaine sont considérées comme nuisibles car ils posent de sérieux problèmes en terme d'hygiène et de santé publique (Afassinou, 2023 ; Zulfikaroglu *et al.*, 2023 ; Anita *et al.*, 2023). En effet, les Blattes sont susceptibles de transporter des agents pathogènes (Castner *et al.*, 2021 ; Choubdar *et al.*, 2023 ; Akter *et al.*, 2023 ; Onah *et al.*, 2023 ; Sharawi, 2023) et se trouvent également souvent à l'origine d'allergies (Pomes *et al.*, 2023 ; Da-Silva *et al.*, 2023 ; Laha *et al.*, 2023 ; Wang *et al.*, 2023) ; d'où leur présence peut déclencher des crises d'asthme (Liccardi *et al.*, 2023 ; Lee *et al.*, 2023 ; Lindsley *et al.*, 2023). Ils transmettent aussi des maladies infectieuses comme l'hépatite (Senthilmumar *et al.*, 2023 ; Siddiqui *et al.*, 2023), le choléra (Marhanto et Depu., 2022 ; Kano, 2023 ; Musa *et al.*, 2023) et la tuberculose (Tichafogwe et Juscar., 2020 ; De Almeida *et al.*, 2023 ; Jalayeri *et al.*, 2023).

Parmi les espèces les plus courantes et associées à l'homme ; sont *Periplaneta americana* (Cornwell, 1968), *Blattella orientalis* (Cornwell, 1976), *Supella longipalpa* (Gordon, 1968) et *Blattella germanica* (Nasirian, 2017). La Blatte germanique, l'espèce la plus répandue sur la planète est la plus associée à l'homme, elle continue encore, aujourd'hui à étendre son aire de distribution. Elle est responsable de 90% des infestations rapportées (Elie, 1998).

Pour lutter contre ces insectes nuisibles, l'homme à utiliser des insecticides chimiques qui appartient à différents groupes de pesticides (Organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthriinoïdes) (Mengoni et Alzogaray, 2018 ; Fazeli-Dinan *et al.*, 2022). Par conséquence, l'application répétée de ces insecticides a non seulement permis l'apparition des souches plus résistantes mais également ont présentés des effets très nocifs à l'égard de l'environnement et la

santé humaine (Liu *et al.*, 2023 ; Gits *et al.*, 2023 ; El-Monairy *et al.*, 2023 ; Hamilton *et al.*, 2023 ; Konkala *et al.*, 2023).

Ainsi, et suite à l'intérêt progressif pour la protection de l'environnement et le phénomène alarmant de la résistance aux insecticides qui en l'occurrence chez la Blatte germanique (Lee *et al.*, 2000 ; Brown et RedaK., 2023 ; Onstad et Knolhoff, 2023), la recherche des méthodes de lutte alternatives et respectueuses de l'environnement tel que l'utilisation des biopesticides est devenue amarrent (Diahuissie *et al.*, 2023 ; Jannatan et Rahayu, 2023).

En effet, la recherches de pesticides à l'heure actuelle se conduit vers des plantes comestibles toxiques à l'égard de l'insecte nuisible est non nocif à l'égard de l'environnement (Bueno *et al.*, 2023 ; Hajjar *et al.*, 2023 ; Ake *et al.*, 2023). Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes testées ont montré un large spectre d'action sur plusieurs nuisibles (Fangue-Yapseu *et al.*, 2023 ; Zongo *et al.*, 2023 ; Van-Oudenhove *et al.*, 2023 ; Chakraborty *et al.*, 2023 ; Marrone, 2023).

Ainsi, des travaux antérieurs ont montrés l'utilisation des extraits de plantes, comme les huiles essentielles conte plusieurs insectes nuisibles, tel que l'huile de *Origanum vulgare* (Abdelgaleil et El-Sabrou, 2023 ; Giatropoulos *et al.*, 2023), *Perilla frutescens* (Tabanca *et al.*, 2015 ; Zhang *et al.*, 2023), *Laurus nobilis* (Tine-Djebbar *et al.*, 2021 ; Zarenezhad *et al.*, 2022 ; Aissaoui *et al.*, 2023) et *Lantana camara* (Venu *et al.*, 2023). Ou encore, les huiles d'*Inula graveolens* (Ben-Mustapha *et al.*, 2023), *Melaleuca alternifolia* (Zhang *et al.*, 2021 ; Ramachandran *et al.*, 2023), *Pennyroyal* (Bachrouch *et al.*, 2023), *Ferula persica* (Chaghakaboodi *et al.*, 2022).

Les extraits des feuilles des plantes ont également fait l'objet de plusieurs travaux, tel que l'extrait des feuilles de *Neem* (Harouna *et al.*, 2019 ; Akoudjin *et al.*, 2023), *Datura inoxia* et *Cleome arabica* (Korichi-Almi_ *et al.*, 2016 ; Goyal *et al.*, 2019 ; Habbachi *et al.*, 2020, David *et al.*, 2021), *Capsicum annuum* et *Petroselinum crispum* (Barry *et al.*, 2022), *Hyptis suaveolens* (Tounnou *et al.*, 2012 ; Bello *et al.*, 2019 ; Saliou *et al.*, 2020) et *Lantana camara* et *Ocimum basilicum* (Daiz *et al.*, 2022). Mais également les grains des plantes suivantes de *Ricinus communis* chez *Blattella germanica* (Boudguig et Gouaidia, 2020 ; Khlifi *et al.*, 2021 ; Soumrani *et al.*, 2022) et *Azadirachta indica* contre les principaux ravageurs de chou (Yao *et al.*, 2022).

Le *Marrubium vulgare*, communément appelée en Algérie « Marriouta » est une plante de la famille des Lamiaceae (Greuter *et al.*, 1986). Cette plante est connue également sous le nom des labiées, vient du mot latin « labium » qui signifie lèvre (Bouhaddouda, 2016).

Cette plante herbacée vivace de 30 à 80 cm de hauteur à une odeur forte et désagréable, son tige ramifiée, épaisses, cotonneuses, très feuillées qui se perpétue et se propage par des bourgeons nés sur la tige souterraine (Bonnier, 1990). Ces feuilles sont pétiolées, arrondies, ovales, généralement dentées (Boukaf, 1998 ; Bonnier, 2001), les fleurs sont petites, blanches avec un calice à 10 dents courtes crochues sont groupées en verticille globuleux à l'aisselle des feuilles supérieures (Aouadhi, 2010). La partie aérienne du marrube comporte plusieurs métabolites secondaires tels que les diterpenes dont la marrubine responsable de la majorité des propriétés biologiques de cette espèce (Çitoğlu et Aksit, 2002). Elle contient également des flavonoïdes (apigénine et lutéoline) (Nawwar *et al.*, 2006). La marrubine est responsable de l'effet expectorant de la plante et de son pouvoir amer (acide).

L'extrait de feuilles de *Marrubuim* a embusqué plusieurs activités (Castillo-Juárez *et al.*, 2009 ; Meyre-Silva *et al.*, 2005 ; Stulzer *et al.*, 2006 ; Boudjelal *et al.*, 2012 ; Karahacane, 2015). En effet, plusieurs travaux antérieurs ont prouvé son efficacité dans la lutte contre plusieurs espèces diptères comme les larves de *Culex pipiens* (Berchi et Aouati., 2017), *Aphis neri* (Dib et Bouteldji, 2017), *Tribolium castaneum* (Karahacane, 2015), *Ceratitis capitata et Ephestia kuehniella* (Amiri et Nedjadi, 2017), *Schistosoma mansoni* et *Schistosoma haematobium* (Saleh et Glombitza, 1989).

Il est effectivement intéressant de procéder à une évaluation de l'effet toxique du *Mrrubuim vulgare*, en particulier chez les espèces résistantes telles que les blattes, semble en effet une démarche intéressante. Dans ce contexte, s'inscrit le présent travail dont l'objectif essentiel consiste d'évaluer la toxicité, des feuilles de *Marrubuim vulgare*, chez les adultes de *B. germanica* nouvellement exuvies. L'appréciation de la nocivité de ce composé chez ce fléau sera par la résolution des doses létales (DL50 et DL90) et les temps létaux (TL50 et TL90), après son gestion par voie orale.

I. Matériel et Méthodes.

I.1. Objectif de travail.

Le but étant d'aboutir à préciser les doses du *Marrubium vulgare* plus indiqué et ainsi mieux s'armer pour lutter contre ce fléau le plus communément associée à l'homme.

I.2. Présentation de matériel biologique.

I.2.1. Position systématique *Blattella germanica*.

La position systématique des blattes (Linnaeus, 1767) est la suivante :

Embranchement :	Arthropoda
Sous -Embranchement :	Mandibulata
Classe :	Insecta
Sous -classe :	Pterygota - Neoptera
Section :	Polynoeptera
Super -ordre :	Orthoteroidae
Ordre :	Dicty,optera
Sous-ordre :	Blattaria
Super famille :	Blaberoidae
Famille :	Blattellidae
Sous -famille :	Blattellinae
Genre :	<i>Blattella</i>
Espèce :	<i>Blattella germanica</i>

I.2.2. Cycle biologique de *B. germanica*

Les blattes sont des insectes à métamorphose incomplète, Chez *B. germanica*, le comportement sexuel se compose de cinq phases successives. C'est une espèce à développement hétérométabole (Gordon, 1996), dont un seul accouplement pourrait suffire à fertiliser tous les œufs produits durant la vie imaginaire. Le développement larvaire, de 6 mois environ, présente 5 à 7 stades successifs, séparés par des mues (Wattiez & Beys, 1999). Les larves du dernier

stade, dont la durée de vie est en moyenne de 40 jours pour le mâle et de 41 jours pour la femelle, endurent enfin la mue imaginale (fig. 1).

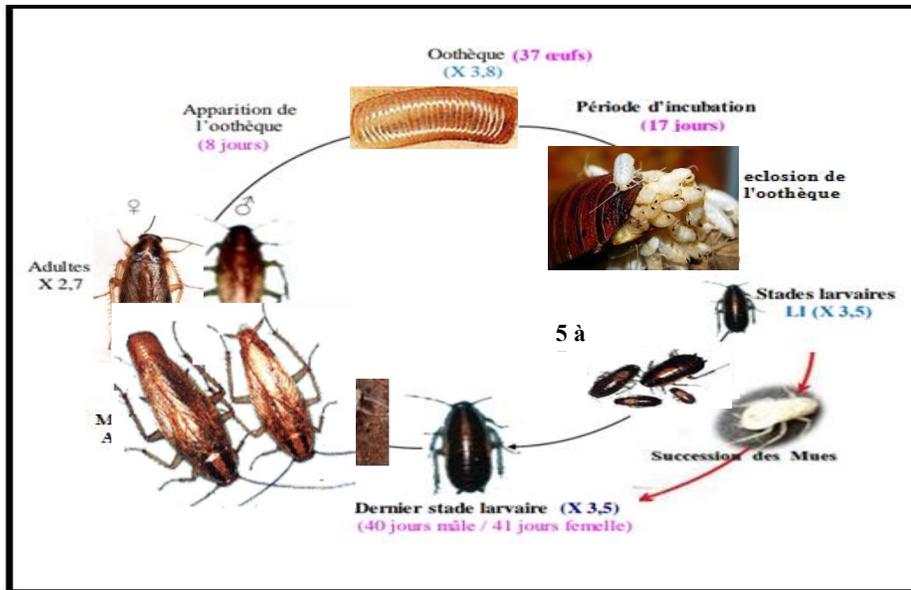


Figure 1. Cycle de vie de *B. germanica* (Cornwell, 1968).

1.3. Présentation de Matériel botanique.

1.3.1. Présentation de *Marrubium vulgare*.

Le *Marrubium vulgare*, appelé communément en Algérie « Marriout » est une herbacé, d'aspect blanchâtre très rameux, à poils laineux appliqués, a feuilles petites en coin à la base et portant quelques dents au sommet, fleurs en petites glomérules à l'aisselle des paires de feuilles. Une corolle petite par apport au calice tubuleux, muni à 10 dents, dont les 5 commissurales plus courtes, toutes terminées en pointe épineuse, Les inflorescences sont en glomérules verticillés, à tige quadrangulaire cotonneuse. Le fruit est un tétra-akène (Taous et Taleb, 2017). Celui-ci s'accroissant considérablement par sa partie supérieure en formant autour du fruit une auréole membraneuse (Ozenda, 2004) (fig. 2).



