



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 بوعريش

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimy B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de

l'Univers

قسم العلوم الاحية

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 :

Evaluation de l'efficacité de quelques bio pesticides formulées contre le puceron du rosier *Macrosiphum rosae* (Linnaeus, 1758) (hémiptères aphididae)

Présenté par :

Mehaya Zineb & Temame Meriem

Soutenu le 11/06/2025, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M. KHOUDOUR Abdelmalek	MAA.	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Encadrant :	Mme. ZIOUCHE Sihem	MCA_	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Examinateur :	M. SAYAH Tahar	MAA	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.

Année Universitaire 2024/2025

Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant et qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nos remerciements s'adressent tout particulièrement à **sa directrice de mémoire, Dr Ziouche Sihem**, pour sa patience et son soutien. Son expertise a été une source d'inspiration et a grandement contribué à la réalisation de ce travail. Nous lui sommes très reconnaissants pour son engagement et son aide précieuse.*

*Nous remercions chaleureusement **M. Sayah T. et M. Khoudour A.M.**, membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer et d'apprécier notre travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **Mme Sabrina et Mme Fadila**, ingénieures de laboratoire, pour leur accompagnement bienveillant, leur aide précieuse et leurs encouragements constants tout au long de la réalisation de ce travail.*

Dédicace

"À mon cher père"

C'est toi qui as semé en moi l'ambition sans relâche et m'as appris le courage en toutes circonstances. Tu as été pour moi le meilleur enseignant et un soutien indéfectible, et c'est de la rivière de ta sagesse que j'ai tiré force et sécurité. Grâce à Dieu, je lève la tête avec fierté et je demande à Dieu de te récompenser de la meilleure manière pour tout ce que tu m'as donné.

"À ma chère mère "

Ô source de tendresse inépuisable et de générosité sans fin. Tes prières étaient mon rempart, tes étreintes mon refuge, et ton sourire la lumière qui a éclairé mon chemin. Tout ce que j'ai accompli aujourd'hui est grâce à tes innombrables sacrifices et à ton amour inconditionnel. Je t'offre mon âme et mon succès. Que Dieu te garde comme la couronne sur ma tête.

À ma sœur "Hiba" et à mes frères "Hicham" et "Abdeslam",

Vous êtes mes compagnons de route et ma source de sécurité au milieu des difficultés de la vie. Votre soutien constant et votre foi en moi ont été de grands moteurs dans mon parcours vers le succès. Avec vous, ma joie est complète, et je vous porte tout mon amour et ma gratitude.

*Je remercie mon encadrante "**Dr ZIOUCHE Sihem**", pour son soutien et ses encouragements tout au long de la réalisation de cette recherche. Je lui suis reconnaissant pour tout le temps et les efforts qu'elle a consacrés.*

J'exprime ma sincère gratitude à mes chers professeurs qui ont éclairé mon chemin par leur savoir, et qui ont inculqué en moi les valeurs de patience et de persévérance. Je remercie également tous ceux qui m'ont soutenu et accompagné dans mon parcours éducatif, que ce soit ma famille, mes amis ou mes collègues, car leurs prières, leurs mots bienveillants et leur aide ont eu un impact majeur dans la réalisation de ce succès. Je prie Dieu de les récompenser tous de la meilleure des manières.

Meriem

Dédicace

À mes très chers parents, Pour leur patience, leur amour et leurs encouragements. Vous avez toujours veillé à ma réussite et cru en moi. Que ce travail soit le fruit de vos sacrifices. Que Dieu vous garde.

*À ma très chère sœur : **Soumia***

*À mes chers frères : **Mohamed et Omar***

*À mes neveux : **Anes et Baraa***

*À toute la famille **Mehaya***

*À mon encadrante, **Dr. ZIOUCHE SIHEM**, Un grand merci pour vos précieux conseils et votre soutien constant.*

À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce travail.

Zineb

Liste des abréviations

ANOVA : Analysis of Variance (Analyse de la variance)

GLM : General Linear Model (Modèle linéaire généralisé)

HER: Huile Essentielle

DO : distillat d'ortie

PR: Pourcentage de Répulsion

EAR : extrait aqueux de romarin

EAO : extrait aqueux d'ortie

PVR : poudre végétal de romarin

PVO :poudre végétal d'ortie

T-: Témoin négatif

T+: Témoin Positif

Liste des figures

Figure 1 : séchage de l'ortie

Figure 2 : Séchage du Romarin

Figure 3 : Colonie de pucerons (*Macrosiphum rosae*) sur une fleur de rosier

Figure 4 : Dispositif d'extraction par hydrodistillation de l'ortie et du romarin

Figure 5 : Décantation de l'huile essentielle extraite de romarin.

Figure 6 : Préparation des doses expérimentales à base d'huile essentielle de romarin

Figure 7 : Dispositif expérimental du traitement par contact

Figure 8 : L'insecticide utilisé dans cette étude

Figure 9 : Dispositif expérimental du traitement par ingestion

Figure 10 : Dispositif expérimental du traitement d'inhalation

Figure 11 : Dispositif expérimental du test répulsif

Figure 12 : Pourcentage du rendement en huiles essentielles du romarin, d'ortie.

Figure 13 : Evolution temporelle du taux d'efficacité de l'huile essentielle de *R. officinalis* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents mode d'action.

Figure 14 : Evolution temporelle du taux d'efficacité de l'extrait aqueux de *R. officinalis* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents mode d'action .

Figure 15 : Evolution temporelle du taux d'efficacité de la poudre végétale de *R. officinalis* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents mode d'action

Figure 16 : Evolution temporelle du pourcentage de repulsion de *M. Rosea* sous l'effet de l'huile essentielle à différentes doses, de la poudre végétale e de l'extarit aqueux de *R. officinalis*.

