



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 محمد البشير الإبراهيمي برج بو عريريج
Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم العلوم الفلاحية
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

Intitulé :

L'effet insecticide des huiles essentielles de Genévrier de phénicie
(*Juniperus phoenicea*) et la Menthe poivrée (*Mentha piperita*) sur les
puccerons noirs de la fève (*Aphis fabae*)

Présenté par :

Alloune Meriem Achouak & Belalit Achouak

Soutenu le 25/06/2023, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M ^r Bibak Mohamed	MAA	Faculté SNV, Université de B.B.A.
Encadrant :	M ^{me} Ziouche Sihem	MCB	Faculté SNV, Université de B.B.A.
Co-Encadrant:	M ^{elle} Belouahri Chahinez	Doctorante	Faculté SNV, Université de Boumerdes
Examineur :	M ^r Moutassem Dahou	MCA	Faculté SNV, Université de B.B.A.

Année Universitaire 2022/2023

Remerciements

Au premier lieu nous remercier DIEU le tout puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour achever ce travail.

Nous tenons donc à remercier :

*Notre Encadrant Mme **ZIOUCHE Sihem**, d'avoir accepté de nous encadrée, orienter et pour nous avoir permis de bénéficier de ces conseils et la confiance que vous nous avez accordés en réalisant ce travail.*

*Nous tenons également à remercier la Co-Encadrant Melle **BELOUAHRI Chahinez**, pour son aide, ses orientations et son soutien à tous les moments. Sa gentillesse et ses grandes qualités humaines ont fait de lui une personne très spéciale, et nous avons grandement apprécié ses conseils.*

*Tout respectueuse gratitude et nos profonds respects à **BIBAK Mohamed** D'avoir présidé notre jury.*

*Nous adressons aussi nos vifs remerciements à **MOUTASSEM Dahou** pour l'honneur qu'elles nous ont fait en acceptant d'examiner ce travail.*

Nos remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a Participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation.

Dédicace

Au nom de l'amour et de respect, Je dédie ce modeste travail à :

La lumière de mes yeux, mes très chers parents, sources de mes joies et secret de ma force, vous serez toujours le modèle : mon père dans ta détermination, ta force et ton honnêteté, ma mère dans ta bonté, ta patience et ton dévouement pour nous. Merci pour vos sacrifices.

C'est à vous que je dois cette réussite.

A mes frères, et tous mes sœurs en reconnaissance de leur affection toujours

A mon binôme **ACHOUAK**, pour tous les moments de joie et de peine qu'on a passé ensemble, et à sa famille.

A ma toute ma famille « **ALLOUNE** ». Tous mes amis de promotion

A toutes personnes qui me connaissent de loin ou de près.

MERIEM ACHOUAK

Dédicace

Au nom de l'amour et de respect, Je dédie ce modeste travail à :

La lumière de mes yeux, mes très chers parents, sources de mes joies et secret de ma force, vous serez toujours le modèle : mon père dans ta détermination, ta force et ton honnêteté, ma mère dans ta bonté, ta patience et ton dévouement pour nous. Merci pour vos sacrifices.

C'est à vous que je dois cette réussite.

A mes frères, et tous mes sœurs en reconnaissance de leur affection toujours et mon mari .

A mon binôme **MERIEM ACHOUAK**, pour tous les moments de joie et de peine qu'on a passé ensemble, et à sa famille.

A ma tout ma famille « **BELALIT** ». Tous mes amis de promotion

A toutes personnes qui me connaisse de loin ou de près.

ACHOUAK

Liste des figures

Figure 1.1. La Menthe poivrée (<i>Menthe piperita</i>) séchée	4
Figure 1.2. Genévrier de Phénicie (<i>Juniperus phoenicea</i>) séchée	4
Figure 1.3. Dispositif d'extraction par hydrodistillation	5
Figure 1.4. Dispositif pré germination des semences de la fève	6
Figure 1.5. Des plantules de la fève	6
Figure 1.6. Infestation des plants d'haricot par le puceron noire de la fève	7
Figure 1.7. Dispositif expérimental du traitement par contact	8
Figure 1. 8. Test de répulsivité	9
Figure 1.9. Dispositif expérimental du traitement d'inhalation	10
Figure 2.1. Evolution temporelles du taux de mortalité des deux huiles essentielles appliquées sur les populations d' <i>Aphis fabae</i> par inhalation	13
Figure 2.2. Evolution temporelles du taux de mortalité des deux huiles essentielles appliquées sur les populations d' <i>Aphis fabae</i> par contact	14
Figure 2.3. Evolution temporelles du pourcentage de répulsivité des deux huiles essentielles appliquées sur les populations d' <i>Aphis fabae</i>	14
Figure 2.4. Effet comparé de la mortalité corrigée d' <i>A. fabae</i> sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de genévrier par inhalation.....	16
Figure 2.5. Effet comparé de la mortalité corrigée d' <i>A. fabae</i> sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée par inhalation	17
Figure 2.6. Effet comparé des taux de mortalité d' <i>A. fabae</i> sous l'effet des différents traitements, doses et du temps d'exposition par inhalation.	18
Figure 2.7. Effet comparé de la mortalité corrigée d' <i>A. fabae</i> sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de genévrier par contact	19
Figure 2.8. Effet comparé de la mortalité corrigée d' <i>A. fabae</i> sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée par contact.....	20
Figure 2.9. Effet comparé des taux de mortalité d' <i>A. fabae</i> sous l'effet des différents traitements, doses et du temps d'exposition par contact.	21
Figure 2.10. Effet comparé du pourcentage de répulsivité d' <i>A. fabae</i> sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée.....	22

Figure 2.11. Effet comparé du pourcentage de répulsivité d' <i>A. fabae</i> sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de genévrier.	24
Figure 2.12. Effet comparé des pourcentages de répulsivité des deux huiles essentielles étudiées à l'égard d' <i>A. fabae</i> sous l'effet doses et du temps d'exposition.	25

Liste des tableaux

Tableau 1.1. préparation des doses et dilution.....	7
Tableau 1.2. Le classement de Mc Donald et al. 1970 de pourcentage de répulsion	10
Tableau 2.1. Pourcentage du rendement en huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> et <i>Mentha piperita</i> extraites de la région de Bordj Bou Arreridj	12
Tableau 2.2. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par inhalation l'huile essentielle de genévrier sur le taux de mortalité corrigée d' <i>Aphis fabae</i>	15
Tableau 2.3. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par inhalation l'huile essentielle de la menthe poivrée sur le taux de mortalité corrigée d' <i>Aphis fabae</i>	16
Tableau 2.4. Modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs de traitements par inhalation des deux huiles essentielles étudiées sur le taux de mortalité corrigée d' <i>Aphis fabae</i>	17
Tableau 2.5. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par contact l'huile essentielle de genévrier sur le taux de mortalité corrigée d' <i>Aphis fabae</i>	18
Tableau 2.6. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par contact l'huile essentielle de la menthe poivrée par contact sur le taux de mortalité corrigée d' <i>Aphis fabae</i>	20
Tableau 2.7. Modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs de traitements par contact des deux huiles essentielles étudiées sur le taux de mortalité corrigée d' <i>Aphis fabae</i>	21
Tableau 2.8. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par test de répulsivité l'huile essentielle de la menthe poivrée sur le taux de mortalité corrigée d' <i>Aphis fabae</i>	22
Tableau 2.9. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par test de répulsivité l'huile essentielle de genévrier sur le taux de mortalité corrigée d' <i>Aphis fabae</i>	23
Tableau 2.10. Modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs du test de répulsivité des deux huiles essentielles étudiées sur les populations d' <i>Aphis fabae</i>	24
Tableau 2.11. Toxicité (DL ₅₀) des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> et de <i>Mentha piperita</i> sur les populations d' <i>Aphis fabae</i> selon deux modes d'expositions.	26

Liste des abréviations

% : Pourcentage

mm : Millimètre

cm : Centimètre

cm² : Centimètre carré

°C : Degré Celsius

µL : Microlitre

mL : Millilitre

h : Heure

g : gramme

Sig : Significatif

HE : Huile essentielle

A. fabea: Aphis fabea

M.piperita: *Mentha piperita*

J.phoenicea: *Juniperus phoenicea*

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction 1

Chapitre 1 : Matériel et Méthodes 3

1. Matériel 3

1.1. Le Matériel utilisé 3

1.1.1. Matériel végétal 3

1.1.2. Le matériel animal (*Aphis fabae*) 3

1.1.3. Matériel de laboratoire et les produits chimiques 3

1.1.3.1. Verreries et le matériel utilisés 3

1.1.3.2. Appareillages et dispositifs 4

1.1.3.3. Réactifs 4

1.2. Méthodes expérimentales 4

1.2.1. Méthode de séchage 4

1.2.2. Extraction d'huiles essentielles 5

1.2.2.1. Technique d'hydro distillation 5

1.2.2.2. Estimation du rendement en huile essentielle 6

1.3.1. Obtention des plantules de la fève 6

1.3.2. Obtention de populations infestées du puceron noire de la fève 7

1. Méthode 7

2.1. Préparation des doses 7

2.2. Evaluation de l'activité insecticide dès l'huile essentielle vis-à-vis des adultes d'*Aphis fabae* : 8

2.2.1. Test de contact : 8

2.2.2. Test répulsif : 8

2.2.3. Test d'inhalation : 10

2.3. La mortalité corrigée : 10

2.4. Détermination des doses et des temps létaux :	11
2.5. Analyse statistiques des résultats	11

Chapitre 2 : Résultats et discussion

1. Résultats	12
1.1 Le rendement en huile essentielle des deux plantes étudiées	12
1.2 Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles Evaluation de l'activité insecticide des deux huiles essentielles étudiées à l'égard des populations d' <i>Aphis fabae</i>	13
1.2.1. Fluctuation des taux de mortalité des deux huiles essentielles appliquées par contact.....	13
1.2.2. Fluctuation des pourcentages de répulsivité des deux huiles essentielles appliquées.....	14
1.3 Analyse de la variance pour le test d'efficacité des l'huile essentielles testées par different modes d'action sur les populations d' <i>Aphis fabae</i>	15
1.3.1. Analyse de la variance pour le taux mortalité d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle de Genévrier par inhalation	15
1.3.2. Analyse de la variance pour le taux mortalité d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle de la menthe poivrée par inhalation	16
1.3.3 . Analyse comparative des taux mortalité d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet des deux huiles essentielles testées par inhalation	17
1.3.4. Analyse de la variance pour le taux mortalité d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle de Genévrier par contact	18
1.3.5. Analyse de la variance pour le taux mortalité d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle de la menthe poivrée par contact	19
1.3.6. Analyse comparative des taux mortalité d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet des deux huiles essentielles testées par contact	20
1.3.7. Analyse de la variance du pourcentage de répulsivité de l'huile essentielle de la menthe poivrée sur les populations d' <i>Aphis fabae</i>	22
1.3.8. Analyse de la variance du pourcentage de répulsivité de l'huile essentielle de genévrier sur les populations d' <i>Aphis fabae</i>	23
1.3.9. Analyse comparative du pourcentage de répulsivité des deux huiles essentielles testées à l'égard des populations d' <i>Aphis fabae</i>	24
1.4. Doses létales DL50	25