Figure 2. *Marrubium vulgare* (photo personnelle, 2023).

1.3.2. Position systématique de *Marrubium vulgare* L.

La systématique de *Marrubium vulgare* (Linnaeus, 1767 ; Judd *et al.*, 2002) est la suivante :

Règne : Végétale

Sous règne : Plantes vasculaires

Embranchement : Angiosperme

Classe : Eudicots

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Marrubium*

Espèce : *vulgare*

1.3.3. Description botanique.

Le *Marrubium vulgare* est une plante herbacée vivace pouvant atteindre 80 cm de hauteur (Hameg et Taleb, 2018). Toute la plante dégage une odeur forte, sa saveur est âcre et amère (Aouadhi, 2010). C'est une espèce très répandue dans le bassin méditerranéen et utilisé pour ses vertus thérapeutiques (Djahra *et al.*, 2013).

1.3.3.1. Appareil végétatif.

➤ Racine.

La racine est simple, ligneuse, garnie de plusieurs fibres (Bouzourene et Bourkache, 2016) (Fig. 3).



Figure 3. La racine de *Marrubium vulgare* (photo personnelle, 2023).

➤ La tige.

Les tiges du *Marrubium vulgare* peuvent atteindre jusqu'à 50 cm de longueur et 7 mm de largeur ; les jeunes tiges sont recouvertes d'abondants poils duveteux blanchâtres ; les plus âgées sont gris-vert et les poils qui les recouvrent sont moins nombreux (Rombi et Robert, 2007). Elles sont carrées, dressées, robustes et feuillues, et sont dites « tétragones » ou quadrangulaires, cotonneuses, blanches et tomenteuses (Bouzourene et Bourkache, 2016) (Fig. 4).



Figure 4. La tige de *Marrubium vulgare* (Source : [Site 1](#) : consulté le 06/05/2023).

➤ **Feuilles.**

Les feuilles du *Marrubium vulgare* sont opposées et pétiolées, elles sont entières et un peu cordées à la base ; leur forme générale est ovale ou arrondie. Ainsi elles sont feutrées, cotonneuses, et de couleur blanchâtre. Les feuilles du marrube pétiolées ont un limbe mesurant 1,5 à 4 cm de longueur et 1 à 3,5 cm de largeur ; elles présentent des bords dentés à crénelés et sont recouvertes de poils blancs, fins et d'aspect vert-gris foncé. De plus, les feuilles sont gaufrées (Bouzourene et Bourkache, 2016) (Fig. 5).



Figure 5. Les feuilles de *Marrubium vulgare* (Source : Site 2, consulté le 06/05/2023)

1.3.3.2. Composition chimique des feuilles de *Marrubium vulgare*.

Le *Marrubium vulgare* contient des flavonoïdes et des diterpènes, il possède également les alcaloïdes, les mucilages, les pectines, la bétonicine, la stachydrine, beaucoup de fer, et peu d'huiles essentielles. Un certain nombre de sels minéraux ont été également identifiées (Boudjerda *et al.*, 2010). En outre il y a des tanins spécifiques des Lamiacées et dérivés de l'acide hydroxycinnamique (jusqu'à 7%) (acide chlorogénique, caféique, caféylquinique), et la présence d'une faible quantité d'huiles essentielles comportant différents composés monoterpéniques (moins de 1% soit l' α -pinène, le camphène, le lomonène) (Wichtl & Anton, 2003).

1.3.3.3. Appareil reproducteur.

➤ Les fleurs.

Les fleurs sont petites et forment des amas danses, axillaires, sessiles et réunies en glomérules à l'aisselle des feuilles. Elles rangent de délicats verticilles au long de la tige ; blanches et dotés d'une corolle soyeuse et bilabiées. Le calice est velu et laineux et très poilue à l'intérieur du tube, il possède dix dents inégales et crochues dont cinq, dites commissurales, sont un peu plus courtes et toujours terminées en pointe épineuse. La corolle est blanche, bilabiée, la lèvre supérieure est presque plane, entière ou bifide alors que la lèvre inférieure est ouverte et trifide. L'androcée est à quatre étamines qui sont renfermées dans le tube de la corolle (Bouzourene et Bourkache, 2016) (Fig. 6).

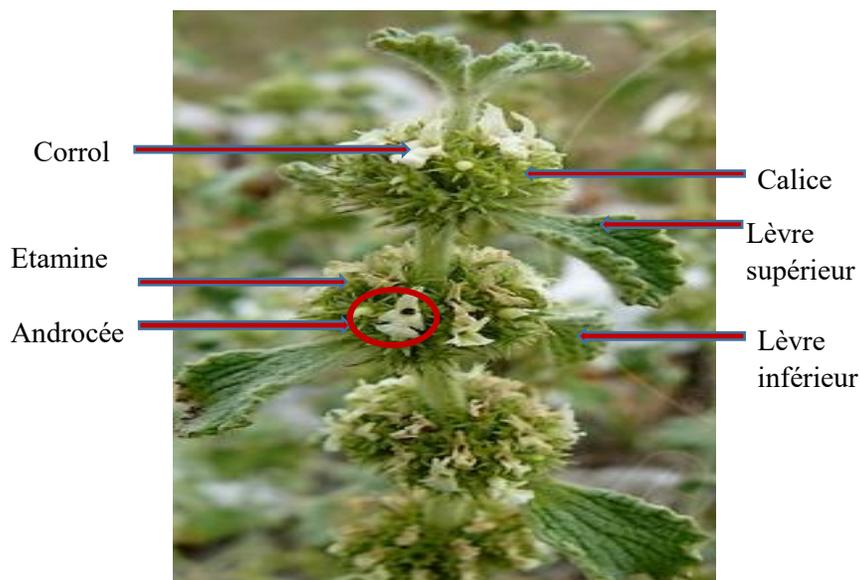


Figure 6. La fleur de *Marrubium vulgare* (Source : [Site 3](#) , consulté le 15/04/2023).

➤ Le fruit.

Les fruits consistent en quatre akènes lisses et glabres murissent en automne ; tout comme les fleurs, ils dégagent un parfum intense, musqué, et ont une saveur amère. Ainsi qu'il est visible au fond du calice persistant (Bouzourene et Bourkache, 2016) (Fig. 7).

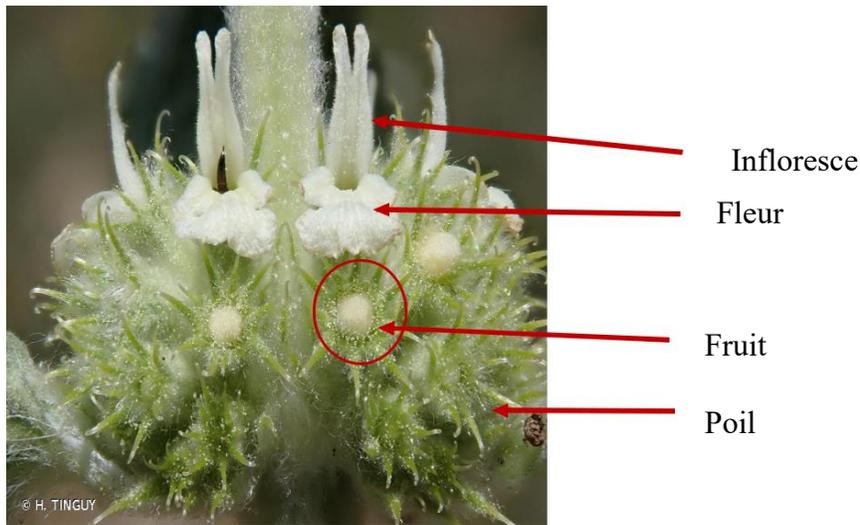


Figure 7. Fruit de *Marrubium vulgare* (Source : [Site 4](#), consulté le 06/05/2023).

I.4. Méthodes.

1.4.1. Méthode de prélèvement des insectes.

Les ramassages des insectes ont été réalisés de différents emplacements de la ville de Guelma (l'hôpital El Hakim Okbi, résidences universitaires, et logements). La prise des blattes a été manuellement en étreignant des pièges dans les endroits infectés. Il est important de noter que les protocoles de collecte c'est par des bouteilles en plastique et des cartons pliés dans lesquelles on met des coaxiaux alimentaires (pommes et des biscuits) (Fig. 8).



Figure 8. Piège pour capter les blattes (A : carton, B : bouteille en plastique) (photo original, 2023).

I.4.2. Elevage en laboratoire.

L'élevage des blattes a été maintenu dans :

- ❖ Boîtes en plastique transparentes avec des trous : Les boîtes en plastique transparentes permettent une observation facile des blattes et offrent une visibilité pour les études ou l'observation de leur comportement. Les trous d'aération assurent une circulation d'air adéquate pour maintenir des conditions favorables à la vie des blattes (Fig. 9).
- ❖ Emballages alvéolés d'œufs : Les emballages alvéolés d'œufs fournissent des abris aux blattes. Ces matériaux leur offrent des endroits sombres et sécurisés où elles peuvent se cacher, se reproduire et pondre leurs œufs. Les blattes ont un comportement naturel de recherche de refuges, et ces emballages imitent cet environnement.
- ❖ Nourriture : Les biscuits peuvent servir de source alimentaire pour les blattes élevées en captivité. Cependant, il est important de s'assurer que ces biscuits sont adaptés à leur alimentation et qu'ils répondent à leurs besoins nutritionnels spécifiques. Il peut être nécessaire de compléter leur alimentation avec d'autres sources, telles que des légumes, des fruits ou des aliments spécialement conçus pour les blattes.
- ❖ Eau : Le coton imbibé d'eau fournit une source d'humidité pour les blattes. Les blattes ont besoin d'eau pour leur survie et leur reproduction. Il est important de s'assurer que le coton reste suffisamment humide pour qu'elles puissent s'abreuver, mais sans créer un excès d'humidité qui pourrait favoriser la croissance de moisissures ou d'autres problèmes sanitaires.

L'élevage des blattes en captivité nécessite également de prendre en compte d'autres facteurs tels que la température, l'hygiène générale, la gestion des déchets et la prévention des maladies et des infestations parasitaires. Il est recommandé de se référer à des sources spécialisées ou à des publications scientifiques pour obtenir des protocoles d'élevage spécifiques adaptés à l'espèce de blattes concernée. De plus, lors de la collecte et de l'élevage des blattes, il est important de respecter les réglementations locales et les protocoles éthiques relatifs à l'utilisation et à la manipulation des animaux.



Figure 9. Elevage de *Blattella germanica* en laboratoire (photo personnelle, 2023).

I.4.3. Préparation de l'extrait des feuilles de *Marrubium vulgare*.

- Le Prélèvement des feuilles de *Marrubium vulgare* : ces feuilles ont été collectés manuellement dans la région d'Ain Makhloof à Guelma pendant les mois de janvier et février 2023.
- Lavage des feuilles : Les feuilles sont lavées à l'eau pour éliminer les impuretés et les contaminants éventuellement.
- Séchage des feuilles : Après le lavage, les feuilles sont séchées près d'une source de chaleur pendant environ 2 heures. Cela permet de réduire leur teneur en eau et de favoriser leur conservation.
- Broyage des feuilles : Les feuilles séchées sont broyées à l'aide d'un mixeur jusqu'à obtenir une poudre fine. Ce processus permet de réduire les feuilles en particules plus petites pour faciliter leur manipulation.
- Pesée de la poudre : La poudre obtenue est pesée à l'aide d'une balance de précision située dans le laboratoire. Cela permet de mesurer avec précision les quantités de poudre utilisées dans les expériences.
- Préparation des doses : Après avoir effectué un dépistage, des doses spécifiques sont sélectionnées pour les expériences. Les doses retenues sont les suivantes : 10 mg, 100 mg, 800 mg et 3000 mg par insecte.

- Mélange avec des biscuits écrasés : Les doses pesées de poudre de *Marrubium vulgare* sont ajoutées à 100 mg de biscuits écrasés. Le mélange de poudre et de biscuits est réalisé pour faciliter l'administration de la substance aux blattes.
- Hydratation avec de l'eau distillée : Le mélange de poudre et de biscuits est ensuite hydraté avec de l'eau distillée pour obtenir une pâte de consistance normale. Cette pâte servira de nourriture pour les adultes de l'espèce *Blattella germanica* lors des expériences. (Fig. 10).