Figure 17 : Evolution temporelle du taux d'efficacité de l'huile essentielle de *U. dioica* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents modes d'action.

Figure 18 : Evolution temporelle du taux d'efficacité de l'extrait aqueux de *U. dioica* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents modes d'action.

Figure 19 : Evolution temporelle du taux d'efficacité de la poudre végétale de *U. dioica* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents modes d'action.

Figure 20 : Evolution temporelle du pourcentage de répulsion de *M. Rosea* sous l'effet de la poudre végétale, l'extrait aqueux et du distillat de l'huile essentielle de *U. dioica*.

Figure 21 : Effet de l'huile essentielle de romarin sur *M. rosea* en fonction des doses, du temps d'exposition et des modes d'action.

Figure 22 : Effet du distillat d'ortie de l'huile essentielle de l'ortie sur *M. rosea* en fonction des doses, du temps d'exposition et des modes d'action.

Figure 23 : Effet de l'extrait aqueux d'ortie (EAO) et l'extrait aqueux de romarin (EAR) appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*.

Figure 24 : Effet de la poudre végétale d'ortie (PVO) et de la poudre végétale de romarin (PVR) appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*.

Figure 25 : comparaison de l'efficacité de différents traitements en termes de répulsivité.

Liste des tableaux

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

Tableau 2 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet de l'huile essentielle du romarin appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*

Tableau 3 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet du distillat d'ortie (DO) de l'huile essentielle d'ortie appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*

Tableau 4 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet de l'extrait aqueux d'ortie (EAO) et l'extrait aqueux de romarin (EAR) appliquée selon divers modes d'action

Tableau 5 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet la poudre végétale de *Rosmarinus officinalis* (PVR) et d'*Urtica dioica* (PVO) appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*

Tableau 6 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet répulsif de la poudre végétale, de l'extrait aqueux et l'hydrodistillation de *Rosmarinus officinalis* et d'*Urtica dioica* appliquée sur les populations de *M. rosea*

Table des matières

1. Introduction	1
2. Matériel et Méthodes	3
2.1. Matériel Végétal	3
2.1.1. Récolte et séchage de l'ortie (<i>Urtica dioica</i>)	3
2.1.2. Récolte et séchage du romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	4
2.1.3. Préparation de la poudre végétale	4
2.2. Matériel Animal	5
2.3. Méthodes d'extraction et de préparation	5
2.3.1. Protocole d'extraction des huiles essentielles	5
2.3.2. Rendement en huile essentielle	7
2.3.3. Formulations des huiles essentielles étudiées	7
2.3.4. Préparation des extraits des plantes	8
2.4. Tests Biologiques	9
2.4.1. Test par Contact	9
2.4.2. Test par Ingestion	10
2.4.3. Test par Inhalation	11
2.4.4. Test Répulsif	12
2.5. Calcul du taux d'efficacité (%)	14
2.6. Analyse statistique	14
3. Résultats	15
3.1. Rendements d'extraction	15
3.2. Efficacité biologique de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>Macrosiphum rosae</i> par différents formulations et mode d'action	16
3.2.1. Test de l'huile essentielle	17
3.2.2. Test de l'extrait aqueux	18
3.2.3. Test de la poudre végétale	19
3.2.4. Test de répulsivité	20

3.3. Efficacité biologique d'<i>Urtica dioica</i> sur <i>Macrosiphum rosae</i> par différentes formulations et mode d'action	20
3.3.1. Test de l'huile essentielle (Distillat).....	21
3.3.2. Test de l'extrait aqueux.....	22
3.3.3. Test de la poudre végétale.....	24
3.3.4. Test de répulsivité.....	25
3.4. Analyse de la variance pour le test d'efficacité des différentes formulations étudiées par différents modes d'action sur les populations <i>Macrosiphum rosea</i>	26
3.4.1. Analyse de la variance du taux d'efficacité de l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i>	26
3.4.2. Analyse de la variance du taux d'efficacité du distillat d'ortie (DO) de l'huile essentielle d' <i>Urtica dioica</i>	28
3.4.3. Analyse de la variance du taux d'efficacité des extrait aqueux de <i>Rosmarinus officinalis</i> et d' <i>Urtica dioica</i>	29
3.4.4. Analyse de la variance du taux d'efficacité de la poudre végétale de <i>Rosmarinus officinalis</i> et d' <i>Urtica dioica</i>	30
3.4.5. Analyse de la variance du taux d'efficacité répulsive de <i>Rosmarinus officinalis</i> et d' <i>Urtica dioica</i>	32
4. Discussion	34
4.1. Rendements d'extraction et efficacité générale.....	34
4.2. Efficacité du <i>Rosmarinus officinalis</i>	34
4.3. Efficacité de l' <i>Urtica dioica</i>	35
5. Conclusion	36
Références bibliographiques	37

Evaluation de l'efficacité de quelques bio pesticides formulées contre le puceron du rosier *Macrosiphum rosae* (Linneaus, 1758)

Résumé

Cette étude a évalué le potentiel biopesticide de l'ortie (*Urtica dioica*) et du romarin (*Rosmarinus officinalis*) contre le puceron *Macrosiphum rosae*. Les huiles essentielles de romarin se sont révélées très efficaces, notamment par contact et inhalation, avec une efficacité dose-dépendante et croissante avec le temps (jusqu'à 72h). L'extrait aqueux de romarin a montré une efficacité stable par ingestion, tandis que la poudre végétale était moins performante. Le romarin a également démontré un effet répulsif significatif, particulièrement sous forme d'huile essentielle. Pour l'ortie, l'extraction directe de l'huile essentielle a échoué, mais son distillat et son extrait aqueux ont montré une activité contre *M. rosae*. L'extrait aqueux d'ortie s'est distingué par son efficacité élevée et stable par ingestion. Le distillat d'ortie a aussi manifesté un pouvoir répulsif notable. Les poudres végétales des deux plantes ont globalement affiché une efficacité limitée. Les analyses statistiques ont confirmé l'importance de la dose pour l'efficacité des extraits, et celle du temps d'exposition pour les huiles essentielles et distillats. Ces résultats suggèrent que les extraits de romarin et d'ortie sont des candidats prometteurs pour des stratégies de lutte biopesticide durable contre les pucerons.