2. Discussion	26
Conclusion	29
Référence bibliographiques.....	30
Annexes	

Résumé

L'étude de l'effet insecticide des huiles essentielles extraites à partir de deux espèces de plantes dans la région de Bordj Bou Arreridj sur le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*), *Juniperus phoenicea* et *Mentha piperita*. Ces huiles sont testées par contact, inhalation et répulsif afin d'estimer le taux de mortalité. D'après les analyses effectuées en laboratoire, nous avons remarqué que les deux huiles essentielles présentent une efficacité de 100% pour une durée de 96 heures en ce qui concerne le taux de mortalité. Pour *Mentha piperita*, le taux de mortalité est de 65,62% pour le test d'inhalation, tandis que pour *Juniperus phoenicea*, le taux de mortalité est de 100% pour le test d'inhalation. Après les tests de toxicité par contact, nous avons enregistré un taux de mortalité de 100% et 97,82% respectivement pour les deux huiles après 24 heures. En ce qui concerne le test répulsif, l'huile essentielle de Genévrier de Phénicie est très répulsive, tandis que l'huile essentielle de Menthe poivrée est modérément répulsive. Ces résultats nous ont permis de conclure que l'effet des huiles essentielles de *Mentha piperita* et *Juniperus phoenicea* a un impact significatif sur la mortalité des adultes d'*Aphis fabae*.

Mots clés : activité insecticide, *Mentha piperita*, *Juniperus phoenicea*, contact inhalation répulsif, huile essentielle.

ملخص

ان دراسة تأثير الزيوت العطرية المستخرجة من النباتات الموجودة في منطقة برج بو عريريج على من الفول (المن الاسود) النعناع ، العرعار يتم استخدام هذه الزيوت من خلال تأثير التلامس والاستنشاق والطارد لتقدير معدل الوفيات. لهذا الغرض ووفقاً للتحليلات التي تم إجراؤها في المختبر ، فقد لاحظنا أن الزيتين الأساسيين لمدة 96 ساعة يظهران فعالية بنسبة 100% (معدل الوفيات) ، للنعناع و 65.62% للعرعار عن طريق الاستنشاق. بعد اختبارات السمية بتأثير التلامس ، سجلنا معدل وفيات بنسبة 100% و 97.82% للزيتين الأساسيين بعد 24 ساعة. سمح لنا هذا بالقول أن تأثير الزيوت الأساسية من النعناع و العرعار يعطي نتائج مهمة على معدل وفيات البالغين من حشرات المن الاسود

الكلمات المفتاحية: نشاط مبيد حشري ، النعناع ، العرعار ، ملامسة استنشاق طارد ، زيت عطري

Abstract

The insecticidal effect of essential oils extracted from two plant species in the Bordj Bou Arreridj region on the black bean aphid (*Aphis fabae*), *Juniperus phoenicea* and *Mentha piperita*. These oils are tested through contact, inhalation, and repellency methods to estimate the mortality rate. Based on laboratory analyses, we have observed that both essential oils exhibit 100% efficacy in terms of mortality rate for duration of 96 hours. For *Mentha piperita*, the mortality rate is 65.62% in the inhalation test, whereas for *Juniperus phoenicea*, the mortality rate is 100% in the inhalation test. After conducting contact toxicity tests, we recorded mortality rates of 100% and 97.82% respectively for the two oils after 24 hours. Regarding the repellency test, the essential oil of *Juniperus phoenicea* is highly repellent, while the essential oil of *Mentha piperita* is moderately repellent. These results led us to conclude that the effect of *Mentha piperita* and *Juniperus phoenicea* essential oils has a significant impact on the mortality of adult *Aphis fabae*.

Key words: insecticidal activity, *Mentha piperita*, *Juniperus phoenicea*, repellent inhalation contact, essential oil.

Introduction

La culture des légumineuses vivrières, source de protéines végétales a été reconnue comme étant l'une des meilleures et des moins coûteuses des solutions pour l'alimentation des populations des pays en voie de développement. En effet, les protéines végétales coûtent deux fois moins chères que les protéines animales. Les graines de légumineuses contiennent deux fois plus de protéines que les céréales (**Soltner, 1990**).

En Algérie, la fève constitue la plus importante culture parmi les légumineuses à grosses graines, tant au niveau superficiel, qui a été estimée à environ 45000 ha au début des années 1990 et au niveau de la production. Sa culture est pratiquée essentiellement au niveau des plaines côtières et de l'intérieur et dans les zones sahariennes. La fève est retenue surtout pour la consommation humaine sous forme de gousses fraîches ou en grains secs. En cas de fortes productions, l'excédent en grains secs peut être incorporé dans l'alimentation du bétail (**Aouar-Sadli et al., 2008**).

D'après (**Bengouga 2017**), la fève souffre surtout des accidents climatiques, notamment, les gelées, les fortes chaleurs et le stress hydrique. Par ailleurs, il est à noter qu'elle est soumise aux attaques de plusieurs bio-agresseurs, tels que, les plantes adventices (Orobanche), les maladies fongiques, les viroses, les nématodes et les insectes. L'orobanche constitue un fléau pour cette culture et elle peut engendrer des pertes allant jusqu'à 100%. Parmi les insectes inféodés à la fève, les pucerons occupent une place très particulière. Les dégâts occasionnés sont fonction d'une part de la durée de présence et de la quantité de pucerons sur la plante, d'autre part du stade de développement de celle-ci et de son degré de sensibilité, ce puceron excrète du miellat qui entrave certains processus physiologiques de la plante et stimule la croissance de la fumagine.

La lutte contre les ennemis des cultures est basée sur l'utilisation des pesticides de synthèse. L'usage de ces pesticides chimiques a souvent causé un accroissement de la résistance des insectes, la disparition des populations d'insectes non cibles, la neutralisation de la vie du sol et la pollution des eaux de surface et des nappes phréatiques (**Chandrashekar et Srinivasa, 2003 ; Ouedraogo, 2004 ; Camara, 2009**). La lutte chimique contre les pucerons pose souvent des problèmes du fait que ces insectes se fixent généralement à la face inférieure des feuilles et qu'ils sont difficiles à atteindre par les traitements (**Baba-aïssa et al. 2017**). Pour assurer une meilleure intervention contre cet insecte ravageur de fève, tout en préservant au maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés. La lutte biologique contre les insectes ravageurs prend diverses formes, mais celle qui attire

Introduction

l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origine végétale telle que les huiles essentielles (**Boutaleb, 2010**).

En effet, certaines huiles essentielles ou leurs constituants principaux possèdent des propriétés répulsives ou dissuasives bien connues ; parmi ces constituants, de nombreuses molécules qui présentent une action défensive du végétal contre les ravageurs, ont été identifiées. Ainsi, plusieurs espèces végétales dotées de propriétés insecticides (**Jean-Marie., 2008**). L'utilisation des huiles essentielles, de par leur puissante activité pourrait être des bio-pesticides et ce serait donc une alternative d'usage de produits de synthèse. Les huiles essentielles sont des produits à très forte concentration en principes actifs bien diversifiés dont une huile essentielle chémotypée contient, en moyenne, 75 molécules actives différentes (**Zhiri et Baudoux, 2008**).

Les tester les effets insecticides de l'huiles essentielles de la Menthe poivrée « *Mentha piperita* » et de Genévrier de Phénicie « *Juniperus phoenicea* » sur le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) dans des conditions de laboratoire. Nous avons évalué l'activité de ces produits par contact, inhalation et répulsion afin de déterminer la durée de vie des adultes de pucerons noirs de la fève.

L'évaluation l'effet insecticide de l'huile essentielle de Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et de la menthe poivrée (*Mentha piperita*) sur les adultes du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Cette étude a été menée au laboratoire du département des sciences de l'université de Bordj Bou Arreridj. Pour ce faire, la méthode d'hydro distillation a été utilisée pour extraire les huiles essentielles de Genévrier et de la Menthe, qui ont ensuite été testées sur le puceron noir (*Aphis fabae*)

1. Matériel

1.1. Matériel utilisés

1.1.1. Matériel végétal

Pour le matériel biologique végétal, nous avons utilisé les deux plantes aromatiques, Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et de la Menthe poivrée (*Mentha piperita*) qui ont été récoltées au niveau de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

1.1.2. Matériel animal (*Aphis fabae*)

Nous étudions le puceron noir de la fève, un ravageur qui peut causer de sérieux dommages à la production de fèves en Algérie.

1.1.3. Matériel du laboratoire et les produits chimiques

Le matériel de laboratoire que nous avons utilisé comprend tous les réactifs et produits chimiques nécessaires, ainsi que des équipements, des instruments et de la verrerie.

1.1.3.1. Verreries et le matériel utilisés

- Embout de pipette.
- Tube eppendorf.
- Ballon.
- Papier filter.
- Boite de pétrie.
- Une loupe binoculaire (Gx30).
- Pilulier.
- Flacon.
- Clevenger.

1.1.3.2. Appareillages et dispositifs :

- Micropipette.
- Chauffe-ballon.
- Balance.
- Support.
- Pinceau.
- Ciseau.
- Rouleau adhésif.
- Papier film.

1.1.3.3. Réactifs

- Éthanol.
- Acétone.

1.2. Méthodes expérimentales**1.2.1. Méthode de séchage**

Les plantes ont été séchées dans un laboratoire à l'air libre, protégées de la lumière et de l'humidité, à la température ambiante. Une fois les plantes séchées, les échantillons ont été conservés dans des sacs en papier, à l'abri de la lumière et à température ambiante.



Figure 1 .1 la Menthe poivrée
(*Mentha piperita*) séchée
(photo originale, 2023)



Figure 1.2 : Genévrier de Phénicie
(*Juniperus phoenicea*) séchée
(photo originale, 2023)

1.2.2. Extraction d'huiles essentielles

Choisir la bonne technique d'extraction pour une plante donnée reste une étape très importante, car elle peut avoir un impact sur le rendement et la qualité de l'huile produite. Il existe plusieurs techniques d'extraction comme l'hydro distillation, la distillation, la distillation à la vapeur, l'extraction par solvant....

La principale procédure pour isoler ces plantes Genévrier de Phénicie et la Menthe poivrée est l'hydrodistillation.