Figure 10. Préparation de l'extrait des feuilles de *Marrubium vulgare* (photo personnelle, 2023)

I. 4.4. Traitement des insectes et tests de toxicité.

I.4.4.1. Traitement des insectes.

Après un screening les doses maintenues de ce composé (feuilles de *M. vulgare*) sont (10, 100, 800, 3000 mg/insecte). Ces doses mélangées aux biscuits volume/volume sont servies comme nourriture aux adultes (0 jours), mâles et femelles par voie orale. Ainsi, trois répétitions qui contiennent chacune 8 insectes sont effectuées. Une série témoin est menée en parallèle et les insectes reçoivent uniquement du biscuit.

I.4.4.2. Tests de toxicité.

I.4.4.2.1. Le calcul de la Mortalité observée.

Le pourcentage de mortalité observée chez les séries témoins et les séries traitées est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Mortalité observée} = \frac{\text{Nombre des Blattes morts après traitement}}{\text{Nombre total de Blattes traités}} \times 100$$

I.4.4.2.2. Le calcul de la Mortalité corrigée

Le pourcentage de mortalité observée est corrigé par la formule d'Abbott (1925) qui permet d'éliminer la mortalité naturelle

$$\text{Mortalité corrigée} = \frac{\text{Mortalité observée chez les traités} - \text{mortalité observée chez les témoins}}{100 - \text{mortalité observée chez les témoins}} \times 100$$

I.4.4.2.3. Transformation angulaire

Afin de stabiliser la variance et d'améliorer la normalité des données, la transformation angulaire décrite par Bliss en 1938 et citée par Fisher & Yates en 1957, est utilisée pour transformer les pourcentages de mortalité corrigés. Ces données normalisées sont soumises à une analyse de la variance (ANOVA) avec un critère de classification qui permet d'évaluer si les différences constatées entre les doses de *Marrubium vulgare* sont statistiquement significatives. Après avoir réalisé l'ANOVA, le classement des doses peut être effectué à l'aide du test de Tukey. Ce test est utilisé pour comparer toutes les paires de doses et déterminer si les différences entre elles sont statistiquement significatives. Il permet de réaliser des comparaisons multiples tout en contrôlant le taux d'erreur global.

I.4.4.2.4. Analyse des probits.

Conformément à la méthodologie décrite par Fisher & Yates en 1957. Les probits sont une transformation des données qui permet de les convertir en une échelle linéaire, facilitant ainsi leur analyse statistique. Ainsi, il est possible de tracer des droites de régression, où les probits sont en fonction du logarithme décimal des doses. Ces droites de régression peuvent être utilisées pour estimer les valeurs des DL50 et DL90, ainsi que les TL50 et TL90 (Finney, 1971).

I.4.4.2.5. Le calcul des Intervalles de confiance

Le procédé de Swaroop *et al.* (1966) énonce l'intervalle de confiance (IC) avec une probabilité de 95 % :

-Limite supérieure = $DL50 \times FDL50$

-Limite inférieure = $DL50 / FDL50$

Aussi deux paramètres sont nécessaires :

-Le 1^e paramètre est le S (Slope), donné par la formule suivante :

$$S = (DL84 / DL50 + DL50 / DL16) / 2$$

-Le 2^{ème} paramètre est le FDL50 donnée par la formule suivante :

$$FDL50 = \text{Anti log } C$$

$$C = \log S \times 2, 77 / \sqrt{N} : (N \text{ c'est le nombre total des blattes testées})$$

I.5. Analyse statistique.

Les mortalités conquises sont évoquées par la moyenne arithmétique (m) plus ou moins l'écart type(s) ce qui permet de donner une indication de la dispersion des données autour de la moyenne. Plusieurs tests statistiques sont accomplis à l'aide du logiciel Prisme Graphpad d'analyse et de traitement statistique des données (Version 8 pour Windows 7). En utilisant ces analyses statistiques, nous avons pu mettre en évidence les différences entre les groupes retenus et classer les doses selon leurs effets.

*Confirmation de l'égalité des variances : Avant d'utiliser l'analyse de la variance (ANOVA), nous avons vérifié l'égalité des variances à l'aide du test de Bartlett et du test de Levene. Cette

étape est importante car l'ANOVA suppose généralement une égalité des variances entre les groupes comparés. Si cette hypothèse n'est pas vérifiée, une transformation logarithmique des données a été réalisée pour stabiliser les variances.

*Analyse de la variance (ANOVA) : L'analyse de la variance à un critère de classification du modèle linéaire généralisé (GLM) a été utilisée pour mettre en évidence les différences entre les groupes étudiés. Cela permet de déterminer si les différences constatées sont statistiquement significatives et d'identifier les sources de variation dans les données.

*Régression linéaire et test t de Student : La régression linéaire a été utilisée pour étudier les relations linéaires entre les variables étudiées. Le test t de Student, avec un seuil de signification de $p \leq 5\%$, a été utilisé pour comparer les moyennes de deux groupes et déterminer si les différences étaient statistiquement significatives.

Test HSD de Tukey : Le test HSD de Tukey a été utilisé pour classer les molécules en groupes selon leurs effets. Ce test est une méthode post hoc utilisée après une ANOVA pour comparer toutes les paires de groupes et identifier les différences significatives. Il permet de contrôler le taux d'erreur global lors de la réalisation de multiples comparaisons.

II. Résultats.

Les résultats obtenus montrent que le *Marrubium*, provoque des symptômes classiques macroscopiques, tels qu'un manque de coordination et une contractions involontaires des muscles. Ensuite des signes de la tétanie musculaire, menant à la paralysie et enfin la mort de l'insecte ont été considérés. Ces symptômes pourraient être expliqués par la neurotoxicité de ce composé.

II.1. Toxicité de *Marrubium vulgare* à l'égard des adultes de *B. germanica* et détermination des DL50 et DL90.

II.1.1. Après 24 heures de traitement.

Les résultats obtenus dévoilent que le traitement des Blattes par le *Marrubium vulgare* par voie orale à (10, 100, 800 et 3000 mg/insecte) entraîne un taux de mortalité de l'ordre de $37,50 \pm 6,12$ % pour la dose la plus élevée 3000 mg/insecte et $16,76 \pm 12,49$ pour la dose 800 mg/insectes. Cependant les faibles doses 10 et 100 mg/insecte ne provoquent aucune mortalité chez les adultes de *Blattella germanica*. L'ANOVA à un seul critère de classification (annexe : Tableau 1) indique que les valeurs sont très significatives à 24 heures ($p = 0,001$). Le test de Tukey (annexe : Tableau 2) révèle deux groupes : le premier groupe représenté par les séries traitées par la dose 3000 mg/insecte et le second renferme les traités à 10, 100 et 800 mg/insecte. Le test T de Student effectué montre une différence très significative ($p = 0,002$) entre les séries traitées par les doses 800 et 3000 mg/insecte (Fig 11).

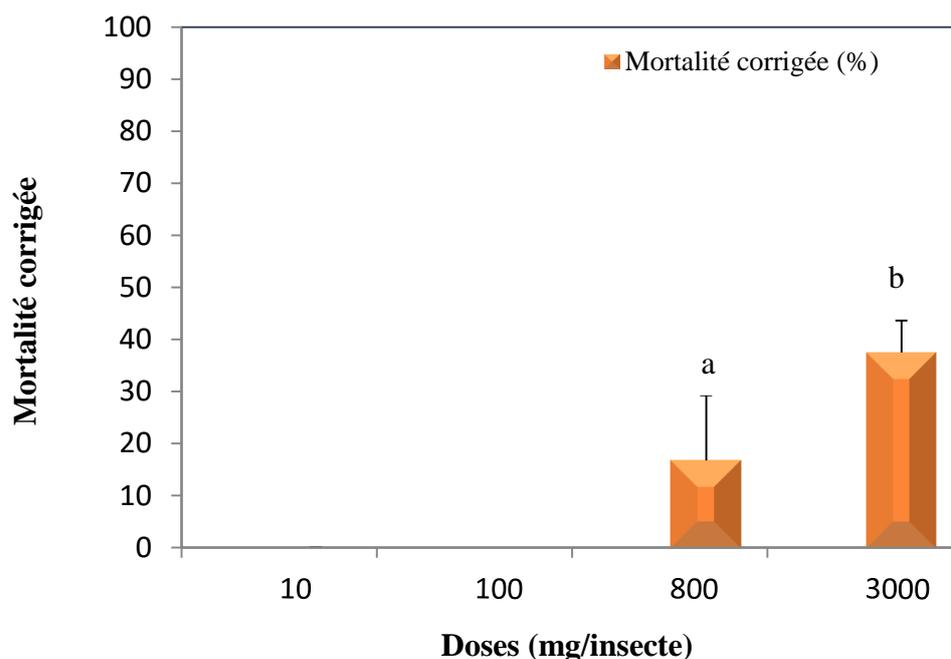


Figure 11. Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) administré par ingestion à l'émergence des adultes de *B. germanica* après 24 heures de traitement : classement des doses ($m \pm s$; les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes $p > 0,05$).

Les doses létales DL50 et DL90 déterminées à partir de la droite de régression énonçant le probit des proportions de mortalité corrigée (Tableau 1) en fonction du logarithme décimal avec leurs intervalles de confiance sont respectivement 0,77 mg/insecte (0,73 – 0,80) et 0,95 mg/insecte (0,91 – 0,98).

Tableau 1 : Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg /insecte) après 24 heures de traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de *B. germanica* : détermination des doses létales DL50 et DL90 mg /insecte et leurs intervalles de confiance (IC à 95 %)

Traitement	Droite de régression	Slope	DL50 (IC)	DL90 (IC)
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y = - 0,4164 x + 2,5519$	0,83	0,77 (0,73 - 0,80)	0,95 (0,91 - 0,98)

II.1.2. Après 48 heures de traitement.

Le tests de toxicité effectué révèle chez les séries traitées un taux de mortalité allant jusqu'à $52,3 \pm 6,13$ % pour la dose la plus élevée 3000 mg /insecte. Cependant aucune mortalité naturelle n'est enregistrée chez les séries témoins ; l'effet réel des différentes doses varient de $16,76 \pm 12,49$ % pour la faible dose 100 mg /insecte à $52,3 \pm 6,13$ % pour la dose la plus élevée 3000 mg/insecte.

L'analyse de la variance à un critère de classification (annexe : Tableau 3) des mortalités corrigées et transformés angulairement indique qu'il existe un effet dose hautement significatif ($p = 0,0001$). Le classement des doses par le test de Tukey (annexe : Tableau 4) révèle deux groupes : le premier groupe renferme les séries traitées par la forte dose 3000 mg/insecte et le deuxième groupe englobe ceux traitées par les doses 10, 100 et

Aucune différence significative ($p = 0,05$) entre les séries traitées par les doses 100 et 800 mg /insecte après la réalisation du teste T de Student qui permet la comparaison des moyenne deux à deux. Cependant une différence très significative ($p = 0, 001$) entre les séries traitées par les doses 800 et 3000 mg/insecte est enregistrée (Figure 12).