Mots clés : Biopesticides, huiles essentielles, *Macrosiphum rosae*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioica*

1. Introduction

Depuis l'aube des civilisations, l'agriculture s'est imposée comme une activité économique et sociale fondamentale, garante de la subsistance et du développement humain. Au sein de ce secteur vital, la culture des rosiers occupe une place prépondérante dans l'horticulture, notamment grâce à son succès commercial retentissant. Cette demande constante incite les horticulteurs à rechercher et à intégrer continuellement de nouvelles variétés présentant des caractères innovants, enrichissant ainsi la diversité des systèmes de culture (Oghina-Pavie, 2016)

L'importance des rosiers dépasse largement leur attrait esthétique. Ils possèdent une valeur culturelle et économique considérable, trouvant de multiples applications dans l'aménagement paysager, les compositions florales, mais aussi dans des domaines aussi variés que la gastronomie, la pharmacie et la parfumerie (Raymond et *al.*, 2018). Le marché mondial des fleurs de consommation témoigne de cette dynamique, avec une estimation de 61,28 milliards USD en 2024 et une projection optimiste de 75 milliards USD d'ici 2032, soit un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 2,56% sur la période 2025-2032 (Wise Guy Reports, 2024).

Chaque année, environ 28 % de la production mondiale de roses coupées est menacée par divers maladies et ravageurs affectant les rosiers. (Nayan, et al 2023). Parmi les ravageurs les plus ubiquitaires et nuisibles figure *Macrosiphum rosae* (L.), un puceron de l'ordre des Hémiptères (Hemiptera : *Aphididae*) (Dilmen et *al.*, 2024). Cet insecte se nourrit principalement de la sève des jeunes tissus végétaux (feuilles tendres, pousses, tiges florales et bourgeons) provoquant des détériorations directes et significatives (Golizadeh et *al.*, 2017). Des infestations massives entraînent des déformations des tiges, un affaiblissement des feuilles pouvant mener à leur chute précoce, et la production de miellat. Cette substance sucrée favorise l'apparition de la fumagine, un champignon qui noircit les plantes, dégradant ainsi leur aspect et leur valeur commerciale (Dilmen et *al.*, 2024).

Face à cette menace persistante, la lutte chimique demeure la méthode la plus répandue, en particulier dans les pays en développement. Néanmoins, l'usage répété et intensif

d'insecticides chimiques engendre de nombreuses conséquences néfastes : persistance environnementale, apparition de résistances chez les ravageurs, et dommages parfois irréversibles aux écosystèmes (Goff et Giraud, 2019 ; Srivastava et *al.*, 2022). Il est donc impératif pour la recherche scientifique de développer des alternatives efficaces et respectueuses de l'environnement pour la gestion de ces ravageurs (Hegde et *al.*, 2020).

Dans ce contexte de préoccupations croissantes concernant la santé humaine et environnementale liées aux produits agrochimiques de synthèse, une demande mondiale accrue se manifeste pour l'utilisation d'extraits végétaux et naturels comme alternatives phytosanitaires, reconnus pour leurs faibles risques (Akmukhanova et *al.*, 2023). Parmi ces solutions prometteuses, les huiles essentielles, mélanges complexes de composés volatils produits comme métabolites secondaires par les plantes médicinales, se distinguent par leurs propriétés bioactives avérées contre divers ravageurs, insectes et champignons pathogènes (Li, Lecheng et al., 2024; Mc Clements et *al.*, 2024).

Le présent travail a pour objectif principal d'évaluer l'efficacité de biopesticides d'origine végétale, spécifiquement issus du romarin (*Rosmarinus officinalis*) et de l'ortie (*Urtica dioica*), dans la lutte contre le puceron du rosier (*Macrosiphum rosae*). L'étude se focalisera sur l'action insecticide de trois formes de préparation (formulations) pour chaque plante (l'huile essentielle, l'extrait aqueux et la poudre végétale) dans le but de proposer des alternatives naturelles et durables aux insecticides chimiques, contribuant ainsi à une meilleure protection des cultures de rosiers contre les infestations de pucerons.

Cette étude s'articule en trois chapitres principaux. Le premier constitue une introduction générale, soulignant l'importance économique de la rose, identifiant le puceron comme ravageur majeur, et présentant les stratégies de lutte, avec un accent particulier sur les alternatives naturelles. Le deuxième chapitre est dédié à la partie expérimentale, décrivant en détail les matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de nos essais. Enfin, le troisième chapitre exposera les résultats obtenus, leur analyse et leur discussion approfondie, afin d'évaluer de manière exhaustive l'efficacité des produits testés contre les pucerons.

2. Matériel et Méthodes

Ce chapitre détaille les matériaux utilisés et les protocoles expérimentaux mis en œuvre pour cette étude, incluant la récolte et la préparation des matières végétales et animales, les méthodes d'extraction des huiles essentielles et des extraits, ainsi que les différents tests biologiques réalisés.