1.2.2.1. Technique d'hydro distillation

L'extraction est réalisée au niveau du laboratoire à la Faculté des Sciences de l'Université Bordj Bou Arreridj par hydrodistillation sur appareil de type Clevenger. La technique consiste à introduire 100 g de matériel végétal dans un flacon de 2 litres rempli d'eau distillée. Faire bouillir le tout pendant 3 heures à l'aide d'un chauffe-ballon. La vapeur chargée d'huiles essentielles traverse un refroidisseur et se condense ainsi avant de tomber dans une ampoule à décanter, après quoi l'huile est séparée de l'eau par une différence de densité. L'huile obtenue est conservée à 4 °C dans un tube en verre opaque, scellé pour la protéger de l'air et de la lumière, jusqu'à son utilisation.

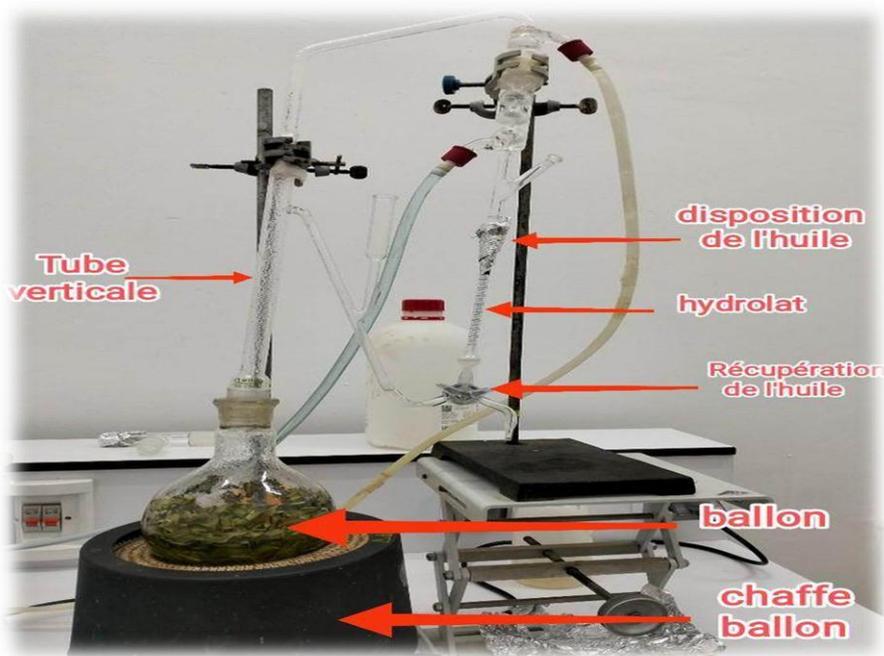


Figure1.3. Dispositif d'extraction par hydrodistillation (photo originale, 2023)

1.2.2.2. Estimation du rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre le volume d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal à traiter (Belyagoubi, 2006). Le rendement en huile essentielle (exprimé en pourcentage par rapport au 100 g de matière sèche) a été calculé par la relation suivante :

$$\text{Rd HE (\%)} = (V / M \text{ MV}) \times 100$$

Avec:

Rd HE (%) : rendement en huile essentielle exprimé en pourcentage.

V : volume d'huile essentielle en ml.

M MV : La masse de la matière végétale utilisée (sèche).

1.3.1. Obtention des plantules de la fève

Afin d'effectuer des tests "*In vitro*", nous avons besoin d'un nombre suffisant de feuilles de fève. Pour cela, nous avons procédé à une pré-germination en mettant les graines sèches de la fève *Vicia fabae* L major . (*Fabaceae*) dans des boîtes de Pétri dans le coton humide pendant 48 heures, puis nous avons cultivé des plantules de fève dans des pots remplis de terreau. Tout au long de l'expérience, nous avons régulièrement arrosé les pots en fonction des besoins de la culture.



Figure 1.4 . Pré germination des semences de la fève (photo originale 2023).



Figure 1.5 Des plantules de la fève (Photo originale, 2023).

1.3.2. Obtention de populations infestées du puceron noire de la fève

L'infestation a été réalisée au laboratoire le 23/04/2023 en utilisant des individus d'*A. fabae* prélevés sur des plants de fève déjà infestés. À l'aide d'un pinceau, les pucerons ont été soigneusement placés sur les jeunes plants de fève.



Figure 1.6. Infestation des plants de fèves par le puceron noire de la fève

(Photo originale, 2023).

2. Méthodes

2.1. Préparation des doses

Les doses appliquées pour les différents essais sont reportés dans le tableau 1.1.

Tableau 1.1. Préparation des doses et dilution

Les doses	1 %	2 %	4 %	8 %	10 %
Volume Huile Essentielle (µL)	10	20	40	80	100
Volume éthanol (µL)	990	980	960	920	900

2.2. Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles vis-à-vis des adultes d'*Aphis fabae*

Trois tests de toxicité des huiles essentielles des deux plantes aromatiques sur les adultes d'*Aphis fabae* sont effectués, test par Contact, répulsion et inhalation.

1.2.1. Test de contact

Consiste à tester cinq doses différentes de l'huile essentielle des deux espèces des plantes *Juniperus phoenicea* et *Mentha piperita*, les traitements ont été administrés par contact direct sur le pronotum à des adultes d'*Aphis fabae*.

Le principe consiste à faire repartir d'une façon égale et homogène un volume de 1 μ L prélevé par micropipette. Ce test a été réalisé en utilisant différentes solutions par dilution de l'huile essentielle dans l'éthanol avec les pourcentages suivants : 1%, 2%, 4%, 8% et 10 %. Pour chaque dose, le test est répété cinq fois, plus le témoin traité uniquement par l'éthanol.

L'évaluation de la mortalité a été réalisée après 24h, 48h, 72h et 96h. Il s'agit de dénombrer les individus morts. Les adultes ont été considéré comme morts lorsque, poussés avec une brosse fine. Ils ne montrent aucun mouvement d'appendice.



Figure 1.7 : Dispositif expérimental du traitement par contact (photo originale, 2023).

2.2.2. Test répulsif

Ce test est réalisé en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre (papier buvard), décrite par Mc Donald et *al.* (1970). Le principe de ce test consiste à placer les disques du papier filtre ou Wattman de 8,5 cm dans chaque boîte de Pétri en verre après avoir été découpés en deux parties égales, 4,5 cm de diamètre chacune. Une

moitié de chaque disque et imprégné de 300 μL de l'huile diluée avec de l'éthanol à l'aide d'une micropipette de 1000 μL , tandis que l'autre moitié, seul 300 μL de l'éthanol a été utilisée. Une fois le solvant évaporé, les deux moitiés des disques ont été ressoudées au moyen d'une bande adhésive. Le disque de papier filtre ainsi reconstitué est placé dans une boîte de Pétri et un lot de 20 insectes adultes a été placé au centre de chaque disque.

Le nombre d'insectes présents sur la partie de papier filtre traitée par les huiles essentielles et le nombre de ceux présents sur la partie traitée uniquement à l'éthanol ont été relevés au bout d'une, deux heures et après quatre heures.



Figure 1.8. Dispositif expérimental du test de répulsivité (photo originale, 2023).

Le pourcentage de répulsion (PR) a été calculé en utilisant la formule suivante (Mc Donald et al. 1970) :

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

NC : le nombre d'insectes présents sur la partie du papier non traitée.

NT : le nombre d'insectes présents sur la partie du papier traitée avec les différentes doses.

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque dose est calculé et l'huile sera attribuée à l'une des différentes classes répulsives selon le classement de (Mc Donald et al. 1970).

Tableau 1. 2. Le classement de Mc Donald et *al.* 1970 de pourcentage de répulsion.

Classes	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0,1\%$	Pas de répulsion
Classe I	$0,1\% < PR \leq 20\%$	Très faiblement répulsif
Classe II	$20 \% < PR \leq 40\%$	Faiblement répulsif
Classe III	$40\% < PR \leq 60\%$	Modérément répulsif
Classe IV	$60\% < PR \leq 80\%$	Répulsif
Classe V	$80\% < PR \leq 100\%$	Très répulsif

2.2.3. Test d'inhalation

Pour estimer l'effet bio pesticide de l'huile essentielle, cette dernière a été administrée par saturation de l'environnement (par inhalation). Pour cela, nous avons fait un test à cinq doses 1%, 2%, 4%, 8% et 10 % et de temps d'exposition variable (24 h, 48 h, 72 h). chaque disque et imprégné de 100 µL de l'huile diluée avec de l'éthanol 30% à l'aide d'une micropipette de 100 µL sur du papier buvard ensuite déposée sur face interne des couvercles des piluliers en plastique qui sont maintenus fermés pendant 10 min avant le dépôt des insectes pour saturer le milieu. Après, 20 individus sont placés à l'intérieur des piluliers avec les feuilles de fève. Pour le lot témoin, nous avons introduit également 20 individus d'*A. fabae* et une feuille de fève dans des pilulier non traités à l'huile essentielle, traitée seulement avec l'éthanol.



Figure 1.9. Dispositif expérimental du traitement d'inhalation (photo originale, 2023)

2.3. La mortalité corrigée

Les mortalités sont exprimées en pourcentage par rapport à la population initiale après les avoir corrigées préalablement selon la formule d'Abbot (1925) :

$$M = (P-T/S) \times 100$$

M : Mortalité corrigée exprimée en pourcentage de la population initiale

P : Mortalité induite sous l'action de la substance active.

T : Mortalité des témoins

S : Nombre de survivants pour les témoins.

2.4. Détermination des doses létales 50

L'efficacité d'un toxique se mesure par sa DL_{50} qui représente les quantités de substance toxique entraînant la mort de 50% d'individus d'un même lot respectivement. Elles sont déduites à partir du tracé de régression des mortalités corrigées (Benazzeddine, 2010).

2.5. Analyse statistiques des résultats

Afin de vérifier une éventuelle efficacité des extraits vis-à-vis des populations d'*Aphis fabae* testées et la comparaison entre les deux huiles essentielles tout en considérant les dilutions et le temps d'exposition, nous avons utilisé le logiciel SYSTAT, ver. 12, SPSS 2009, en déterminant la variance à l'aide de l'ANOVA (Analysis of Variance) et le GLM (General Linear Model), les différences ont été considérées significatives à $P < 0.05$.

1. Résultats

Les résultats correspondants à l'étude de l'effet insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* et *Mentha piperita*, appliquées sur les populations d'*Aphis fabae* par trois voies d'exposition à savoir : répulsivité, inhalation et contact sont présentés dans cette partie.