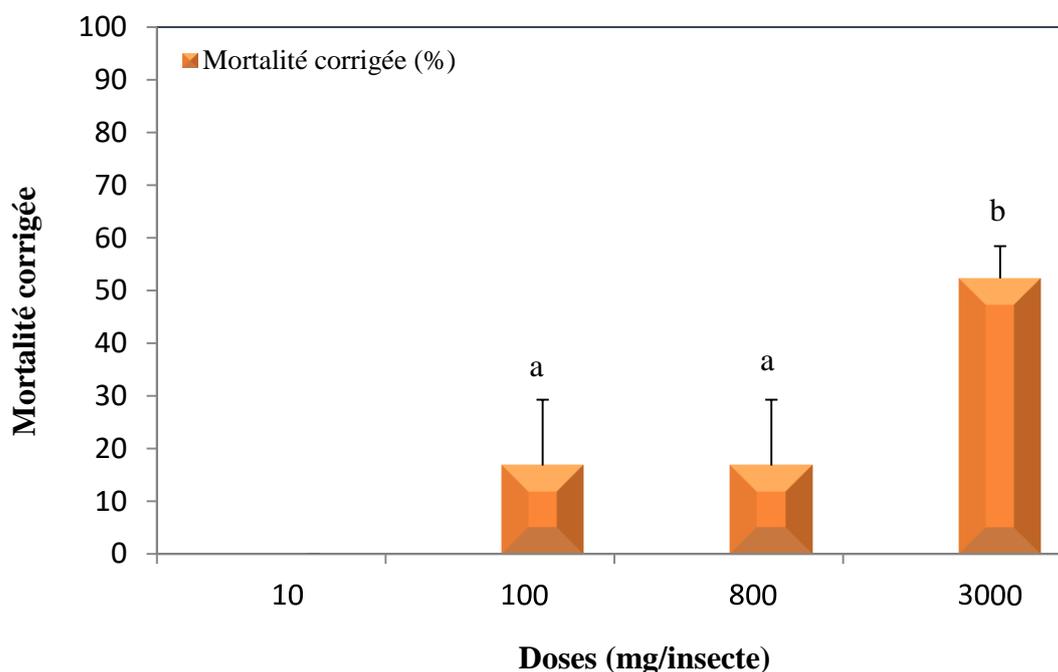


Figure 12. Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) administré par ingestion à l'émergence des adultes de *B. germanica* après 48 heures de traitement : classement des doses ($m \pm s$; les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes $p > 0,05$).

Après le calcul des doses létales DL50 et DL90 avec leurs intervalles de confiance grâce à la droite de régression, ces doses sont respectivement : 0,54 mg/insecte (0,43 – 0,67) et 1,20 mg/insecte (0,96 – 1,5) (Tableau 2).

Tableau 2 : Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) après 48 heures de traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de *B. germanica* : détermination des doses létales DL50 et DL90 mg /insecte et leurs intervalles de confiance (IC à 95 %).

Traitement	Droite de régression	Slope	DL50 (IC)	DL90 (IC)
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y = - 0,2032 x + 3,0267$	1,47	0,54 (0,43 - 0,67)	1,20 (0,96 - 1,5)

II.1.3. Après 72 heures de traitement.

Les résultats obtenus ne montrent aucune mortalité naturelle chez les séries témoins. Cependant après le traitement avec le *Marrubium vulgare* à différentes doses (10, 100, 800 et 3000 mg/insecte), les taux de mortalité corrigées révèlent de valeurs maximales de l'ordre de $72,96 \pm 12,58$ % pour la dose la plus élevée 3000 mg /insecte. Les mortalités corrigées par la formule d'Abbott (1925) montrent l'effet réel des différentes doses, elles varient de $36,56 \pm 12,91$ % pour la dose 800 mg/insecte à $72,96 \pm 12,58$ % pour la dose la plus élevée 3000 mg/insecte.

Les résultats de l'ANOVA à un critère de classification donnés en annexe (Tableau 5) des mortalités corrigées et transformées angulairement indiquent qu'il existe un effet dose hautement significatif ($p = 0,0001$). Le classement des doses par le test de Tukey (Tableau 6) révèle trois groupes : le premier groupe représenté par la dose 10 mg/insecte et le deuxième englobe les doses 100, 800 et le dernier groupe englobe la dose 3000 mg/insecte.

La comparaison des moyenne deux à deux par le teste T de Student ne montre aucune différence significative ($p = 0,05$) entre les séries traitées par les doses 100 et 800 mg /insecte. Cependant une différence très significative ($p = 0,001$) entre les séries traitées par les doses 800 et 3000 mg/insecte est enregistrée (Figure 13)

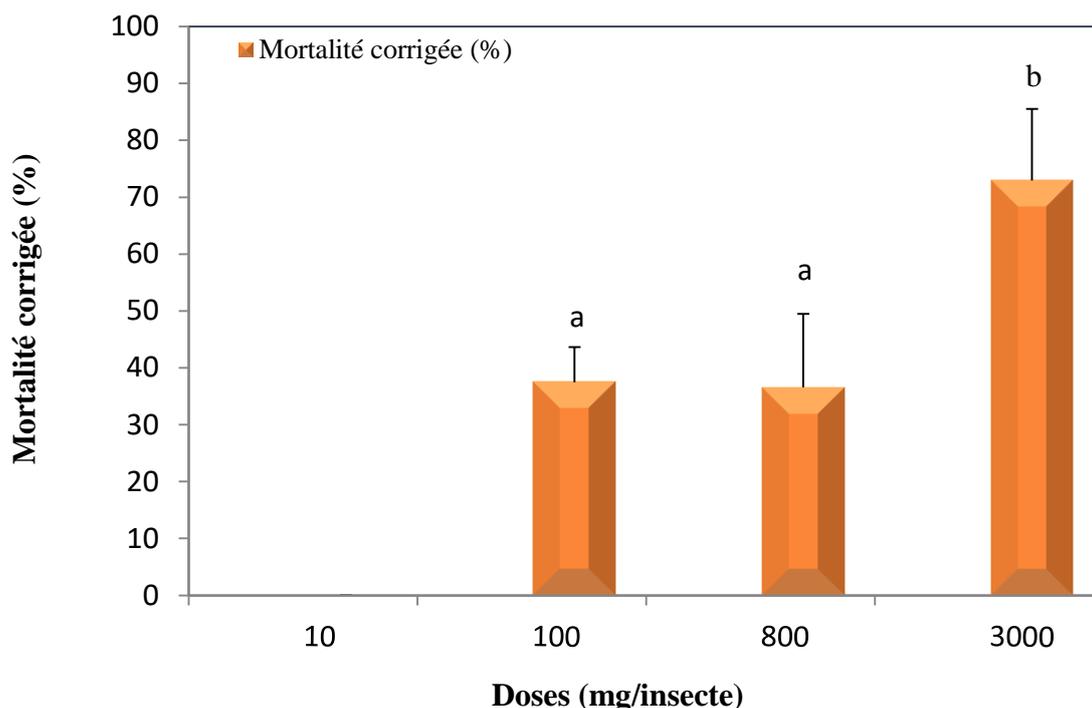


Figure 13. Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) administré par ingestion à l'émergence des adultes de *B. germanica* après 72 heures de traitement : classement des doses ($m \pm s$; les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes $p > 0,05$).

Les résultats de l'analyse de régression probit, qui relie les probits des pourcentages de mortalité corrigée aux logarithmes décimaux des doses révèlent que la dose létale 50 (DL50) est estimée à 0,67 mg/insecte, avec un intervalle de confiance allant de 0,45 à 0,98 mg/insecte. De même, la dose létale 90 (DL90) est estimée à 0,90 mg/insecte, avec un intervalle de confiance allant de 0,61 à 1,32 mg/insecte. (Tableau 3).

Tableau 3 : Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) après 72 heures de traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de *B. germanica* : détermination des doses létales DL50 et DL90 mg /insecte et leurs intervalles de confiance (IC à 95 %).

Traitement	Droite de régression	Slope	DL50 (IC)	DL90 (IC)
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y = 0,3872 x + 3,1796$	1,65	0,67 (0,45 - 0,98)	0,90 (0,61 - 1,32)

II.1.4. Après 74 heures de traitement.

Les résultats obtenus après 74 heures de traitement des adultes de *Blattella germanica* avec le *Marrubium vulgare*, par ingestion à différentes doses (10, 100, 800 et 3000 mg/insecte) indiquent un taux de mortalité de l'ordre de $90 \pm 0,0$ % pour la dose la plus élevée 3000 mg/insecte. Les mortalités corrigées par la formule d'Abbott (1925) montrent l'effet réel des différentes doses, elles varient de $29,26 \pm 7,04$ % pour la faible dose 10 mg/insecte à $52,76 \pm 12,83$ % pour les séries traitées à la dose 100 mg/insecte. Cependant chez les séries témoins aucune mortalité naturelle n'a été enregistrée.

Les résultats de l'ANOVA mettent en évidence des différences hautement significatives ($p = 0,0001$) entre les doses utilisées annexe (Tableau 7). Le test de Tukey (Tableau 8) a permis de classer les différentes doses en quatre groupes : le premier groupe représenté par la dose 10 mg/insecte, le second par la dose 10, 100 et 800 mg/insecte le troisième renferme les traités à 100 et 3000 mg/insecte et le dernier englobe les traités à 3000 mg/insecte.

La comparaison des moyenne deux à deux par le teste T de Student ne montre aucune différence significative ($p = 0,05$) entre les séries traitées par les doses 10 et 100 et 800 mg /insecte. Cependant une différence très significative ($p = 0,001$) entre les séries traitées par les doses 800 et 3000 mg/insecte est enregistrée (Figure 14).

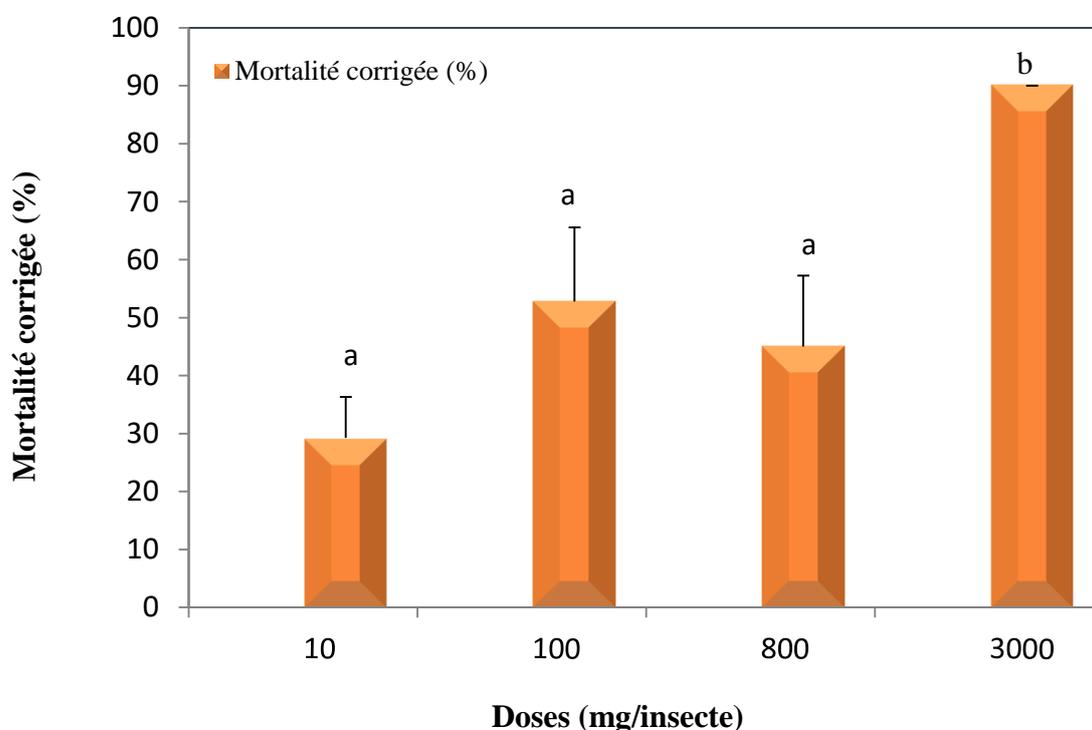


Figure 14. Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) administré par ingestion à l'émergence des adultes de *B. germanica* après 74 heures de traitement : classement des doses ($m \pm s$; les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes $p > 0,05$).

L'équation de la droite de régression exprimant le probit des pourcentages de mortalité corrigée (Tableau 4) en fonction du logarithme décimal des concentrations avec un coefficient de détermination $R^2 = 20,4 \%$, révèle une liaison entre les probits et le logarithme décimal des concentrations. Les doses létales DL50 et DL90 déterminées à partir de la droite de régression avec leurs intervalles de confiance sont respectivement : 0,82 mg/insecte (0,29 – 2,27) et 0,56 mg/insecte (0,20 - 1,55) (Tableau 4).

Tableau 4 : Toxicité de de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) après 74 heures de traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de *B. germanica* : détermination des doses létales DL50 et DL90 mg /insecte et leurs intervalles de confiance (IC à 95 %).