2.1. Matériel Végétal

2.1.1. Récolte et séchage de l'ortie (*Urtica dioica*)

En février 2025, des plants d'orties sauvages (*Urtica dioica*) ont été récoltés dans la wilaya de Bordj Bou Arréridj, spécifiquement dans la commune de Mansoura, au village de Welad Abbas (coordonnées GPS : N 36.020212, E 4.373087). La récolte a été effectuée avec des gants pour prévenir les piqûres urticantes. Les plantes ont été immédiatement placées dans un sac en plastique hermétiquement fermé et transférées au laboratoire. Seules les feuilles ont été conservées et séchées à température ambiante (environ $25 \pm 2^\circ\text{C}$) dans une pièce sombre et bien ventilée, jusqu'à masse constante. Une identification botanique a été réalisée et un spécimen d'herbier a été déposé au laboratoire de la faculté SNV de l'université Mohammed El Bachir El Ibrahimi (Figure 1).



Figure 1 : séchage de l'ortie (Photo originale, 2025)

2.1.2. Récolte et séchage du romarin (*Rosmarinus officinalis*)

Des rameaux frais de romarin (*Rosmarinus officinalis*) ont été récoltés sur le campus de l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, situé dans la région d'El Anasser 2, à Bordj Bou Arreridj (coordonnées GPS : N 36.04779007, E 4.8057364). Les feuilles ont été séparées des rameaux et toutes les impuretés ont été éliminées. Par la suite, les feuillettes ont été séchées à température ambiante (environ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$) dans une pièce sombre et bien ventilée des locaux du laboratoire, jusqu'à masse constante. Une identification botanique a été réalisée et un spécimen d'herbier a été déposé au laboratoire de la faculté SNV de l'université Mohammed El Bachir El Ibrahimi (Figure 2).



Figure 2 : Séchage du Romarin (Photo originale, 2025)

2.1.3. Préparation de la poudre végétale

Après la récolte et le séchage naturel des feuilles à température ambiante au laboratoire, celles-ci ont été réduites en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique (par exemple, un broyeur de type moulin à café ou un broyeur à couteaux). La poudre obtenue a été tamisée à travers un tamis d'une granulométrie de $250\ \mu\text{m}$ afin d'obtenir une poudre homogène. La poudre a été conservée dans des sacs en papier kraft opaques, à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante jusqu'à son utilisation.

2.2. Matériel Animal

Pour cette étude, des pucerons (*Macrosiphum rosae* Linnaeus, 1758) ont été prélevés directement sur des rosiers cultivés au sein du campus de l'université Mohamed Bachir Brahimi à Bordj Bou Arreridj (Figure 3). Ces spécimens ont été minutieusement collectés afin de garantir leur représentation authentique du nuisible dans son habitat local. L'identification des pucerons a été effectuée morphologiquement à l'aide de clés d'identification entomologiques, confirmée par un spécialiste. Seuls les pucerons adultes et sains ont été sélectionnés pour les tests, dans le but d'évaluer l'efficacité de biopesticides choisis.



Figure 3 : Colonie de pucerons (*Macrosiphum rosae*) sur une fleur de rosier (Photo originale, 2025)

2.3. Méthodes d'extraction et de préparation

2.3.1. Protocole d'extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée dans le laboratoire de la faculté SNV de l'université Mohammed El Bachir El Ibrahimy à Bordj Bou Arreridj, en utilisant la méthode d'hydrodistillation, inspirée de Boukhatem et *al.* (2019). Pour chaque extraction, 100 g de matière végétale séchée et finement broyée ont été plongés dans 1000 mL d'eau distillée. Ce mélange a été porté à ébullition pendant 3 à 4 heures à une température de 100°C. La vapeur, transportant les composants volatils, a ensuite été condensée et

collectée dans un dispositif de type Clevenger (standard européen), facilitant la séparation de l'huile essentielle de l'eau (Figure 4).



Figure 4 : Dispositif d'extraction par hydrodistillation de l'ortie et du romarin (Photo originale, 2025)

Après l'hydrodistillation, le distillat obtenu a été soumis à un processus de décantation selon les étapes suivantes (Figure 5) :

- Le distillat a été placé dans une ampoule à décanter.
- Un volume de 20 mL d'hexane (qualité analytique) et 3 g de NaCl ont été ajoutés au distillat.
- Les composants ont été soigneusement mélangés par agitation manuelle pendant 5 minutes, et l'ampoule a été dégazée périodiquement pour permettre la formation de deux phases distinctes : une phase aqueuse et une phase organique.
- La phase organique, contenant l'huile essentielle, a été récupérée. L'hexane a ensuite été évaporé sous vide à basse température à l'aide d'un évaporateur rotatif. L'huile

essentielle purifiée a été conservée dans une bouteille opaque au réfrigérateur à 4°C pour préserver ses propriétés.



Figure 5 : Décantation de l'huile essentielle extraite de romarin (Photo originale, 2025)

2.3.2. Rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle (R) est défini comme le pourcentage entre la masse de l'huile extraite et la masse de la plante séchée utilisée dans l'expérience (Melese, 2023). Ce pourcentage est calculé selon l'équation suivante :

$$R = \text{Poids de l'huile(g)} / \text{Poids de l'échantillon sec distillé (g)} \times 100$$

2.3.3. Formulations des huiles essentielles étudiées

Des dilutions d'huiles essentielles ont été préparées en utilisant le Tween 20 (qualité Sigma-Aldrich) comme agent émulsifiant à des concentrations finales de 0,5 %, 1 % et 21,5 %. Pour la concentration à 0,5 %, une solution expérimentale a été réalisée à partir de l'huile essentielle de romarin (*Rosmarinus officinalis*) avec un volume total de 30 mL. Le mélange était constitué de 150 µL d'huile essentielle, de 900 µL de Tween 20 et de 28,95 mL d'eau distillée. Les ingrédients ont été réunis dans un bécher et soigneusement mélangés à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 10 minutes à 500 ppm pour obtenir

une émulsion homogène. L'émulsion a ensuite été transférée dans un tube à essai et conservée au réfrigérateur à 4°C jusqu'à son utilisation. Les autres concentrations (1 % et 1,5 %) ont été préparées par dilution en série à partir de la solution mère de 0,5 %, en ajustant proportionnellement les quantités d'huile essentielle et d'eau distillée pour maintenir la même proportion de Tween 20 (Figure 6).