1.1 Le rendement en huile essentielle des deux plantes étudiées

Tableau 2.1. Pourcentage du rendement en huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et *Mentha piperita* extraites de la région de Bordj Bou Arreridj

Espèces végétales	Matière sèche(g)	HE (ml)	Rendement (%)	Couleur
<i>Juniperus phoenicea</i>	100g	0.75	0,75	Jaune claire 
<i>Mentha piperita</i>	100g	0.80	0,80	Jaune pâle 

L'huile obtenue par la technique d'hydro-distillation est d'une couleur jaune pâle pour la menthe poivrée et d'un aspect liquide fluide et limpide, avec une odeur aromatique, très puissante et pénétrante. L'huile essentielle de genévrier est d'une couleur jaune claire et d'un aspect liquide fluide et limpide. Le rendement moyen en huile essentielle pour 100g de matière végétale sèche de la menthe poivrée (*Mentha piperita*) est de 0.80% et de 0.75% pour le genévrier (*Juniperus phoenicea*).

1.2 Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles

Evaluation de l'activité insecticide des deux huiles essentielles étudiées à l'égard des populations d'*Aphis fabae*

1.2.1. Fluctuation des taux de mortalité des deux huiles essentielles appliquées par inhalation

D'après la figure 2.1, on constate que tous les traitements ont un effet toxique par inhalation dans le temps sur les individus d'*Aphis fabae* avec une supériorité de toxicité de la D4 et la D5 par rapport aux autres doses testées. L'HE de la menthe poivrée à la plus forte dose D4 et D5 se révèlent les plus toxiques en affichant à 24h après traitement un taux de mortalité corrigée de 100% suivie de la moyenne dose D3 avec une valeur de 60% et enfin la faible dose D1 et D2 avec un taux de mortalité inférieur à 20%. Concernant l'HE de genévrier le taux de mortalité le plus élevé se rapproche de 80% à 96h pour la dose la plus forte (D5) et le reste des doses reste moyennement à faiblement toxique même après 96h d'exposition.

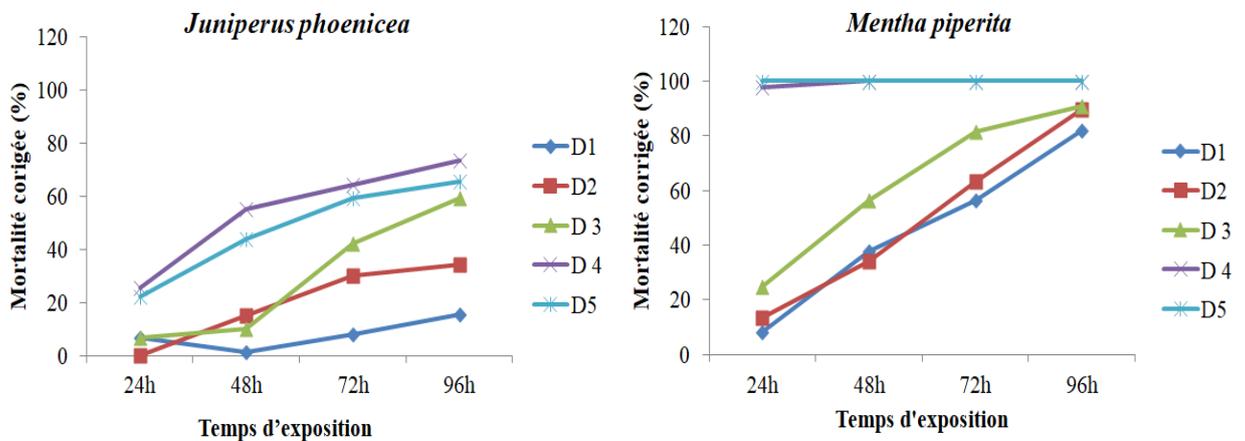


Figure 2.1. Evolution temporelle du taux de mortalité des deux huiles essentielles appliquées sur les populations d'*Aphis fabae* par inhalation.

1.2.2. Fluctuation des taux de mortalité des deux huiles essentielles appliquées par contact

Les résultats obtenus après application de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* et de *Mentha piperita* en mode contact révèlent que cette dernière a provoqué une mortalité de 100% à la plus forte dose (D5) sur la population du ravageur expérimenté. Les résultats de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* testée par contact à l'égard des individus d'*Aphis fabae* montre un effet toxique proportionnel à la dose employée et du

temps d'exposition, mais occasionne affichant dès 24h après traitement un taux de mortalité corrigée de 100% (Figure 2.2.).

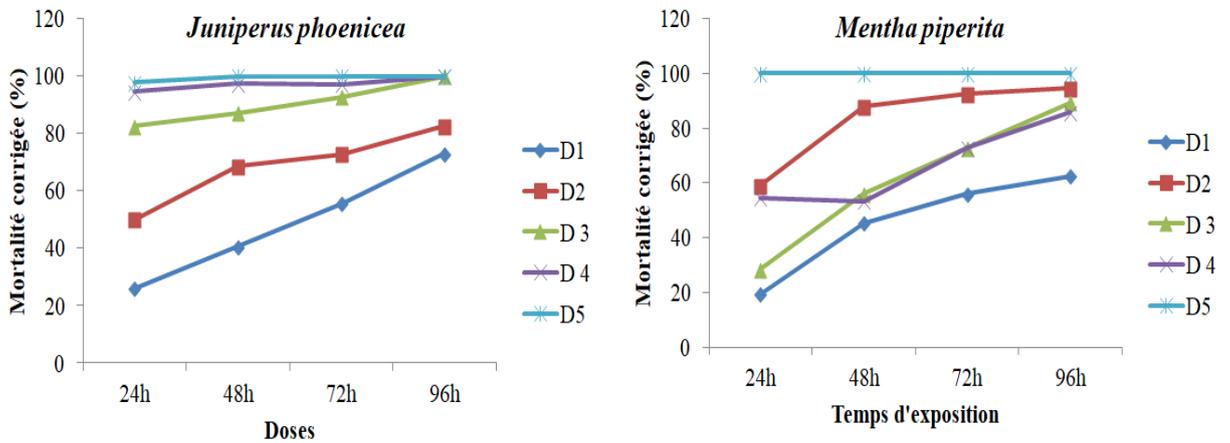


Figure 2.2. Evolution temporelle du taux de mortalité des deux huiles essentielles appliquées sur les populations d'*Aphis fabae* par contact.

1.2.3. Fluctuation des pourcentages de répulsivité des deux huiles essentielles appliquées

Les résultats de l'effet répulsif des deux huiles essentielles testées sur les populations d'*Aphis fabae* rapportés graphiquement ci-dessous sur la figure 2.3, montrent que le taux de répulsivité progresse très lentement et presque inexistant dont le taux de répulsivité n'atteint pas les 50% pour les différentes doses et temps d'exposition pour l'huile essentielle de la menthe (Figure 12). Par contre, l'huile essentielle de genévrier affiche un taux de répulsion de 50 % à la dose D3, 60% à la D4 et 80% à la D5 après 4 h d'exposition.

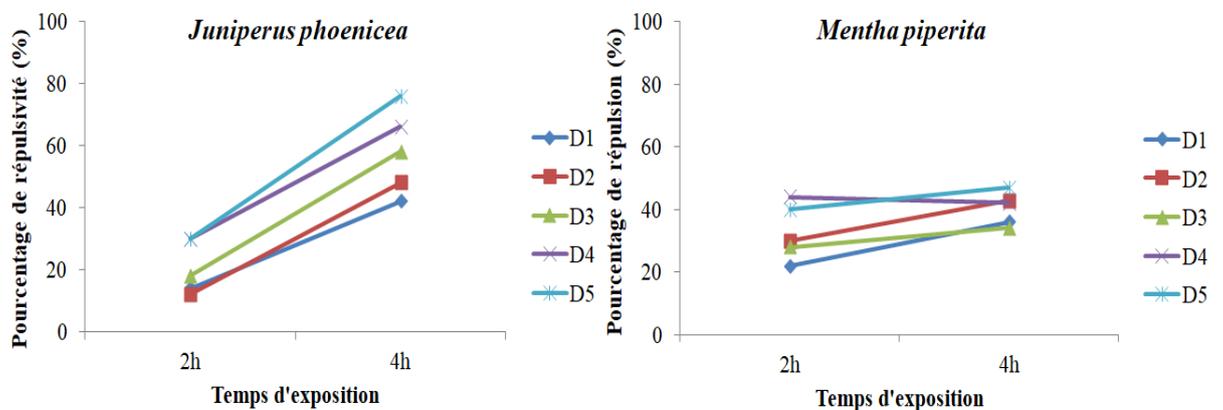


Figure 2.3. Evolution temporelle du pourcentage de répulsivité des deux huiles essentielles appliquées sur les populations d'*Aphis fabae*.

1.3 Analyse de la variance pour le test d'efficacité des l'huile essentielles testées par différents modes d'action sur les populations d'*Aphis fabae*

1.3.1. Analyse de la variance pour le taux mortalité d'*Aphis fabae* sous l'effet de l'huile essentielle de Genévrier par inhalation

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), de manière à étudier la variation temporelle des taux de mortalité corrigée en fonction des doses du et du temps d'exposition des populations du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Ce modèle permet d'étudier l'effet strict des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre facteurs. L'ensemble des résultats d'analyses est consigné dans le tableau 2.2 et la Figure 2.4

Tableau 2.2. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par inhalation l'huile essentielle de genévrier sur le taux de mortalité corrigée d'*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Doses	5664.200	5	1416.050	14.903	0.000***
Temps d'exposition	3602.550	4	1200.850	12.638	0.001**
Error	1140.200	20	95.017		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative ; *différence significative ; NS différence non significative

Le tableau ci-dessus désigne que les facteurs doses et temps d'exposition révèlent l'existence d'une différence hautement significative des taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* avec les valeurs respectives (F-ratio=14.903 ; p=0,000 ; p<0,001) et (F-ratio=12.638 ; p=0,001 ; p<0,001).

L'huile essentielle de genévrier présente une toxicité moyenne et qui est progressive dans le temps d'exposition sur les populations du puceron noir de la fève par le mode d'action inhalation (Figure 2.4).