Traitement	Droite de régression	Slope	DL50 (IC)	DL90 (IC)
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y = 0,4288 x + 3,4257$	2,85	0,82 (0,29 - 2,27)	0,56 (0,20 - 1,55)

II.2. Détermination des TL50 et TL90 de *Marrubium vulgare* chez les adultes de *B. germanica*.

II.2.1. Après traitement à 10 mg/insecte.

Les temps létaux TL50 et TL90 calculé grâce à la droite de régression formulant, les probits des taux de mortalité corrigée en fonction du logarithme décimal du temps, bouleversent respectivement de 0,38 à 0,34 jour et ceux chez les séries traitées avec 10 mg du composé de *M. vulgare* (Tableau 5).

Tableau 5. Toxicité de *Marrubium vulgare* après traitement à 10 mg/insecte par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de *B. germanica* : détermination des TL50 et TL90 et leurs intervalles de confiance (IC à 95 %).

Traitement	Droite de régression	Slope	TL50 (IC)	TL90 (IC)
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y = 9,5054 x + 14,448$	0,53	0,38 (0,28 - 0,42)	0,34 (0,24 - 0,4 3)

II.2.2. Après traitement à 100 mg/insecte.

Les valeurs des TL50 et TL90 déterminées après traitement des adultes de *B. germanica* par l'extrait des feuilles de *Marrubium vulgare* à la dose de 100 mg/insecte sont mentionnées dans le (Tableau 6).

Tableau 6. Toxicité de *Marrubium vulgare* après traitement à 100 mg/insecte par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de *B. germanica* : détermination des TL50 et TL90 et leurs intervalles de confiance (IC à 95 %).

Traitement	Droite de régression	Slope	TL50 (IC)	TL90 (IC)
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y = 4,2908x + 4,2229$	0,52	0,36 (0,32 – 0,49)	0,30 (0,28 – 0,47)

II.2. 3. Après traitement à 800 mg/insecte.

Les TL50 et les TL90, déterminés à partir de la droite de régression exprimant le probit des pourcentages de mortalité corrigée en fonction du logarithme décimal du temps, varient respectivement de 0,32 à 0,28 jours (Tableau 7).

Tableau 7. Toxicité de *Marrubium vulgare* après traitement à 800 mg/insecte par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de *B. germanica* : détermination des TL50 et TL90 et leurs intervalles de confiance (IC à 95 %).

Traitement	Droite de régression	Slope	TL50 (IC)	TL90 (IC)
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y = - 2,0159x + 7,1447$	4,07	0,32 (0,26 – 0,43)	0,28 (0,18 – 0,36)

II.2 4. Après traitement à 3000 mg/insecte.

Les TL50 et les TL90, déterminés après traitement des adultes de *B. germanica* à une dose de 3000 mg/insecte de l'extrait des feuilles de *Marrubium vulgare* sont respectivement 0,20 et 0,18 jours (Tableau 8).

Tableau 8. Toxicité de *Marrubium vulgare* après traitement à 3000 mg/insecte par ingestion dès l'émergence à l'égard des adultes de *B. germanica* : détermination des TL50 et TL90 et leurs intervalles de confiance (IC à 95 %).

Traitement	Droite de régression	Slope	TL50 (IC)	TL90 (IC)
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y = -7,8509x + 17,428$	0,83	0,20 (0,15 – 0,42)	0,18 (0,10 – 0,35)

III. Discussion.

Les résultats obtenus après la réalisation du test de toxicité ont révélé des doses létales DL50 et DL90 de l'ordre de 0,56 et 0,82 mg/insecte et ceux après 74 heures de traitement seulement. Ces informations suggèrent que *Marrubium vulgare* pourrait être une option prometteuse pour le contrôle des populations de *Blattella germanica*. Cette forte nocivité peut être expliquée par la présence de composition chimique de cette plante qui contient des lactones diterpéniques (Marrubine), composé principale responsable de l'effet expectorant de la plante et de son pouvoir amer (acide). Durant notre expérience nous avons éminent certains signes de neurotoxicité qui indique que cette plante a exhibée une forte nocivité chez cette espèce de blatte tel que le l'absence de synchronisation et la tétanie musculaire qui sera assidue par la mort de l'insecte. L'agissement neurotoxique de *M. vulgare* peut s'expliquer par son entrave aux récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine (nAChRs) spécifiques aux insectes (Habes *et al.*, 216., Marakchi *et al.*, 2005). Les nAChRs sont des récepteurs présents dans le système nerveux des insectes et jouent un rôle important dans la transmission de l'influx nerveux. Lorsque l'extrait se lie à ces récepteurs, il perturbe la fonction normale du système nerveux, ce qui entraîne les symptômes observés (Siddiqui *et al.*, 2023).

Aussi, dans une étude toxicologique comparative le *M. vulgare* a montré une activité ovicide d'une mortalité de 100 % à 200 ppm/24 heures à l'opposé les l'huile de *Thymus capitatus* n'a montré aucune activité ovicide chez *Culex pipiens* (Salama *et al.*, 2012). Des effets conformes ont montrés une forte toxicité de cette plante chez deux autres espèces nuisibles appartient au même ordre que les blattes (diptères), *Ceratitis capitata* et *Epehstia kuehniella* comme rapporté dans l'étude Amiri *et al.*, (2017). Similairement, le *Marrubium vulgare* a exhibé une forte toxicité dans le contrôle de deux autres espèces diptères *Alternaria alternata* et *Tuta absoluta* (Zatla *et al.*, 2023), après 24 h d'exposition. Similairement les travaux de Tabet *et al.*, (2023) ont reporté que le *Marubium vulgare* exhibe une forte toxicité par un autre mode d'application, la voie topique à l'égard de deux ravageurs de culture le *Tribolium castaneum* et *Sitophilus granarius*. Des extraits éthanolique et queux issus de trois espèces végétales *Marrubium vulgare* L, *Artemisia herba-alba* Asso, *Atriplex nummularia* Lindl ont montré une action biocide importante Contre deux espèces

ravageurs de culture *Sitophilus granarius* et le *Tribolium castaneum* (Chouihy *et al.*, 2020). Par ailleurs, le traitement combiné par l'extrait des feuilles de *Achillea millefolium* et le *Marrubium vulgare*, contre les larves de la teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella*) a révélé une forte toxicité contre le 2ème stade larvaire de ce fléau, avec des valeurs de CL50 et CL90 de l'ordre de 9,03 et 34,79 g/l respectivement. (Mohammadi *et al.*, 2021). Des effets comparables ont été constaté après le traitement de *Blattella germanica* par une autre espèce qui appartient à la famille des Asteraceae, *Francoeuria undulata* qui a montré une forte toxicité et avec de faibles concentrations (Amjad *et al.*, 2023). Identiquement L'extrait de *Cattleya luteola* a révélé une CL50 de l'ordre de 22,04 % et 17,21 % après 24 et 48 h de traitement respectivement chez une autre espèce de Blattes *Periplanitta amiricana* (Sharawi, 2023).

Conclusion et perspectives:

Le traitement de *Blattella germanica* par le *Marrubium vulgare* a provoqué de nombreux symptômes tel qu'omission de coordination et une crampes involontaires des muscles. Ensuite des signes de la spasmophilie musculaire, menant à la paralysie et enfin la mort de l'insecte ont été contemplés qui peut être défaire la neurotoxicité de cette plante à l'égard de ce fléau. Les résultats corrélatifs aux contrôles de toxicité, révèlent des valeurs respectives des doses létales, DL50 et DL90 qui sont de l'ordre de 0,56 et 0,82 mg/insecte après 74 heures (3 jours) d'exposition. Les temps létaux TL50 et TL90 sont respectivement de l'ordre de 0,20 et 0,18 jours pour la forte dose 3000 mg/insecte. Ceci proclame que le *M. vulgare* exhibe une forte nocuité chez *B. germanica* à court-terme. Ainsi le taux de mortalité accroît en fonction des doses et du temps de traitement. Somme toute, le *M. vulgare* paraît être, chez *B. germanica* le Bio-pesticide naturel à avantager de par, son productivité à l'égard de ce fléau à intérêt médical et le plus résistant aux insecticides.

Au ultérieur, il serait envoutant de parachever ce travail en premier lieu par la juxtaposition de l'effet de *Marrubium* avec d'autre bio-pesticides aillant le même mode d'agissement pour de faire une prospection plus ciblée. Au-delà de, en raison de la neurotoxicité et la relation inexorable qui existe entre le système nerveux et neuroendocrine chez les insectes, briguent des études perspectives d'approfondissements sur les hormones et neurohormones, impliquées dans le contrôle endocrine de la reproduction. Par une autre voie, une prospection sur la mise en place d'un système de détoxification, serai très envoûtante par un dosage des enzymes de détoxification. Enfin, il serait très intéressant également de réalisé une étude histologique de l'intestin, afin de combler cette étude toxicologique du *Marrubium vulgare* chez cette espèce nuisible.

Résumé :

La chimie verte retrouve le premier regain de rechange, aux insecticides classiques. En effet, la lutte contre les fléaux à l'heure actuelle se conduit vers des plantes comestibles toxiques à l'égard des fléaux est non nocif à l'égard de l'environnement. Le *Marrubium vulgare* est une plante herbacée de la famille des Lamiacées, appelée communément en Algérie « Marriouta ». Dans cette inédite étude, le composé des feuilles de cette plante a été éprouvé par voie orale chez les adultes de *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera : Blattellidae), fléau le plus communément associée à l'homme. La nocivité de ce composé a été estimée, en évaluant les doses létales (DL50 et DL90) qui sont respectivement 0,56 et 0,82 mg/insecte après 74 heures de traitement. Les temps létaux TL50 et TL90 considérés sont respectivement 0,20 et 0,18 jours pour la forte dose 3000 mg/insecte. En effet, de par sa forte toxicité chez cette nuisible, le *Marrubium vulgare* est un biopesticide naturel à privilégier dans le programme de lutte contre ce fléau.

Mots clés : *Marrubium vulgare*, *Blattella germanica*, Blattes, biopesticide, insecticides, toxicité.

Abstract :

Green chemistry is the first alternative to conventional insecticides. In fact, today's pest control is moving towards edible plants that are toxic to pests but not harmful to the environment. *Marrubium vulgare* is a herbaceous plant in the Lamiaceae family, commonly known in Algeria as "Marriouta". In this ground-breaking study, the compound in the leaves of this plant was tested orally on adults of *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae), the most common pest associated with humans. The harmfulness of this compound was estimated by assessing the lethal doses (LD50 and LD90), which are 0.56 and 0.82 mg/insect respectively after 74 hours of treatment. The TL50 and TL90 lethal times considered are 0.20 and 0.18 days respectively for the high dose of 3000 mg/insect. *Marrubium vulgare*'s high toxicity to this pest makes it a natural biopesticide to be favored in pest management programs.

Keywords : *Marrubium vulgare*, *Blattella germanica*. Cockroaches, biopesticide, toxicity,

ملخص:

Marrubium vulgare هو نبات عشبي من عائلة *Lamiaceae*. "يسمى في الجزائر " مريوث او مريوتا . لمقاومة هاته الافة تم تقدير سمية مستخرج اوراق هذا النبات عند الذكور والاناث البالغين *Blattella germanica* عن طريق البلع بتقدير الجرعات المميتة (DL90 و DL50) والأوقات المميتة (TL90 و TL50)

الجرعات المميتة (DL90 و DL50) بعد مدات متباينة من وقت المعاملة، حددت على التوالي ب 0,56 و 0,82 ميلغرام / للحشرة بعد 74 ساعة من العلاج، تم تعيين الأزمان المميتة عند مختلف الجرعات المستخدمة. حيث تم تقدير TL90 و TL50 على التوالي 0,20 و 0,18 يوم للجرعة العالية 0003 ميلغرام / للحشرة.

الكلمات المفتاحية: الصراصير، *Marrubium vulgare*، *Blattella germanica*، السمية، مبيدات حشرية، مبيد بيولوجي.

Références bibliographiques

Abdelgaleil S.A.M., El-Sabrouit A.M., 2023. Composition, toxicity and developmental potential of three essential oils on the west Nile virus mosquito, *Culex Pipiens l. international journal of pest management*, vol. 69, no 2, p. 175-183.

Afassinou k., 2023. Mathematical modelling of cockroach involvement in foodborne disease transmission in human habitat. *Journal of mathematical analysis and applications*, vol. 518, no 1, p. 126686.