Figure 6 : Préparation des doses expérimentales à base d'huile essentielle de romarin (Photo originale, 2025)

2.3.4. Préparation des extraits des plantes

L'extraction a été effectuée selon la méthode de macération dynamique (Sasidharan et *al.*, 2011). Pour cela, 10 g de poudre végétale sèche, finement broyée, ont été placés dans 150 mL d'un mélange hydroalcoolique composé de méthanol 70 % (v/v, qualité analytique) et d'eau (rapport 70:30). La macération a été réalisée sous agitation magnétique continue à température ambiante (environ 25±2°C) pendant 24 heures, afin de favoriser l'extraction des métabolites secondaires solubles.

Après cette période, le mélange a été filtré à l'aide d'un papier filtre de type Whatman n°1 pour séparer le résidu solide du filtrat. Une seconde macération a été réalisée sur le résidu (rétenant) dans les mêmes conditions pour optimiser le rendement d'extraction. Les deux filtrats ont ensuite été réunis et concentrés sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif à 40°C pour éliminer le solvant. L'extrait brut obtenu a été séché à l'étuve à 40°C jusqu'à obtention d'un extrait sec homogène, lequel a été pesé pour déterminer le rendement d'extraction et conservé dans un dessiccateur au réfrigérateur à 4°C.

2.4. Tests Biologiques

Tous les tests biologiques ont été menés dans des conditions contrôlées de température ($25\pm 2^\circ\text{C}$), d'humidité relative ($60\pm 5\%$) et de photopériode (16 heures de lumière / 8 heures d'obscurité). La mortalité des pucerons a été évaluée en observant l'absence de mouvement après une légère stimulation avec un pinceau fin.

2.4.1. Test par Contact

Ce test repose sur l'application directe des solutions sur les pucerons des roses. Trois formulations différentes ont été utilisées : les huiles essentielles, les extraits aqueux et la poudre végétale. Vingt pucerons adultes et sains ont été placés dans chaque boîte de Pétri (9 cm de diamètre). Les concentrations d'huiles essentielles de romarin (0,5 %, 1 % et 1,5 %) et le distillat d'ortie, ainsi que les extraits aqueux de romarin et d'ortie, ont été appliqués par pulvérisation manuelle directe sur *Macrosiphum rosae* à raison de 1 mL de solution par boîte de Pétri. Pour la poudre végétale, une quantité de 3 g a été légèrement saupoudrée le premier jour, et 6 g le deuxième jour, à l'aide d'un tamis fin de 0,5 cm de diamètre. Chaque test a été répété 3 fois (Figure 7).

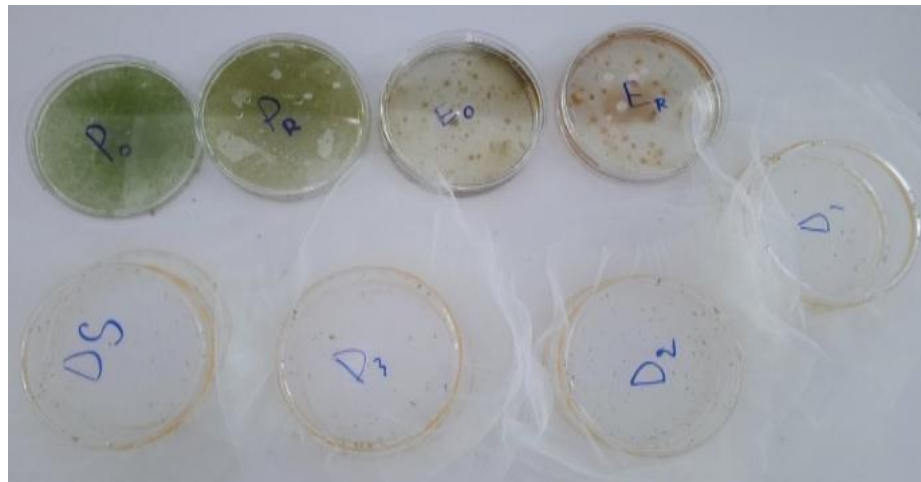


Figure 7 : Dispositif expérimental du traitement par contact (Photo originale, 2025)

Les témoins utilisés étaient :

- **Témoin négatif** : Eau distillée contenant 0,05 de Tween 20.

- **Témoin positif** : Une solution de référence d'un insecticide commercial (Acétamipride 20%) (Annexe A) (Figure 8). Après les traitements, les boîtes ont été refermées à l'aide d'un film perforé pour permettre la ventilation et conservées dans les conditions environnementales contrôlées. L'observation de la mortalité a été réalisée à 24 h, 48 h et 72 h.



Figure 8 : L'insecticide utilisé dans cette étude (Photo originale, 2025)

2.4.2. Test par Ingestion

Ce test consiste à faire ingérer aux pucerons une substance traitée. Le distillat et les doses d'huiles d'ortie, ainsi que les extraits aqueux, ont été pulvérisés sur des feuilles fraîches de rosier, puis celles-ci ont été laissées sécher complètement à l'air libre sous hotte ventilée pendant 30 minutes. Ensuite, ces feuilles traitées ont été placées dans des boîtes de Pétri (9 cm de diamètre). Vingt pucerons adultes et sains ont été introduits dans chaque boîte et laissés au contact des feuilles traitées. La mortalité a été notée à différents intervalles (24 h, 48 h, 72 h) (Figure 9). Les témoins étaient similaires à ceux du test par contact.