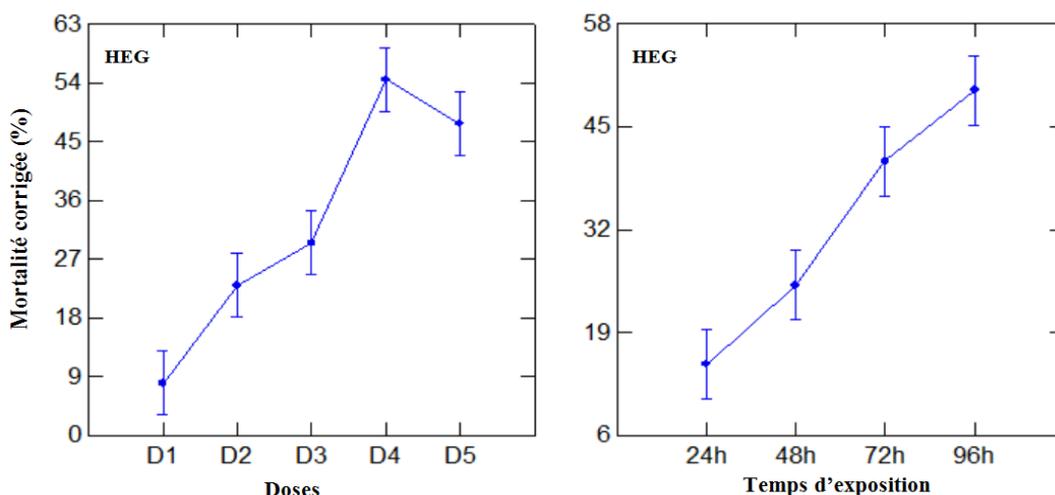


Figure 2.4. Effet comparé de la mortalité corrigée d'*A. fabae* sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de genévrier par inhalation.

1.3.2. Analyse de la variance pour le taux mortalité d'*Aphis fabae* sous l'effet de l'huile essentielle de la menthe poivrée par inhalation:

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), de manière à étudier la variation temporelle des taux de mortalité corrigée en fonction des doses du et du temps d'exposition des populations du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Ce modèle permet d'étudier l'effet strict des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre facteurs. L'ensemble des résultats d'analyses est consigné dans le tableau 2.3 et la Figure 2.5.

Tableau 2.3. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par inhalation l'huile essentielle de la menthe poivrée sur le taux de mortalité corrigée d'*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Doses	11145.800	5	2786.450	9.581	0.001**
Temps d'exposition	5353.200	4	1784.400	6.136	0.009**
Error	3489.800	20	290.817		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative *différence significative ; NS différence non significative

Le tableau ci-dessus désigne que les facteurs doses et temps d'exposition révèlent l'existence d'une différence hautement significative des taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* avec les valeurs respectives (F-ratio=9.581 ; p=0,001 ; p<0,001) et (F-ratio=6.136 ; p=0,0019 ; p<0,001).

L'huile essentielle la menthe poivrée testée par le mode d'action par contact présente une toxicité moyenne (50%) dès la D1 et progresse jusqu'à atteindre 100 % de toxicité à la D4 et D5. Concernant le temps d'exposition sur les populations du puceron noir de la fève, la toxicité augmente progressivement avec le temps pour atteindre 90 % à 96h d'exposition (Figure 2.5).

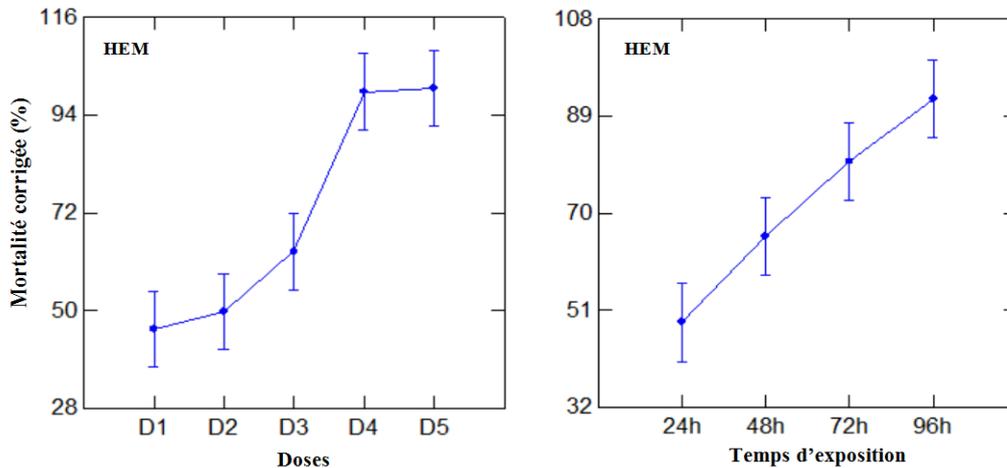


Figure 2.5. Effet comparé de la mortalité corrigée d'*A. fabae* sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée par inhalation.

1.3.3. Analyse comparative des taux mortalité d'*Aphis fabae* sous l'effet des deux huiles essentielles testées par inhalation:

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), pour comparer la variation des taux de mortalité en fonction du type de traitement, des doses appliquées et du temps d'exposition des populations d'*Aphis fabae* selon deux mode d'action par inhalation. L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le tableau 2.4 et la figure 2.6.

Tableau 2.4. Modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs de traitements par inhalation des deux huiles essentielles étudiées sur le taux de mortalité corrigée d'*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Traitements	15249.025	2	15249.025	85.640	0.000***
Doses	16034.400	5	4008.600	22.513	0.000***
Temps d'exposition	8841.475	4	2947.158	16.551	0.000***
Error	5519.875	31	178.060		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative *différence significative ; NS différence non significative

Le tableau ci-dessus indique que les facteurs doses, temps d'exposition et type de traitements l'existence d'une différence hautement significative des taux de mortalité avec les valeurs respectives (F-ratio=85.640 ; p=0,000 ; p< 0,01 ; F-ratio=22.513 ; p=0,000 ; p< 0,001 ; F-ratio=16.551 ; p=0,000 ; p< 0,001).

Les deux huiles essentielles testées ne présentent pas le même effet toxique par inhalation sur les populations d'*Aphis fabae*. L'huile essentielle de genévrier présente une toxicité faible qui ne dépasse pas 30%, contrairement à l'huile essentielle de la menthe poivrée qui révèle une toxicité supérieure à 70% (Figure 2.6).

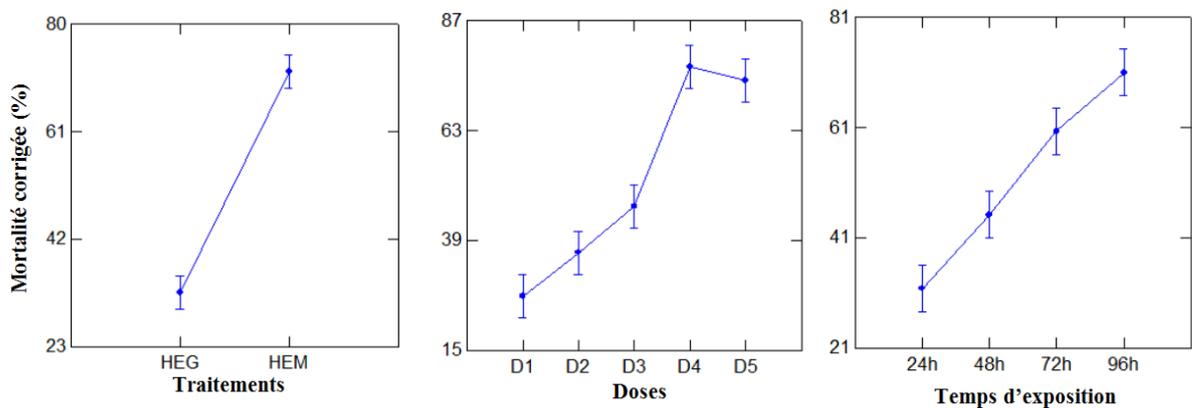


Figure 2.6. Effet comparé des taux de mortalité d'*A. fabae* sous l'effet des différents traitements, doses et du temps d'exposition par inhalation.

1.3.4. Analyse de la variance pour le taux mortalité d'*Aphis fabae* sous l'effet de l'huile essentielle de Genévrier par contact

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), de manière à étudier la variation temporelle des taux de mortalité corrigée en fonction des doses du et du temps d'exposition des populations du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Ce modèle permet d'étudier l'effet strict des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre facteurs. L'ensemble des résultats d'analyses est consigné dans le tableau 2.5 et la Figure 2.7.

Tableau 2.5. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par contact l'huile essentielle de genévrier sur le taux de mortalité corrigée d'*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Doses	7596.300	5	1899.075	29.348	0.000***
Temps d'exposition	1182.000	4	394.000	6.089	0.009**
Error	776.500	20	64.708		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative *différence significative ; NS différence non significative

L'analyse de variance renseigné dans le tableau ci-dessus du taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* révèle des résultats très hautement significatifs pour les deux facteurs (Temps d'exposition, Doses), avec les valeurs respectives (F-ratio=29.348 ; p=0,000 ; p<0,001) et (F-ratio=6.089 ; p=0,009 ; p<0,001).

D'après la figure 2.7, le taux de mortalité des individus d'*Aphis fabae* est significatif et il est supérieur à 90% en 96h. Egalement, on a enregistré une mortalité qui se rapproche de l'ordre de 100% à la dose D4 et D5.

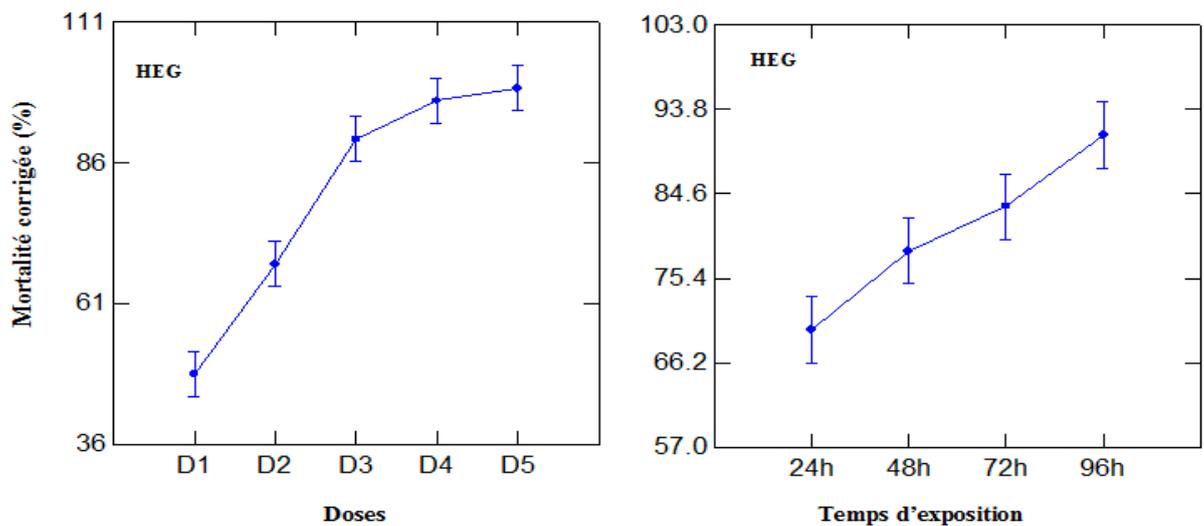


Figure 2.7. Effet comparé de la mortalité corrigée d'*A. fabae* sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de genévrier par contact.