Aissaoui I., Bouaziz A., Boudjelida H., Nazli A., 2023. Phytochemical screening and biological effects of *laurus nobilis* (Lauraceae) essential oil against mosquito larvae, *Culex Pipiens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Culicidae) species. *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 21, no 1, p. 287-300.

Ake A., Amian A.R.F., Yeo G.M., Etchian A.O., Yao L.A., Yapo A.F., Ble M.C., 2023. Analyse Socio-Démographique des agriculteurs de la zone de marage du lac Buyo (Côte d'Ivoire) et risques potentiels liés à l'utilisation des pesticides. *ESI Preprints*, vol. 17, p. 1-1.

Akoudjin M., Dabire k., Somda M.B., MalickKINDA A., Bado O., Yvette C., 2023. Effet des extraits de *Neem* (*Azadirachta indica* (A.) Juss.) comme biopesticides sur les insectes ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) dans le centre ampo/tond-tenga, zone péri-urbaine de Ouagadougou, Burkina Faso. *International Journal of Current Research*, vol. 15, no 01, p. 23365-23371.

Akter M.S., Islam M. S., Mohanta M. K., Parvin.S., 2023. AntibioGram and MDR pattern of the bacterial isolates from *German cockroaches* (*Blattella germanica* L.) at RMCH, Rajshahi, Bangladesh. *Journal of Scientific Research*, vol. 15, no 2, p. 559-570.

Amjad L., Noori A., Ranjbar M., Rezaeizadeh G., 2023. The chemical analysis and insecticidal activity of *Francoeuria undulata* essential oil on *German Cockroaches* (*Blattella germanica*). *Journal of Entomological Society of Iran*, vol. 42, no 3, p. 195-203.

Amiri N et Nedjadi R., 2017. Etude de l'activité insecticide de l'extrait de *Marrubium vulgare* (L., 1753) à l'égard de deux espèces d'insectes *Ceratitis Capitata* (wied., 1824) et *Ephestia Kuehniella* (zeller, 1879). Thèse de doctorat, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la Terre, Département de science agronomique Université Akli Mohand Oulhadji, Bouira, Algérie.

Anita L., Kanni P., Ramnarayanan C., Karki R., Komarla, N. P., Janadri S., 2023. extraction, purification, and development of sublingual film (slit films) comprising cockroach allergen for treatment of allergy. current drug delivery.

Aouadhi S., 2010. Mémoire Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle étude de 57 plantes recommandées par les herboristes.

Bachrouch O., Zarroug Y., Bourgou S., Charradi K., Sriti J., Msaada K., Jallouli S., Chaibi K., Hamdi S.H., Abderraba M., Ben Jemâa J.M., 2023. Pennyroyal Essential Oil as a Green Pesticide for *Tribolium castaneum* (Herbst) Management and its Effects on Substrate Quality and Acetylcholinesterase Inhibition. *Journal of the Mexican Chemical Society*, vol. 67, no 2, p. 152-162.

Barry R. B, Dikongue H.P., Ngapout M.N., Bemmo U.L.K., Mewounko A., Ngakou A., Nukenine N.E., 2022. Efficacité de deux extraits de plantes dans le contrôle des insectes ravageurs de *Vigna unguiculata* L.(Walp) à Bertoua (Cameroun).

Bayer B.E., Pereira R.M., Koehler P.G., 2012. Differential consumption of baits by pestblatid and blattellid cockroaches and resulting direct and secondary effects. *Entomologia Experimentalis et Applicatation*, 145, 250–259.

Bello S., Babalakoun O.A., Coulibaly K. A., Zoundjhekpon J., 2019. Evaluation des pertes en stock de graines de niébé traité au champ avec des extraits aqueux de plantes au Nord-Ouest du Benin. *International Journal of Innovation Sciences and Research*, vol. 8, no 8, p. 1492-1502.

Bell M. R., 2014. Endocrine-disrupting actions of PCBs on brain development and social and reproductive behaviors. *Curr Opin Pharmacol*, 19 :134–144.

Ben Mustapha M., Algethami F.K., Elamin M.R., Abdulkhair B.Y., Chaieb I., Ben Jannet H., 2023. Chemical composition, toxicity and repellency of *Inula graveolens* essential oils from roots and aerial parts against stored-product beetle *Tribolium Castaneum* (herbst). *chemistry & biodiversity*, vol. 20, no 3, p. e202200978.

Berchi S et Aouati A., 2017. Étude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex Pipiens* (diptera, culicidae).

Bonnier G., 2001. La végétation de la France, Suisse et Belgique. Tome:09. P.25-26.

Brown D. J. et Redak R.A., 2023. fitness costs associated with insecticide resistance in populations of homalodisca vitripennis germar (hemiptera: cicadellidae). *journal of economic entomology*, vol. 116, no 2, p. 560-564.

Borozan-Dorey V., 2002. Le savoir-vivre des blattes : blatte isbeautiful. La Recherche, L'actualité des sciences. Recherche (paris, 1970), 64•66.

Boudeguig S, Gouaidia B., 2020. Evaluation de l'activité insecticide de *Ricinus communis* chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica*. Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie, 99 pp.

Boudjelal A., henchiri C., Siracusa L., Sari M, Ruberto G., 2012. Analyse de la composition et de l'activité antidiabétique in vivo de la perfusion sauvage de *Marrubium Vulgare l.* algérienne. *Fitoterapia*, vol. 83, no 2, p. 286-292.

Boudjerda L., Boulkrara N., et Cherbal A. E., 2010. *Marrubium vulgare*: composition chimique et effets pharmacologiques. Université de Jijel.

Bouhaddouda N., Aouadi S., Labiod R., 2016. Evaluation of Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oil and Methanolic Extract of *Origanum vulgare L.* ssp. *Glandulosum* (Desf.) Ietswaart from Algeria, *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(1), 104-112p.

Boukaf M.K., 1998. Les plantes de médecine traditionnelle tunisienne. P .163-164.

Bueno E.M., Mcilhenny C. l., chen Y. H., 2023. cross-protection interactions in insect pests: implications for pest management in a changing climate. *pest management science*, vol. 79, no 1, p. 9-20.

Bouzourene S, Bourkache S.,2016. Etude photochimique du marrube blanc (*Marrubium vulgare L.*). Thèse de mémoire en Chimie Pharmaceutique. Faculté des sciences, Département de chimie. Université de de Mouloud Mammerie de Tizi-Ouzou, Algérie.

Castner J., Barnett R., Moskos L.H., Folz R.J., Polivka B., 2021. Home environment allergen exposure scale in older adult cohort with asthma. *Canadian Journal of Public Health*, vol. 112, no 1, p. 97-106.

Castillo-Juárez, I., Gonzalez, V., Jaime Aguilera, H., Martinez, G., Linares, E., Byeb, R., et Romero, I., 2009. Anti-*Helicobacter pylori* activity of plants used in Mexican traditional medicine for gastrointestinal disorders. *Journal of ethnopharmacology*, vol. 122, no 2, p. 402-405.

Chaghakaboodi Z., Nasiri J., Farahani S., 2022. fumigation toxicity of the essential oils of *ferula persica* against *Tribolium Castaneum* and *Ephestia Kuehniella*. *agrotechniques in industrial crops*, vol. 2, no 3, p. 123-130.

Chakraborty N., Mitra R., Pal S., Retwika G., Krishnendu A., Tatiana M., Anik S., Chetan K., 2023. Biopesticide consumption in India: insights into the current trends. *agriculture*, vol. 13, no 3, p. 557.

Chen H., Zhang Y., Zhang H., Ding W., 2014. Synergistic effect of imidacloprid combined with synergistic agents (Beichuang, Jiexiaoli) on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Int. J. Pest Manag*, 60(3), 201-207.

Chopard L., 1951. Orthoptéroïdes. Faune de France 56. Office central de faunistique. 358 p.

Choubdar N., Karimian F., Koosha M., Jalil N., Razieh S. K., Amrollah A., Mohammad A. O., 2023. Wolbachia infection in native populations of *Blattella Germanica* and *Periplaneta americana*. *plos one*, vol. 18, no 4, p. e0284704.

Chouihi H., Gasmi K., Tchaker F.Z 2020. Evaluation de l'efficacité des bioproduits sur les principaux bioagresseurs des denrées stockées. Thèse de mémoire en sciences agronomiques. Faculté des sciences, Département des Sciences de la nature et de la vie, Université DR. Yahia Fares, Médéa, Algérie.

Çitoğlu G.S. et Aksit F., 2002. Occurrence of Marrubiin and ladanin in *Marrubium trachyticum* Boiss. from Turkey. *Biochem Syst Ecol*, 30:885–886.

Cochran D. G., 1979. A genetic determination of insemination frequency and sperm precedence in the *German cockroach*. *Entomol. Exp. Appl.* 26 :259-266.

Cornwell P.B., 1968. The cockroach, A laboratory insect and an industrial pest. London, Hutchinson, 1: 116.

Cornwell P. B., 1976. The cockroach, Vol. II. Insecticides and cockroach control. Associated Business Programmes. St Martin's Press, New York. 140p.

Da-Silva Antunes R., Frazier A., Pomés A., Calatroni A., Wood R., O'Connor G., Pongracic J., Hershey GK., Kercksmar C., Gill M., Liu A., Zoratti E., Kattan M., Busse P., Bacharier L., Teach S., Wheatley L., Togias A., Busse W., Jackson D., Sette A. 2023. Down-Modulation of Cockroach (CR) allergen-specific Th2 Cell Responses Following Subcutaneous *German Cockroach* Allergen Immunotherapy (SCIT).

Dagnelie, P. (1998). Inférence statistique à une et à deux dimensions (Vol. 2). De Boeck Supérieur. Amazon France, P. 284.

Daiz J., Boussaa S., boumezzough A., 2022. Effet des extraits des feuilles de *Lantana Camara* et *Ocimum Basilicum* sur la dynamique des populations naturelles de phlébotomes (diptera : psychodidae) dans des foyers de leishmaniose cutanée au Maroc. *Revue des sciences infirmières et techniques de santé*, vol. 1, no 2, p. 37-45.

David G., Jean-Christophe G., Jean-Philippe R., 2021. Le monde vivant." biodiversité et évolution du monde vivant. EDP sciences, 9-56.

De-Almeida Tavares EFC., Caio Nicoli Passamani C.N., Rezende C.A., Silva Mattede M.D.G., Ferreira F.B., Sousa Clara A.P.H., Haydêe F Moreira Silva de Mendonça H.F.M.S.D., Neves R.D.O., da Silva.A.R., 2023. infecção broncopulmonar por *Lophomonas blattarum* : relato de caso com revisão de Literatura. *Clinics biopsychosocial*, vol. 1, no 1.

Diahuissie F. S. S., coulibaly T., akpessè A. A moïse., Kouassi K.P., 2023. Insecticidal activity of aqueous plant extracts in the control of termite pests in cashew orchards in northern Côte d'Ivoire. *Easychair*.

Dib S et Bouteldji M.R., 2017. Effets insecticides de l'extrait des feuilles du *Marrubium Vulgare l.* (marrube blanc) sur le puceron *Aphis Nerii* (homoptera : aphididae). Thèse de doctorat en santé des plantes. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers. Département d'agronomie. Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira, Algérie.