Figure 9 : Dispositif expérimental du traitement par ingestion (Photo originale, 2025)

2.4.3. Test par Inhalation

Un test d'inhalation a été réalisé en exposant des pucerons aux vapeurs d'huiles essentielles et d'extraits végétaux dans un espace clos (une boîte de Pétri de 9 cm de diamètre). Pour cela, un coton a été imbibé de 100 μ L de différentes concentrations d'huile essentielle de romarin, de distillat ou d'extrait aqueux de la plante d'ortie et du romarin, puis placé dans le couvercle de la boîte. Vingt pucerons adultes et sains ont été introduits dans chaque boîte, que nous avons fermée hermétiquement afin de permettre l'exposition aux vapeurs. Nous avons mesuré la mortalité des pucerons après plusieurs durées d'exposition : 24, 48 et 72 heures. Ce protocole nous a permis d'évaluer

l'efficacité toxique des composés volatils par inhalation sur les pucerons (Figure 10). Les témoins étaient similaires à ceux du test par contact.



Figure 10 : Dispositif expérimental du traitement d'inhalation (Photo originale, 2025)

2.4.4. Test Répulsif

Ce test évalue la capacité des huiles essentielles ou extraits à repousser les pucerons, en se basant sur la méthode du comportement préférentiel sur papier filtre, inspirée de M. Donald et *al.* (1970), avec certaines adaptations. Trois concentrations différentes d'huile essentielle de romarin, ainsi qu'un distillat d'ortie et un extrait aqueux de romarin et d'ortie, ont été testés. Des disques de papier filtre Whatman n°1 (9 cm de diamètre) ont été découpés en deux moitiés égales. L'une des moitiés a été imprégnée avec 200 μ L de la solution testée à l'aide d'une micropipette, tandis que l'autre a été traitée uniquement avec une solution témoin contenant du Tween 20 (0,05). Après évaporation complète des liquides à l'air libre pendant 15 minutes, les deux moitiés ont été recollées à l'aide d'un ruban adhésif fin pour reformer un disque entier, qui a ensuite été placé dans une boîte de Pétri en verre (9 cm de diamètre). Un groupe de 20 pucerons adultes a été introduit au centre de chaque disque, puis leur répartition entre les moitiés traitée et témoin a été observée et notée après 1 heure, 2 heures et 4 heures (Figure 11). Chaque traitement a été répété trois fois.

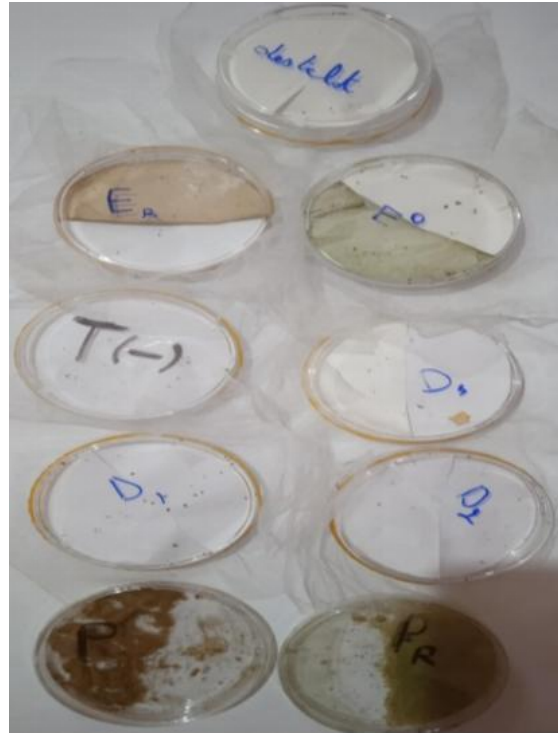


Figure 11 : Dispositif expérimental du test répulsif (Photo originale, 2025)

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

$$(PR) \% = [(NC-NT) / (NC+NT)] \times 100$$

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 (M_c Donald et *al.* 1970) (Tableau 1)

Tableau 1 : Le classement de M_c Donald et *al.* 1970 de pourcentage de répulsion.

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

2.5. Calcul du taux d'efficacité (%)

La formule d'efficacité est une formule d'efficacité souvent utilisée en entomologie ou en phytopathologie pour évaluer l'efficacité d'un traitement (par exemple, un pesticide), en tenant compte de la mortalité naturelle.

Elle est une variante de la formule de Schneider-Orelli ou est très similaire à celle-ci. La formule d'Abbott (1925), plus courante, est souvent préférée, mais cette formule a le même objectif de corriger la mortalité naturelle.

$$\text{Efficacité (\%)} = \left(1 - \frac{N_{t0} \times N_{c1}}{N_{c0} \times N_{t1}} \right) \times 100$$

- N_{t0} : Nombre d'organismes vivants dans le groupe traité au temps 0 (avant traitement).
- N_{c1} : Nombre d'organismes vivants dans le groupe témoin (contrôle) au temps 1 (après une période donnée suite au traitement).
- N_{c0} : Nombre d'organismes vivants dans le groupe témoin (contrôle) au temps 0 (avant traitement).
- N_{t1} : Nombre d'organismes vivants dans le groupe traité au temps 1 (après une période donnée suite au traitement).

2.6. Analyse statistique

Afin de vérifier une éventuelle efficacité des extraits vis-à-vis des populations de *Macrosiphum rosae* testées et la comparaison entre les différents traitements 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 $P < 0.05$.

3. Résultats

Cette section présente les données et les observations issues des différentes expérimentations menées sur l'ortie (*Urtica dioica*) et le romarin (*Rosmarinus officinalis*) pour évaluer leur potentiel biopesticide contre les pucerons (*Macrosiphum rosae*).