1.3.5. Analyse de la variance pour le taux mortalité d'*Aphis fabae* sous l'effet de l'huile essentielle de la menthe poivrée par contact

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), de manière à étudier la variation temporelle des taux de mortalité corrigée en fonction des doses du et du temps d'exposition des populations du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Ce modèle permet d'étudier l'effet strict des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre facteurs. L'ensemble des résultats d'analyses est consigné dans le tableau 2.6 et la Figure 2.8.

Tableau 2.6 Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par contact l'huile essentielle de la menthe poivrée par contact sur le taux de mortalité corrigée d'*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Doses	6967.500	5	1741.875	14.883	0.000***
Temps d'exposition	3317.000	4	1105.667	9.447	0.002**
Error	1404.500	20	117.042		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative *différence significative ; NS différence non significative

L'analyse de variance renseigné dans le tableau ci-dessus du taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* révèle des résultats très hautement significatifs pour les deux facteurs (Temps d'exposition, Doses), avec les valeurs respectives (F-ratio=14.883 ; p=0,000 ; p<0,001) et (F-ratio=9.447 ; p=0,002 ; p<0,001).

D'après la figure 2.8, le taux de mortalité des individus d'*Aphis fabae* est signifiant et il est supérieur à 80% en 96h. Egalement, on a enregistré une mortalité qui se rapproche de l'ordre de 100% à la dose D5.

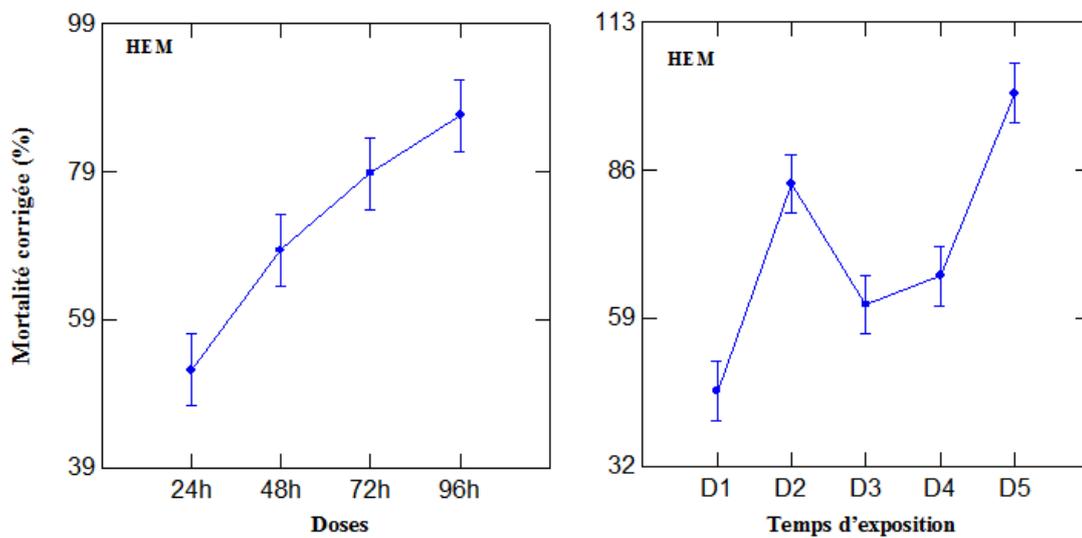


Figure 2.8. Effet comparé de la mortalité corrigée d'*A. fabae* sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée par contact.

1.3.6. Analyse comparative des taux mortalité d'*Aphis fabae* sous l'effet des deux huiles essentielles testées par contact:

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), pour comparer la variation des taux de mortalité en fonction du type de traitement, des doses appliquées et du temps

d'exposition des populations d'*Aphis fabae* selon le mode d'action par inhalation. L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le tableau 2.7 et la figure 2.9.

Tableau 2.7. Modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs de traitements par contact des deux huiles essentielles étudiées sur le taux de mortalité corrigée d'*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Traitements	828.100	2	828.100	4.563	0.041*
Doses	11411.900	5	2852.975	15.720	0.000***
Temps d'exposition	4205.900	4	1401.967	7.725	0.001**
Error	5626.000	31	181.484		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative *différence significative ; NS différence non significative

Le tableau ci-dessus indique que les facteurs doses, temps d'exposition présentent une différence très hautement significative sur les taux de mortalité avec les valeurs respectives (F-ratio=15.720 ; p=0,000 ; p< 0,01 ; F-ratio=7.725 ; p=0,001, p< 0,001). En revanche, le type de traitements révèle un effet significatif avec F-ratio=4.563 ; p=0,041 ; p< 0,01).

Les deux huiles essentielles testées présentent un effet toxique presque similaire par contact sur les populations d'*Aphis fabae*. L'huile essentielle de genévrier (80%) est légèrement plus toxique que la menthe poivrée (70%) (Figure 2.9).

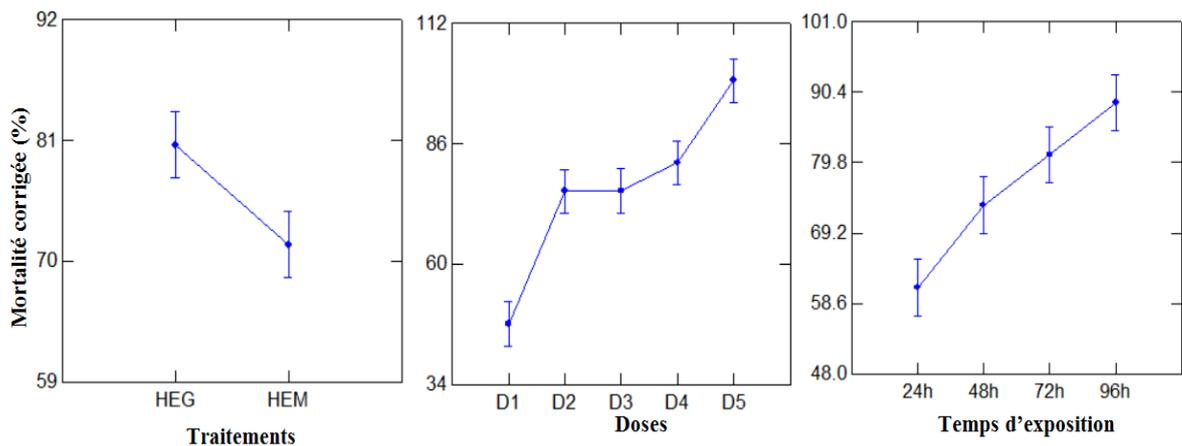


Figure 2.9. Effet comparé des taux de mortalité d'*A. fabae* sous l'effet des différents traitements, doses et du temps d'exposition par contact.

1.3.7. Analyse de la variance du pourcentage de répulsivité de l’huile essentielle de la menthe poivrée sur les populations d’*Aphis fabae*

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), de manière à étudier la variation temporelle du pourcentage de répulsivité en fonction des doses du et du temps d’exposition des populations du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Ce modèle permet d’étudier l’effet strict des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre facteurs. L’ensemble des résultats d’analyses est consigné dans le tableau 2.8 et la Figure 2.10.

Tableau 2.8 : Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par test de répulsivité l’huile essentielle de la menthe poivrée sur le taux de mortalité corrigée d’*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Doses	355.400	5	88.850	4.303	0.093*
Temps d’exposition	144.400	2	144.400	6.993	0.057*
Error	82.600	4	20.650		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative *différence significative ; NS différence non significative

Les résultats du test ANOVA nous permettent d’avancer que les valeurs des pourcentages de répulsivité obtenues signalent la présence d’une différence marginalement significative pour les facteurs doses et temps d’exposition ($p=0,093$; $p>5\%$; $p=0,057$; $p>5\%$) pour l’huile essentielle de la menthe poivrée et que cette dernière est modérément répulsive à la D4 et D5 après 4h d’exposition (figure 2.10).

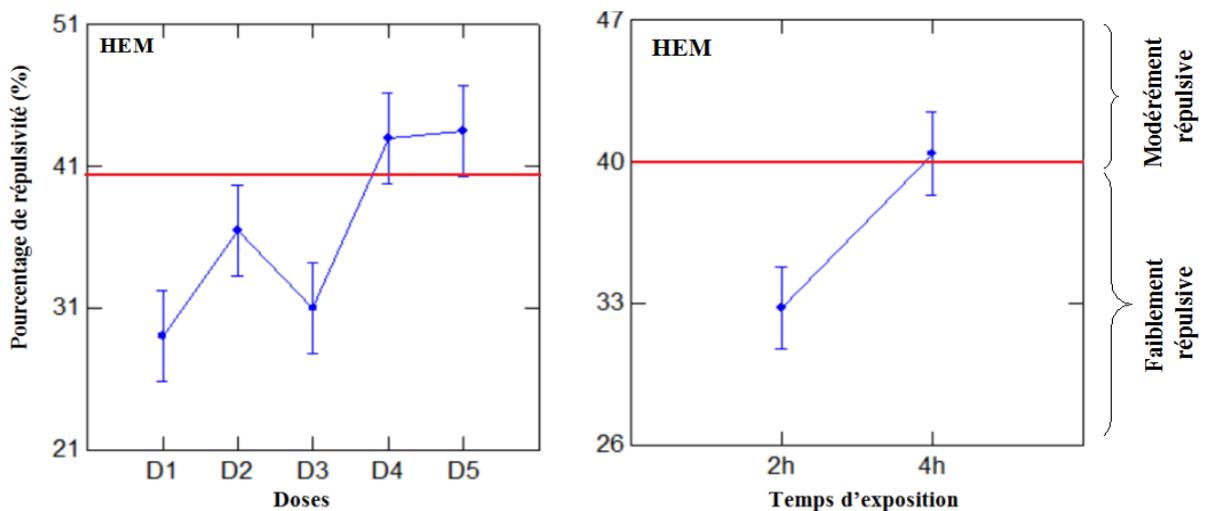


Figure 2.10. Effet comparé du pourcentage de répulsivité d’*A. fabae* sous l’effet des différentes doses à différents temps d’exposition à l’huile essentielle de la menthe poivrée.

1.3.8. Analyse de la variance du pourcentage de répulsivité de l'huile essentielle de genévrier sur les populations d'*Aphis fabae*

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), de manière à étudier la variation temporelle du pourcentage de répulsivité en fonction des doses du et du temps d'exposition des populations du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Ce modèle permet d'étudier l'effet strict des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre facteurs. L'ensemble des résultats d'analyses est consigné dans le tableau 2.9 et la Figure 2.11.