- Djahra A. B., 2013.** Etude photochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, anti hépatotoxique du *Marrube blanc* ou *Marrubium vulgare L.* Thèse de doctorat en biologie végétale. Faculté des sciences, Département de biologie, Université Badji Mokhtar, Annaba. Algérie. P73p.
- Ebeling W., 1978.** Urban entomology. The regents of the university of California, Sacramento, CA.695 pp.
- Elie M. P., 1998.** Blattes : une vie cachée. QUEA SCIENCE, 37, 12-14.
- El-Monairy O.M., Ibrahim AW. A., Zedan M. H., Abdel-Meguid A.D., 2023.** insecticidal activity of silica, zinc and copper nanoparticles against the *German cockroach, Blattella germanica (L.)* (Dictyoptera: Blattellidae). Egyptian academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology, vol. 16, no 1, p. 15-26.
- Fangue-Yapseu G.Y., Ntapnze-Mouliom M.A., Mouafo-Tchinda R.A., 2023.** Pratiques d'utilisation des pesticides en agriculture maraîchère de bas-fonds dans la ville de Yaoundé. Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement.
- Farid A., Maid Zaman M. S., Khan M., 2015.** Evaluation of boric acid as a slow-acting toxicant against subterranean termites (Heterotermes and Odontotermes). J. Entomol Zool Stud 3(1), 213-216.
- Fazeli-Dinan M., Habibi A, Haghi S. F. M., Nikookar S.H., Yazdani-Charati J., Enayati A., 2022.** Determination of susceptibility levels of three different cockroach species including hospitals *German cockroach, Blattella germanica L.* (Blattodea: Blattellidae), to common insecticides, cypermethrin, propoxur and fenitrothion. *International Journal of Health Sciences*, vol. 16, no 4, p. 13.
- Fisher, R.A., et Amp ; Yates, F. 1957.** Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research. 5eme edition, Olivier et Boyd. London., pp. 64-66.
- Garfield E., 1990.** The cockroachconnection. Ancient, seemingly indestructible Pest. Part 2. Population control. Currentcomments., 46 : 5-13.
- Ghermoul A., Ahmed F., Siga M., Morou AN., 2020.** Evaluation de l'activité insecticide de bicarbonate de sodium (NaHCO₃) chez un insecte à intérêt *médical Blattella germanica (L.)*. Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie, 99pp.

Giatropoulos A., Koliopoulos G., Pantelakis PN., Papachristos D., Michaelakis A., 2023. Evaluating the sublethal effects of *Origanum vulgare* essential oil and carvacrol on the biological characteristics of *Culex pipiens* biotype molestus (Diptera: Culicidae). *Insects*, vol. 14, no 4, p. 400.

Gits M.P., Gondhalekar A. D., Scharf M E., 2023. Impacts of bioassay type on insecticide resistance assessment in the *German cockroach* (Blattodea: Ectobiidae). *Journal of Medical Entomology*, vol. 60, no 2, p. 356-363.

Gordon, D. G., 1996. The complete cockroach: a comprehensive guide to the most despised (and least understood) creature on earth. Springer Science & Business, p.178.

Gordon, H. T., 1968. Intake rates of various solid carbohydrates by male *German cockroaches*. *Journal of Insect Physiology*, 14(1), 41-52.

Goyal M., Shinde L., Bayas R., 2019. Study of chemical composition and larvicidal efficacy of secondary metabolites from aromatic phytoextracts against dengue vector: *Aedes aegypti* L (Diptera: Culicidae). *Int. J. Mosquito Res.*, 6: 26-33.

Grandcolas P., 1996. The phylogeny of cockroach. Families a cladistic appraisal of morpho-anatomical data. *Canadian Journal of Zoology*, 74: 508-527.

Grandcolas, P., 1998. Les blattes. Organisation mondiale de la santé. Bureau régional de l'Europe, p.24.

Greuter W, Burdet HM, Long G 1986. Eds. Med-Checklist. Conservatoire et Jardins Botaniques, Genève 3 : 292-5.

Guillaumin M., Renoux J., Stockman R., 1969. La blatte. Editions Doin.

Morakchi S., Maïza A., Farine J. P., Aribi, N., Soltani N., 2005. Effects of a neonicotinoid insecticide (acetamiprid) on acetylcholinesterase activity and cuticular hydrocarbons profile in *German cockroaches*. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.*, 70(4), 843-8.

Habbachi S., Amri N., Habbachi W., Benhissen S., Tahraoui A., Rebbas k., 2020. Toxic effects of *Cleome arabica* L.(Capparidaceae) aqueous extracts on mortality and sexual behavior of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, vol. 7, no 3, p. 137-143.

Habbachi W., 2013. Etude des Blattellidae (Dictyoptera) : Essais toxicologiques, Synergie et résistance aux insecticides et aux bio pesticides. Thèse doctorat en Biologie animale. Université d'Annaba, Algérie. 185 p.

Hajjar M.J., Ahmed N., alhudaib K.A., Ullah H ., 2023. integrated insect pest management techniques for rice. *sustainability*, vol. 15, no 5, p. 4499.

Hameg T, Taleb D.,2018. Evaluation de l'activité antimicrobienne, et Antioxydante des composés phénoliques du Marrube blanc « *Marrubium vulgare* ». Thèse de mémoire en Biotechnologie microbienne. Faculté des sciences biologiques et sciences et des sciences agronomiques, Département de Biochimie-microbiologie. University de Mouloud Mammerie de Tizi-Ouzou, Algerie.

Hamilton J. A., wada-katsumata A., Schal C., 2023. cockroaches as Trojan horses for control of cockroach aggregations with baits. *journal of economic entomology*, vol. 116, no 2, p. 529-537.

Harouna M.A., Baoua I., Lawali S., Tamò M., Amadou L., Mahamane S., 2019. Essai comparatif de l'utilisation des extraits du *Neem* et du virus entomopathogène MaviNPV dans la gestion des insectes ravageurs du niébé en milieu paysan au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 13, no 2, p. 950-961.

Hasch J.J., Zumofen M., 1999. Notions d'hygiène hospitalière. 210 pp.

Jacobs S., 2013. Germancockroaches. The Pennsylvania State University.

Jalayeri M.H.T., Zakariaei Z., Fakhar M., Sharifpour A., Banimostafavi E.S., Soleymani M., 2023. Ruptured pulmonary hydatid cyst and lophomoniasis comorbidity in a young man: a rare case. *Oxford medical case reports*, vol. no 3, p. Omad023.

Jannatan R et Rahayu R., 2023. repellency of orange peel eco-enzyme to reared *German cockroaches* (*blattella germanica* l.). *jurnal biota*, vol. 9, no 1, p. 1-7.

Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Steven, P.,2002. Botanique systématique : Une perspective phylogénétique. 1ere Ed. Paris et Bruxelles. pp. 369-384.

Kano T., 2023. Isabella bird unbeaten tracks in japan (1880). in: masterpieces on japan by foreign authors: from Goncharov to pinguet. Singapore : springer nature Singapore, p. 33-3.

Karahacane T., 2015. Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse de doctorat. Ecole nationale supérieure agronomique. (ENSA). Département Zoologie.

Khelifi A, Bennecer R, Dilmi kh, 2021. Impact d'un insecticide végétal *Ricinus communis* sur la reproduction chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica* (L.). Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie.

Konkala A., kanthala S, et Madhusudan N.R., 2023. effects and potential resistance induced by imidacloprid and clothianidin insecticides in the *German cockroach (blattella germanica l.)*.

Korichi-Almi A., Bissati-Bouafia S., Bensalah K., Korichi R., 2016. Effets de l'extrait aqueux de *Cleome arabica* sur les larves de premier stade d'ectomyeloisceratoniae zeller (lepidoptera, pyralidae). rev bio ress, 6:62-69.

Laha A., moitra S., et podder S., 2023. A review on aero-allergen induced Allergy in India. *Clinical & experimental allergy*.

Lee, C. Y., 2000. Sublethal effects of insecticides on longevity, fecundity and behaviour of insect pests: a review. *J Biosci*, 11(1), 107-112

Lee S., Myung-Hee Y., Jang Y.S., Choi J.H., Kim M., Kim S.L., Yong T.S., Kim J.Y., 2023. Ampicillin treated German cockroach extract leads to reduced inflammation in human lung cells and a mouse model of Asthma. *The Korean Journal of Parasitology*, vol. 61, no 1, p. 60-71.

Liccardi G., Martini M., bilò, Maria B.B., Manlio M., Luigino C., Rossella L., Paola R., 2023. A narrative review on asthma and pest sensitization (cockroach, mouse and rat allergens): a social issue besides the medical problem. *Journal of asthma*, no just-accepted, p. 1-12.

Lindsley A., colice G., martin N., Nicole M., Chris A., Flavia H., 2023. efficacy of tezepelumab in patients with severe, uncontrolled asthma by specific perennial allergen immunoglobulin e thresholds. *Journal of allergy and clinical immunology*, vol. 151, no 2, p. Ab18.

Linnaeus C.V., 1767. System nature SystemaNaturae per regna tria naturæ, secundum classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. Editioduodecima, Reformata. Impensis direct. ed.12, vol 02, Pt. 2, Salvii, Holmiae, Sweden. pp.533-1327. L.

Liu K., Ma S., Zhang K., Gao R., Jin H., Cao P., Yuchi Z., Wu S., 2023. Functional Characterization of Knockdown Resistance Mutation L1014S in the German Cockroach, *Blattella germanica* (Linnaeus). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 71, no 6, p. 2734-2744.

Mahmoudi Y., 1990. La thérapeutique par les plantes communes en Algérie. Palais Du Livre, Blida.

Marhanto E.D., Depu A. H., 2022. sanitation and temperature factors related to existence of cockroach and rats vectors on passenger ship in kendari city port: cockroach and rats vectors. *Indonesian journal of health sciences research and development (ijhsrd)*, vol. 4, no 2, p. 57-69.

Marrone P. G., 2023. status of the biopesticide market and prospects for new bioherbicides. *pest management science*.

Mengoni S.L., Alzogaray R.A., 2018. Deltamethrin-resistant *German Cockroaches* are less sensitive to the insect repellents DEET and IR3535 than non-resistant individuals. *J Econ Entomol.* 111:836–43.

Meyre-Silva, C., Yunes, R. A., Schlemper, V., Campos-Buzzi, F., Cechinel-Filho, V., 2005. Analgesic potential of marrubiin derivatives, a bioactive diterpene present in *Marrubium vulgare* (Lamiaceae). *Il Farmaco*, vol. 60, no 4, p. 321-326.

Mohammadi D., Eivazian Kary N ., Valizadeh H ., Allahverdizadeh N.M., 2021. lethal toxicity of *Achillea Millefolium* and *Marrubium Vulgare* extracts, against potato tuber moth, phthorimaea operculella (lepidotera, gelechiidae) in comparison with some synthetic pesticides. *journal of entomological society of iran*, vol. 40, no 4, p. 339-35.

Morakchi S., Maïza A., Farine J. P., Aribi, N., Soltani N., 2005. Effects of a neonicotinoidinsecticide (acetamiprid) on acetylcholinesterase activity and cuticular hydrocarbons profil in German cockroaches. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci*, 70(4), 843-8.

Musa A., shakur E S.A., Mus.M., Abdullah N.A.C., 2023. Health management culture in food health handling compliance in terengganu business night market. *Journal of southwest jiaotong university*, vol. 58, no 1.

Nasirian H., 2017. Contamination of cockroaches (insecta: blattaria) to medically fungi: a systematic review and meta-analysis. *Journal de mycologie medicale*, vol. 27, no 4, p. 427-448.

Nawwar M.A.M., El-Mousallamy A.M.D., Barakat H.H., Buddrus J. et Linscheid M. 1989. Flavonoid lactates from leaves of *Marrubium vulgare*. *Phytochemistry*, 28: 3201–3206.

Onah I.E., Uweh P.O., et Yaji A.D., 2023. Cockroaches as vectors of parasites of medical importance; reports from six states in Nigeria. *Afghanistan Journal of infectious diseases*, vol. 1, no 1, p. 33-39.

Onstad D.W et knolhoff L.M., 2023. major issues in insect resistance management.in: insect resistance management. academic press. p. 1-29.

Ozenda P., 2004. Flore et végétation des Sahara. 3éme Ed : CNRS édition. Paris. pp.399-402.

Pomés A et Arruda I. K., 2023. Cockroach allergy: understanding complex immune responses to develop novel therapies. *Molecular immunology*, vol. 156, p. 157-169.

Ramachandran M., jayakumar M., Thirunavukkarasu S., 2023. insecticidal activity of *Melaleuca Alternifolia* (myrtaceae) essential oil against *Tribolium Castaneum* (coleoptera: tenebrionidae) and its inhibitory effects on insecticide resistance development. *the canadian entomologist*, vol. 155, p. e9.

Rombi M., Dominique R., 2007. 120 plantes médicinales : composition, mode d'action et intérêt thérapeutique. Ed : Alpen, P : 527.

Roth M. L., 2003. “Systematics and phylogeny of cockroaches (Dictyoptera: Blattaria). *Orient. Insect.* 37 : 1–186.