3.1. Rendements d'extraction

Le processus de distillation à la vapeur de la partie aérienne sèche des plantes romarin et ortie a permis d'obtenir un rendement en huiles essentielles variant entre 0,01% et 0,90%. La plante de romarin a enregistré le rendement le plus élevé de 0,90%, surpassant ainsi la plante d'ortie (Figure 12).

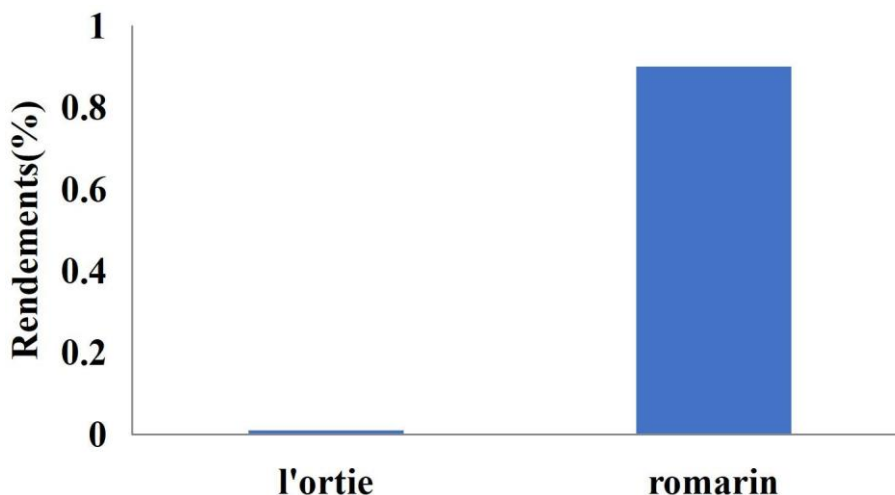


Figure 12 : Pourcentage du rendement en huiles essentielles du romarin et d'ortie.

3.2. Efficacité biologique de *Rosmarinus officinalis* sur *Macrosiphum rosae* par différents formulations et mode d'action

3.2.1. Test de l'huile essentielle

La figure 13 présente l'évolution temporelle du taux d'efficacité de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* (Romarin) appliquée sur des populations de *M. Rosea* par différents modes d'action : Contact, Inhalation et Ingestion. Chaque graphique montre

l'efficacité (Taux d'efficacité %) en fonction des traitements (D1, D2, D3, T+, T-) et du temps (24h, 48h, 72h). D1, D2, D3, tandis que T+ et T- sont des témoins (T+ est un témoin positif, T- est un témoin négatif).

On observe généralement une tendance à une meilleure efficacité avec l'augmentation de la dose, bien que ce ne soit pas toujours strictement linéaire pour chaque mode d'action et chaque point temporel. D3 semble souvent être la dose la plus efficace.

Pour les trois modes d'action, l'efficacité de l'huile essentielle augmente avec le temps (de 24h à 72h), ce qui est typique pour les agents biocides ou répulsifs, où l'effet prend du temps à se manifester pleinement. L'efficacité maximale est souvent atteinte à 72h. Les modes d'inhalation et de contact semblent particulièrement efficaces, atteignant des taux d'efficacité élevés (autour de 70-80%) après 48 à 72 heures avec la dose D3. L'ingestion est également un mode d'action viable, bien que l'efficacité puisse varier légèrement entre les doses optimales (D1 et D3).