Tableau 2.9. Modèle G.L.M. appliqué aux essais de traitements par test de répulsivité l'huile essentielle de genévrier sur le taux de mortalité corrigée d'*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Doses	958.400	5	239.600	11.093	0.019*
Temps d'exposition	3459.600	2	3459.600	160.167	0.000***
Error	86.400	4	21.600		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative *différence significative ; NS différence non significative

Les résultats du test ANOVA nous permettent d'avancer que les valeurs des pourcentages de répulsivité obtenues signalent la présence d'une différence marginalement significative pour le facteur dose ($p=0,019$; $p>5\%$) et une différence très hautement significative pour le facteur temps d'exposition ($p=0,000$; $p< 0,001$) pour l'huile essentielle de genévrier. La figure 20 Révèle que l'HE de genévrier modérément répulsive à la dose D4 et D5, et s'est affichée répulsive vis-à-vis du puceron noir de la fève après 4h d'exposition.

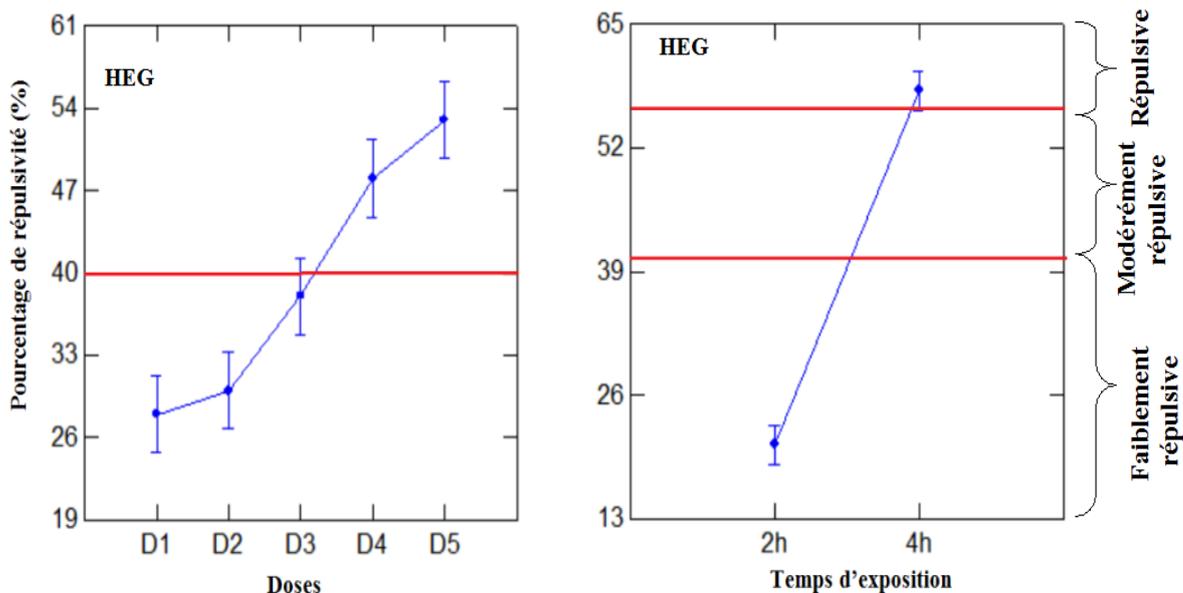


Figure 2.11. Effet comparé du pourcentage de répulsivité d'*A. fabae* sous l'effet des différentes doses à différents temps d'exposition à l'huile essentielle de genévrier.

1.3.9. Analyse comparative du pourcentage de répulsivité des deux huiles essentielles testées à l'égard des populations d'*Aphis fabae*

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.), pour comparer la variation des pourcentages de répulsivité en fonction du type de traitement, des doses appliquées et du temps d'exposition des populations d'*Aphis fabae*. L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le tableau 2.10 et la figure 2.12.

Tableau 2.10. Modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs du test de répulsivité des deux huiles essentielles étudiées sur les populations d'*Aphis fabae*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Traitements	39.200	2	39.200	0.356	0.561NS
Doses	1145.500	5	286.375	2.599	0.085*
Temps d'exposition	2508.800	2	2508.800	22.767	0.000***
Error	1432.500	13	110.192		

*** différence très hautement significative ; **différence hautement significative *différence significative ; NS différence non significative

Le tableau ci-dessus indique que le facteur temps d'exposition présente une différence très hautement significative sur les pourcentages de répulsivité (F-ratio=22.767 ; p=0,000 ; p< 0,001), le facteur doses montre une différence marginalement significative

(F-ratio=2.599 ; p=0,085 ; p>5%). En revanche, le type de traitements révèle un effet non significatif avec F-ratio=0.356 ; p=0.561 ; p> 0,05).

Les deux huiles essentielles testées présentent un effet similaire de répulsivité sur les populations d'*Aphis fabae*. Toutes les deux sont faiblement répulsives pour le puceron noir de la fève. (Figure 21).

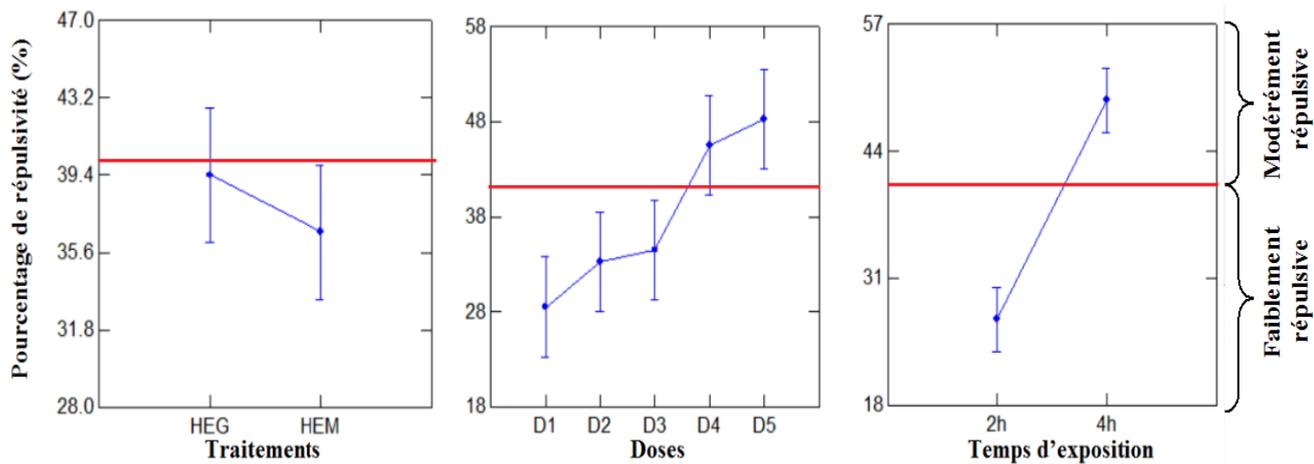


Figure 2.12. Effet comparé des pourcentages de répulsivité des deux huiles essentielles étudiées à l'égard d'*A. fabae* sous l'effet doses et du temps d'exposition.

1.4. Doses létales DL50

Les résultats obtenus ont permis de déterminer à partir des tableaux d'analyses des probabilités, les valeurs de la DL₅₀ des différents modes d'exposition de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* et de *Mentha piperita*. Les résultats montrent que les deux huiles essentielles testées sont toxiques sur les populations de *d'Aphis fabae*.

L'examen des valeurs des DL₅₀ après 24h d'exposition des individus du puceron noir de la fève pour les modes d'action inhalation et contact, nous permet de déduire que l'huile essentielle appliquée possèdent une toxicité variable vis-à-vis des individus d'*Aphis fabae* et la mortalité dépend de la dose appliquée.

L'huile essentielle de la menthe poivrée en mode inhalation et contact entraîne une mortalité de 70% respectivement à la dose la plus élevée. L'huile essentielle de genévrier en mode d'exposition par inhalation était moins efficace et n'atteignait que 30% à la dose la plus élevée après 72h. Cependant, le mode d'action par contact entraîne un taux de mortalité qui dépasse les 80% à la dose la plus élevée.

Selon les résultats reportés dans tableau 13, l'huile essentielle de *Mentha piperita* a montré une activité insecticide élevée avec une mortalité de 100% à la dose 5 par inhalation et par contact. Sur la base des valeurs de la DL₅₀ l'ordre de toxicité par rapport au mode d'action est le suivant : *Mentha piperita* > *Juniperus phoenicea*.

Tableau 2.11. Toxicité (DL₅₀) des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Mentha piperita* sur les populations d'Aphis fabae selon deux modes d'expositions.

MC%	<i>Juniperus phoenicea</i>		<i>Mentha piperita</i>	
	Inhalation (24h)	Contact (24h)	Inhalation (24h)	Contact (24h)
D1	6.66	26.08	8.33	19.31
D2	13.33	50	13.54	59.09
D3	6.66	82.53	25	28.40
D4	25.55	94.56	97.91	54.54
D5	22.22	97.82	100	100
DL₅₀	-	1.83	2.95	2.55

2. Discussion générale

Les conséquences environnementales causées par l'efficacité des pesticides chimiques contre les organismes ont conduit à divers impacts. Par conséquent, il devient essentiel d'envisager un contrôle biologique de ces organismes.

Actuellement, les huiles essentielles sont largement utilisées comme l'une des principales méthodes de lutte sur le marché mondial. Cela est dû aux problèmes de résistance qui ont émergé en raison de l'utilisation massive et intensive des produits chimiques. Par conséquent, les êtres humains se sont tournés vers des études récentes portant sur des moyens de lutte plus écologiques, qui n'ont pas d'effets secondaires néfastes sur la faune, la flore et l'environnement.

Ce travail actuel représente une étude préliminaire visant à identifier des molécules bioactives présentant un intérêt en tant que pesticides potentiels pour contrôler la prolifération d'une espèce de pucerons. L'objectif est de tester l'activité insecticide et répulsive de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* et *Mentha piperita* sur les adultes d'un insecte économiquement important en Algérie, plus précisément l'Aphis fabae, connu sous le nom de puceron noir de la fève.

Lorsque nous comparons nos résultats à ceux d'autres chercheurs, nous remarquons que le rendement de l'huile essentielle de *Menthapiperita* obtenu dans notre étude est inférieur à celui rapporté par (Lorrain, 2013) qui était de 0,9 %. Cependant, le rendement de l'huile essentielle de *Juniperusphoenicea* dans notre étude est supérieur à celui rapporté en Tunisie par (Bouzouita et *al.*, 2008) qui était de 0,5 %.