Rust M. K., Owens J. M. et Amp; Reiersen D. A., 1995. Understanding and Controlling the *German Cocroache*. New York Oxford. Oxford University Press., 265p.

Salama., Maha M., Taher., Eman E., et El-bahy., Mohamed M., 2012. Molluscicidal and Mosquitocidal Activities of the Essential oils of *Thymus capitatus* Hoff. et Link. and *Marrubium vulgare* L. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, vol. 54, p. 281-286.

Saleh M. M et Glombitza K.W., 1989. Volatile oil of *Marrubium Vulgare* and its anti-schistosomal activity. *Planta Medica*, vol. 55, no 01, p. 105-105.

Saliou I.L.B., Oreniola. B.A., Jeanne Z., Amadou C.A., 2020. efficacy of plants aqueous extracts for Greenflies management on six cowpea cultivars in northwest of Benin.

Schal C., Gautier J.Y. et Bell W.J., 1984. Behavioralecology of cockroaches. *Biol*, 59: 209-254.

SeifertJ., Stollberg J., 2005. Antagonism of a neonicotinoid insecticide imidacloprid at neuromuscular receptors. *Environmental toxicology and pharmacology* 20 (1), 18-21.

Sharawi S. E., 2023. the effect of isolated bacteria against adult stages of *periplaneta americana* (blattodea: blattidae) and *aedes aegypti* (diptera: culicidae) using spraying methods as biological control. *J pure appl microbiol*, vol. 17, no 1, p. 524-531.

Shi X., Jiang L., Wang H., Qiao K., Wang D., 2011. Toxicities and sublethal effects of seven neonicotinoid insecticides on survival, growth and reproduction of imidacloprid-resistant cotton aphid, *Aphis gossypii*. *Pest Manag Sci* 67 :1528–1533.

Senthil kumar N., et Jeniffer P. N., 2023. Entomoforestry: an overview of a novel concept on insect prospecting.

Siddiqui R., Elmashak y., et khanN. A., 2023. Cockroaches: a potential source of novel bioactive molecule (s) for the benefit of human health. *Applied entomology and zoology*, vol. 58, no 1, p. 1-11.

Soumrani R. S, Yayaoui M, Khamassi W, Azzeddine L,2022. Effets comparés de deux composés le bicarbonate de sodium et le *Ricinus communis* sur la reproduction chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica* (L.), aspect biochimique des ovaires. Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie.

Stulzer P H. K., Tagliari, M. P., Zampirolo J. A., Cechinel-Filho V., et Schlemper, V., 2006. Antioedematogenic effect of marrubiin obtained from *Marrubium vulgare*. *Journal of ethnopharmacology*, vol. 108, no 3, p. 379-384.

Swaroop S., Gilroy A. B., Uemura K., 1966. Statistical methods in malaria eradication. World Health Organization.

Tabanca N., Demirci B., Ali A., Ali Z., Blythe E.k., Khan I.A., 2015. essential oils of green and red *Perilla Frutescens* as potential sources of compounds for mosquito management. *industrial crops and products*, vol. 65, p. 36-44.

Tabet Z.A., Zaoui D.D.M., Chaoui B. L., Dib Mohammed. E A., 2023. Seasonal Variations in the Chemical Composition of Essential Oil and Antifungal and Larvicidal Activities of *Marrubium vulgare*, an Aromatic Plant Growing Wild in West-Algeria. *Anti-Infective Agents*, vol. 21, no 2, p. 94-101.

Tanaka A., 1976. Stages in the embryonic development of the German cockroach. *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). *Kontyn* (Tokyo), 44, 512-225.

Tichafogwe T.R., et Juscar N., 2020. indigenous land grabbing and forests right defilement by small farm holders in Nguti, Cameroon. *current urban studies*, 8(01), 129.

Tine-Djebbar F., Dris D., Guenez R., Tine S., Soltani N., 2021. Larvicidal activity of lamiaceae and lauraceae essential oils and their effects on enzyme activities of *Culex Pipiens l.* (diptera: culicidae). in: recent advances in environmental science from the euro-mediterranean and surrounding regions (2nd edition) proceedings of 2nd euro-mediterranean conference for environmental integration (emcei-2), springer international publishing. p. 709-716.

Tounou AK., Sokame BM., Akpavi S., Ganyo KK., Ketoh KG., Gumedzo YMD., 2012. Effets des extraits végétaux sur la dynamique de populations des insectes ravageurs de *Niebe*, vigna unguiculata, walp, dans le sud du togo. *Journal de la recherche scientifique de l'université de lomé*, vol. 14, no 1, p. 25-34.

Van Oudenhove I., cazier A., fillaud M., Lavoit A.V., Fatnassi H., Perez, G., Calcagno V., 2023. non-target effects of ten essential oils on the egg parasitoid trichogramma evanescens. *peer community journal*, vol. 3.

Venu S., Sivakumar J., Dhivya R., Bhuvaneshwari S., Rajkumar M., 2023. Effect of Ethanolic and Chloroform Extracts of *Lantana Camara* Flowers on the Second Instar Stage of Anopheles Mosquito Larvae.

Wang L., Xiong Q., Nawannaporn S., Wang L., Nong W., Tsz-Yau Wan A., Shi M., Liu X., Cao Q., Hui J.H.L., Sookrung N., Leung TF, Tungtrongchitr A., Tsui S.K.W. 2023. Genome assembly and annotation of *Periplaneta americana* reveal a comprehensive cockroach allergen profile. *Allergy*, 2023, vol. 78, no 4, p. 1088-1103.

Wattiez C., Beys B., 1999. Pas de pesticides à la maison solution sans danger Pour le contrôle de bestioles indésirables. Pest. Action Network (Pan). Belg. 12 pp.

Wichtel M., et Anton R., 1999. Plantes thérapeutiques : tradition, pratiques Officinales, science et thérapeutiques. Ed. Tec et Doc.

Wigglesworth V.B., 1972. The principales of insect physiology. Seventh Edition. Chapman and Hall, London. 827 pp.

Woodruff L. C., 1938. The normal growth rate of *Blattella germanica* L. J. Exp. Zool. 79: 145-167.

Yao b. I., Gogoue D. O., Nando P.M.N., Tano K., 2022. Étude comparée de l'efficacité des extraits aqueux de feuilles d'*eucalyptus* (*eucalyptus camaldulensis*) et des graines de *Neem* (*azadirachta indica* juss) contre les principaux ravageurs de chou. *International journal of biological and chemical sciences*, vol. 16, no 2, p. 581-592.

Zarenezhad E., Ranjbar N., Firoozian S., Ghoorkhanian M., Osanloo M., 2022. Promising larvicidal effects of chitosan nanoparticles containing laurus nobilis and trachyspermum ammi essential oils against anopheles stephensi. *international journal of tropical insect science*, vol. 42, no 1, p. 895-904.

Zatla A. T., Mami I., Dib M E.A., Sifi M E.A., 2020. efficacy of essential oil and hydrosol extract of *Marrubium Vulgare* on fungi responsible for apples rot. *anti-infective agents*, vol. 18, no 3, p. 285-293.

Zhang J., Wang Y., Feng Y., Du S., Jia L., 2021. Contact toxicity and repellent efficacy of essential oil from aerial parts of melaleuca Bracteata and its major compositions against three kinds of insects. *journal of essential oil bearing plants*, vol. 24, no 2, p. 349-359.

Zhang R., Zhang W., Zheng J., Xu J., Wang H., Du J., Zhou D., Sun Y., Shen B., 2023. toxic effects of *Perilla Frutescens* (L.) britt. essential oil and its main component on *Culex Pipiens pallens* (diptera: culicidae). *plants*, vol. 12, no 7, p. 1516.

Zongo K F., dabire K., zongo S.F., Sanon A., Guebre D., Hien E., 2023. Caractérisation, typologie des connaissances et logique socio-économique d'utilisation des biopesticides par les producteurs maraîchers en zone soudano-sahélienne [characterization, typology of knowledge and socio-economic logic of biopesticide use by garden farmers in the sudano-sahelian area]. *International journal of innovation and applied studies*, vol. 39, no 1, p. 333-346.

Zülfikarođlu T., İzzetođlu G. T., Yikilmaz M. S., Savař İ., 2023. histochemical and ultrastructural analysis of macromolecules in trophocytes of the oriental cockroach, *blatta orientalis* (L., 1758) (Blattodea: Blattidae). *turkish journal of entomology*, vol. 47, no 1, P. 87-100.

Webographie.

Site 1: <https://www.plantes-et-sante.fr/articles/on-en-parle/2822-le-marrube-blanc-un-agent-double>, consulté le 06/05/2023).

Site 2: <https://identify.plantnet.org/fr/weurope/observations/1009480478>, consulté le 06/05/2023).

Site 3: <https://www.jardinetmaison.fr/encyclopedie-plante/marrubium-vulgare>, consulté le 06/05/2023).

Site 4: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/107397, consulté le 06/05/2023).

Annexe : Données statistiques

Tableau 1. Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) par ingestion à l'égard des adultes de *Blattella germanica* après 24 heures de traitement ; ANOVA à un facteur contrôlé ($m \pm s$; 3 répétition comportant chacune 8 blattes).

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
dose	4	3187,5	796,87	12,75	0,001
Erreur	10	625,0	62,50		
Total	14	3812,5			

Tableau 2. Classement des moyennes pour les effets doses sur la mortalité, avec le teste HSD (honest significative difference) de tukey après 24 heures de traitement des adultes de *Blattella. germanica* avec le *Marrubium vulgare* (mg/insecte) par ingestion ($m \pm s$; 3 répétition comportant chacune 8 blattes).

dose	N	Moyenne	Groupement
3000	3	37,50	A
800	3	12,50	B
té	3	0,000000	B
100	3	0,000000	B
10	3	0,000000	B

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Tableau 3. Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) par ingestion à l'égard des adultes de *Blattella germanica* après 48 heures de traitement ; ANOVA à un facteur contrôlé ($m \pm s$; 3 répétition comportant chacune 8 blattes).

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
dose	4	8062,5	2015,62	21,50	0,000
Erreur	10	937,5	93,75		
Total	14	9000,0			

Tableau 4. Classement des moyennes pour les effets doses sur la mortalité, avec le teste HSD (honest significative difference) de tukey après 48 heures de traitement des adultes de *Blattella germanica* avec le *Marrubium vulgare* (mg/insecte) par ingestion ($m \pm s$; 3 répétition comportant chacune 8 blattes).

dose	N	Moyenne	Groupement
3000	3	62,50	A
800	3	12,50	B
100	3	12,50	B
té	3	0,000000	B
10	3	0,000000	B

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Tableau 5. Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) par ingestion à l'égard des adultes de *Blattella germanica* après 72 heures de traitement ; ANOVA à un facteur contrôlé ($m \pm s$; 3 répétition comportant chacune 8 blattes).

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
dose	4	15563	3890,6	20,75	0,000
Erreur	10	1875	187,5		
Total	14	17438			

Tableau 6. Classement des moyennes pour les effets doses sur la mortalité, avec le teste HSD (honest significative difference) de tukey après 72 heures de traitement des adultes de *Blattella germanica* avec le *Marrubium vulgare* (mg/insecte) par ingestion ($m \pm s$; 3 répétition comportant chacune 8 blattes).

dose	N	Moyenne	Groupement
3000	3	87,50	A
800	3	37,5	B
100	3	37,50	B
té	3	0,000000	C
10	3	0,000000	C

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Tableau 7. Toxicité de *Marrubium vulgare* (mg/insecte) par ingestion à l'égard des adultes de *Blattella germanica* après 74 heures de traitement ; ANOVA à un facteur contrôlé ($m \pm s$; 3 répétition comportant chacune 8 blattes).

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
dose	4	17250	4312,5	15,33	0,000
Erreur	10	2812	281,2		
Total	14	20062			

Tableau 8. Classement des moyennes pour les effets doses sur la mortalité, avec le teste HSD (honest significative difference) de tukey après 74 heures de traitement des adultes de *Blattella. germanica* avec le *Marrubium vulgare* (mg/insecte) par ingestion ($m \pm s$; 3 répétition comportant chacune 8 blattes).

dose	N	Moyenne	Groupement	
3000	3	100,0	A	
100	3	62,5	A	B
800	3	50,0	B	
10	3	25,00	B	C
té	3	0,000000	C	

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.