La différence entre les rendements serait, essentiellement, dues à plusieurs facteurs à savoir l'espèce, la région de récolte, la période de récolte, la partie utilisée, le matériel utilisé pour l'extraction et la technique d'extraction (Bruneton, 1993). Dans ce travail, 5 doses 1, 2, 4, 8,10 % de HE de *Menthapiperita* et de *Juniperusphoenicea* sont testées sur la répulsivité et la toxicité par contact et inhalation vis-à-vis les adultes de puceron noir de la fève.

Nos résultats ont démontré que l'huile essentielle de *Juniperusphoenicea* a un effet lent dans le traitement de la toxicité par inhalation sur la mortalité d'*Aphisfabae*. Le taux de mortalité le plus élevé atteint environ 80% après 96 heures d'exposition à la dose la plus élevée, D5. En revanche, l'huile de *Menthapiperita* présente une DL50 de 2,95% et les doses D4 et D5 sont les plus toxiques, entraînant un taux de mortalité corrigée de 100% dès 24 heures après le traitement.

L'efficacité de l'huile essentielle de *Juniperusphoenicea* a été démontrée lors des tests d'activité insecticide par contact. Sa toxicité augmente en fonction de la dose et de la durée d'exposition. Après 24 heures, les doses D4 et D5 ont enregistré les taux de mortalité les plus élevés, atteignant respectivement 94,56 % et 97,82 %. Avec une DL50 1.83%. Pour ce qui est de l'huile essentielle de *Menthapiperita*, après 24 heures de traitement, les doses D4 et D5 ont affiché les taux de mortalité les plus élevés, atteignant respectivement 54,54 % et 100 %. Avec une DL50 2.55%.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus par (Kacel et Kacha, 2015) où l'huile essentielle de la menthe poivrée a montré une toxicité par contact et par inhalation sur les adultes diapausants de *Bruchusrufimanus*, l'huile cause la mortalité totale des mâles après 24h d'exposition à 10µl par contact.

Autre étude menée par (Ouchekdidh-Ourliissene ,2014) a démontré que les huiles essentielles de trois Lamiacées, notamment l'huile essentielle de *Menthapiperita*, avaient une action significative contre *Acanthoscelidesobtectus*. Le taux de mortalité de cet insecte augmentait proportionnellement à la dose de l'huile essentielle testée et à la durée

d'exposition. L'huile essentielle de menthe a enregistré une mortalité moyenne de 59,68 % pour l'ensemble des doses.

Les résultats de l'étude menée par (Bouzouita et *al.*, 2008) ont montré qu'une ingestion de grains enrobés avec l'huile essentielle de *Juniperusphoenicea* à une concentration de 0,1 % entraînait une diminution de la consommation chez *Triboliumconfusum*. Cela prouve que l'huile essentielle de *J. phoenicea* contient des substances actives ayant un effet anti-appétant. De plus, il est important de souligner que le taux de mortalité observé chez les adultes de *Triboliumconfusum* à cette concentration d'huile essentielle est de 90%.

Nos résultats concernant l'effet répulsif des deux huiles testées indiquent une progression très lente et presque inexistante du taux de répulsion. En ce qui concerne l'huile essentielle de *Menthapiperita*, le taux de répulsion n'a pas atteint les 50 % pour les différentes doses et temps d'exposition. En revanche, (Ouchekdidh-Ourlissene, 2014) a montré l'activité répulsive des huiles essentielles extraites de la menthe poivrée à l'égard de la bruche du haricot *Acanthoscelidesobtectus* avec un taux de repulsivite 68.75% .pour l'huile essentielle de *Juniperusphoenicea*, on observe un taux de répulsion de 80 % à la dose D5 après 4 heures d'exposition.

Les études des caractéristiques des huiles essentielles montrent que ces substances agissent de différentes manières sur les différents types de ravageurs. La majorité des huiles essentielles présentent des effets toxiques, répulsifs et stérilisants sur les arthropodes (Aissaoui et *al.*, 2018).

L'effet insecticide des huiles essentielles est principalement dû à leur composition chimique complexe et à la présence de certains composés actifs. Certains de ces composés volatils, tels que les terpènes, les phénols et les cétones, ont des propriétés insecticides naturelles. Ils agissent en perturbant les systèmes nerveux des insectes, en affectant leur respiration, leur reproduction, leur développement ou leur alimentation. Ces composés peuvent également agir comme répulsifs, en dissuadant les insectes de s'approcher des plantes ou des zones traitées avec des huiles essentielles.

Conclusion

Conclusion

Les végétaux produisent des composés secondaires (terpènes, alcool, polyphénols, etc.) souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante contre divers ennemis (Mellet et *al.*, 1999).

Ces dernières années, il y a eu un accroissement de l'intérêt pour l'utilisation des insecticides naturels. Dans ce contexte, cette étude vise à évaluer l'efficacité insecticide de l'huile essentielle extraite des feuilles fraîches de la menthe poivrée et de Genévrier de Phénicie.

Nous avons observé une augmentation de la mortalité moyenne des individus en fonction de l'augmentation de la dose et de la durée d'exposition pour les deux huiles. Un taux de mortalité maximale de 100% a été enregistré chez les individus d'*A. fabea* soumis au traitement par inhalation et contact, à la dose 5 après 96 heures d'exposition. Il convient de noter que l'huile essentielle de menthe poivrée a démontré une action insecticide plus rapide que l'huile de Genévrier de Phénicie, tandis que son effet répulsif est moins prononcé que celui du Genévrier de Phénicie, qui atteint 80% à la dose 5 après 4 heures d'exposition

Effectivement, l'évaluation de la DL_{50} a confirmé l'effet toxique supérieur de l'huile essentielle de menthe poivrée, avec une DL_{50} de 2,95% par inhalation, tandis que l'effet toxique supérieur du Genévrier de Phénicie par contact avec une DL_{50} de 1,83% est nettement inférieure à celle de la menthe poivrée $DL_{50} = 2,55\%$.

Selon le classement de Mc Donald et *al.*, 1970, l'huile essentielle de Genévrier de Phénicie est très répulsive, tandis que l'huile essentielle de la Menthe poivrée est modérément répulsive.

Ces résultats fournissent une base scientifique solide pour le développement et l'utilisation future des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes. Ils soulignent la nécessité d'une étude approfondie et d'une discussion approfondie afin de déterminer le mécanisme d'action de ces huiles essentielles et d'évaluer l'activité de ces substances naturelles. Une meilleure compréhension de ces aspects permettrait d'optimiser l'utilisation des huiles essentielles en tant qu'insecticides, tout en garantissant leur sécurité et leur efficacité.

Références bibliographiques

- **Abbott W.S. (1925).** A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, p544.
- **Aissaoui, A. B., El Amrani, A., Zantar, S., & Toukour, L. (2018).** Activité acaricide des huiles essentielles du *Menthapulegium*, *Origanumcompactum* et *Thymus capitatus* sur l'acarien phytophage *TetranychusUrticae* Koch (Acari:Tetranychidae). *European Scientific Journal* January. 119-124.
- **Aouar-Sadlim, (2008).** Pollination of the broad bean (*Viciafaba* L. var. major) (Fabaceae) by wild bees and honey bees (Hymenoptera: apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African Journal of agricultural Research*. Pp. 266-272.
- **Baba-Aissa, k.(2017).** effet biocide de l'huile essentielle formulée du bigaradier *citrus aurantium* L. (1753) sur le puceron noir de la fève *Aphis fabae*(SCOPOLI, 1763). *Revue Agrobiologia*. 7(2): 512-522.
- **Belyagoubi L. (2006).** Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Thèse de Magistère. Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Faculté des Sciences. Départ de Biologie ,110p.
- **Bengouga, KH. (2017).** Evaluation de la résistance naturelle de quelques cultivars de fève (*Viciafaba* L.) propres à la région de Biskra à l'égard des thrips (Thysanoptera : Thripidae) (Thèse de doctorat).Université de Biskra.
- **Bennazedine. S. (2010).** Activité insecticides de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sipophuloryzae* (Coleoptera ; Cuculionidea) et *Tribolium cofusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El Harrache. Alger.
- **Boutaleb J. (2010).**synthèse des résultats de recherche sur l'utilisation de quelque bio-pesticide d'origine végétale sur les cultures d'importance économique au Maroc.Proceeding septieme Congrès de l'association Marocaine de protection des plantes. Rabat, Maroc Proceeding au septiemecongréz de l'association marocaine de protection des plantes .Rabat. Maroc.Pp.377-389.
- **Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M., Chaabouni M. (2008).** Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperusphoenicea*. *Journal de la société chimique de Tunisie*. 119-125.
- **Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie et phytochimie. Plantes médicinales, 1re édition. TEC& DOC, Lavoisier, Paris, pp: 278-915.
- **Finneyd.J. (1971).** Probit analysis. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 333 p

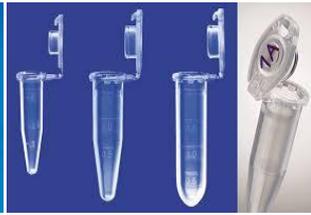
- **Jean-Marie V. (2008).** Le jardin des senteurs. Service Edition-Reprographie, Citadelle de Namur, Belgique, 38p.
- **Kacel F., Kacha D.(2015).** Activité insecticide des huiles essentielles de Lamiacées et de Rutacées sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae : Bruchinae). Mémoire de master II.U.M.M.T.O. 45p.
- **Lorrain E. (2013).** 100 questions sur la phytothérapie (La boétie, Italie ed.).
- **Mc Donald, J. A., Harman, D., & Swift, H. F. (1970).** The effect of temperature and photoperiod on the growth and development of two strains of wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 50(2), 149-158.
- **Mellet J P., Charles S., Persat H., Auger P.,(1999).** Growth modelling in accordance with daily water temperature in European grayling (*Thymallus thymallus* L.). *Canadian Journal of Fisheries and aquatic Sciences*.56 (6).
- **Ouchekdidh-Ourlissene O. (2014).** Effet biocide des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Magister. U.M.M.T.O.10-15p.
- **Sadikim., A. Lazrak, W. Kasten, et H. Betz. (1998).** La fève et la féverole. Fiche technique. Projet amélioration de la culture des légumineuses alimentaires. 31 pages. Référentiel pour la Conduite Technique de la fève (*Vicia faba*).
- **Soltner p. (1990).** Les bases de la production végétale. Sol, climat, plante. Ed. Lavoisier.464p.
- **Zahiri A. et Baudouxd. (2005).** Huiles essentielles chémotypées et leurs synergies. Edition Inspir Développent - rue Goethe, 1 - L-1637 Luxembourg.

Les annexes

Les annexes



Embout de pipette



Tube eppendorf



Ballon.



Une loupe binoculaire



Papier filter



Boîte de pètrie



Clevenger.



Support



Flacon



Micropipette



Chauffe-ballon



Balance.



Pinceau



Ciseau



Rouleau adhésif



Papier film



Puçron noir