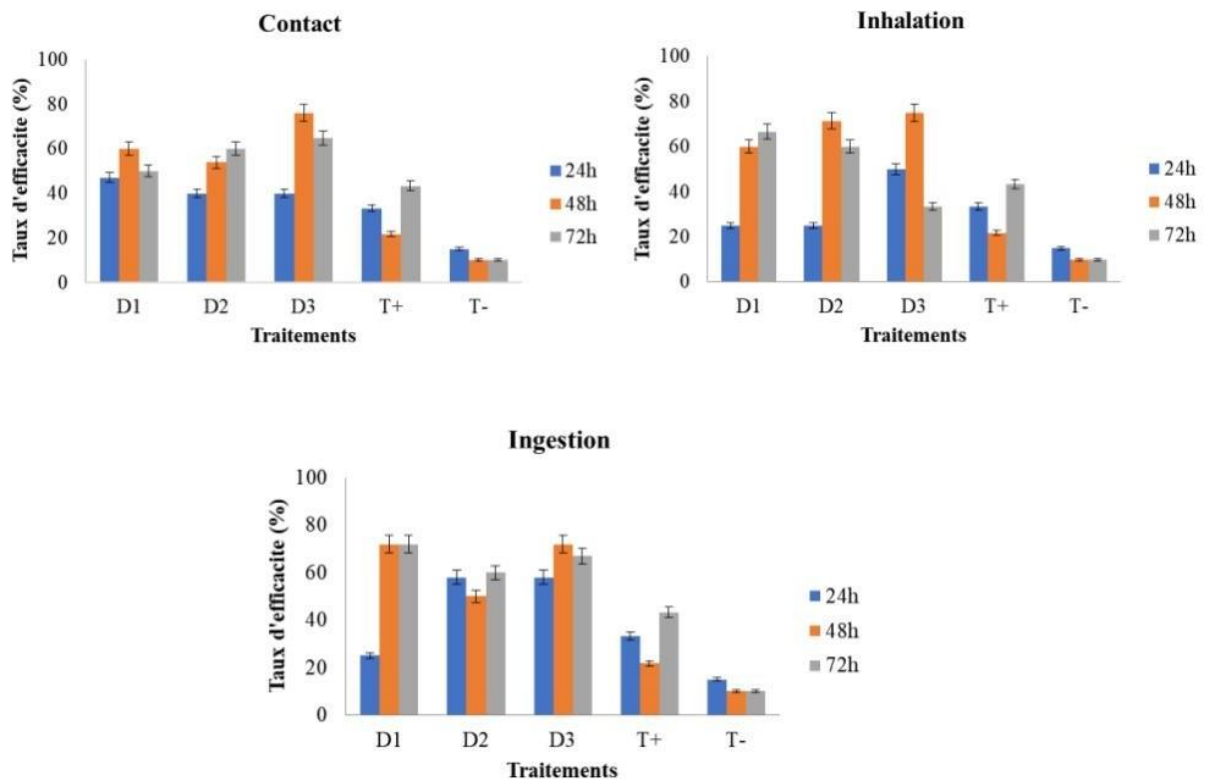


Figure 13 : Evolution temporelle du taux d'efficacité de l'huile essentielle de *R. officinalis* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents mode d'action.

3.2.2. Test de l'extrait aqueux

L'extrait aqueux de *R. officinalis* (EAR) montre une efficacité variable contre *M. Rosea* selon le mode d'action et le temps. Généralement, l'efficacité augmente jusqu'à 48h ou 72h. Par contact, l'EAR atteint un pic de près de 70% d'efficacité à 48h, mais décline à environ 45% à 72h. Par inhalation, l'efficacité monte à près de 70% à 48h avant de redescendre à environ 60% à 72h, suggérant une persistance limitée. Par ingestion, l'EAR est le plus stable et le plus efficace sur la durée, maintenant un taux d'environ 60-65% d'efficacité de 24h à 72h (Figure 14).

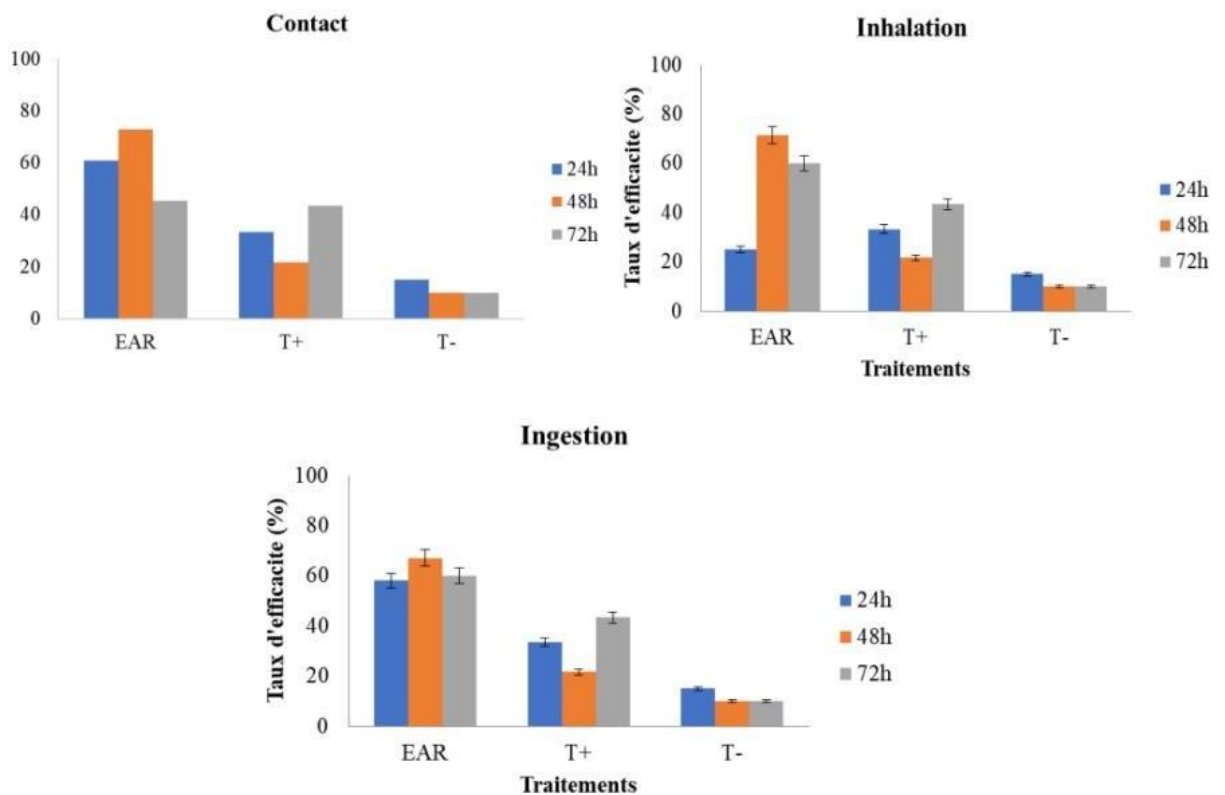


Figure 14 : Evolution temporelle du taux d'efficacité de l'extrait aqueux de *R. officinalis* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents mode d'action

3.2.3. Test de la poudre végétale

L'efficacité de la poudre végétale varie considérablement en fonction du mode d'action et du temps. L'efficacité par contact est d'environ 50% à 24h, atteint son maximum à 48h (près de 65%), puis diminue significativement à 72h (environ 40%). La diminution à 72h est très prononcée, suggérant une faible persistance ou une dégradation rapide de l'effet. L'efficacité par inhalation est faible à 24h (environ 25%), augmente à près de 60% à 48h, puis diminue à environ 50% à 72h. Encore une fois, une diminution de l'efficacité est observée après 48h. L'efficacité par ingestion est très faible à 24h (environ 10-12%), augmente à environ 50% à 48h, puis diminue à environ 35% à 72h. Ce mode d'action montre l'efficacité la plus faible à 24h (Figure 15).

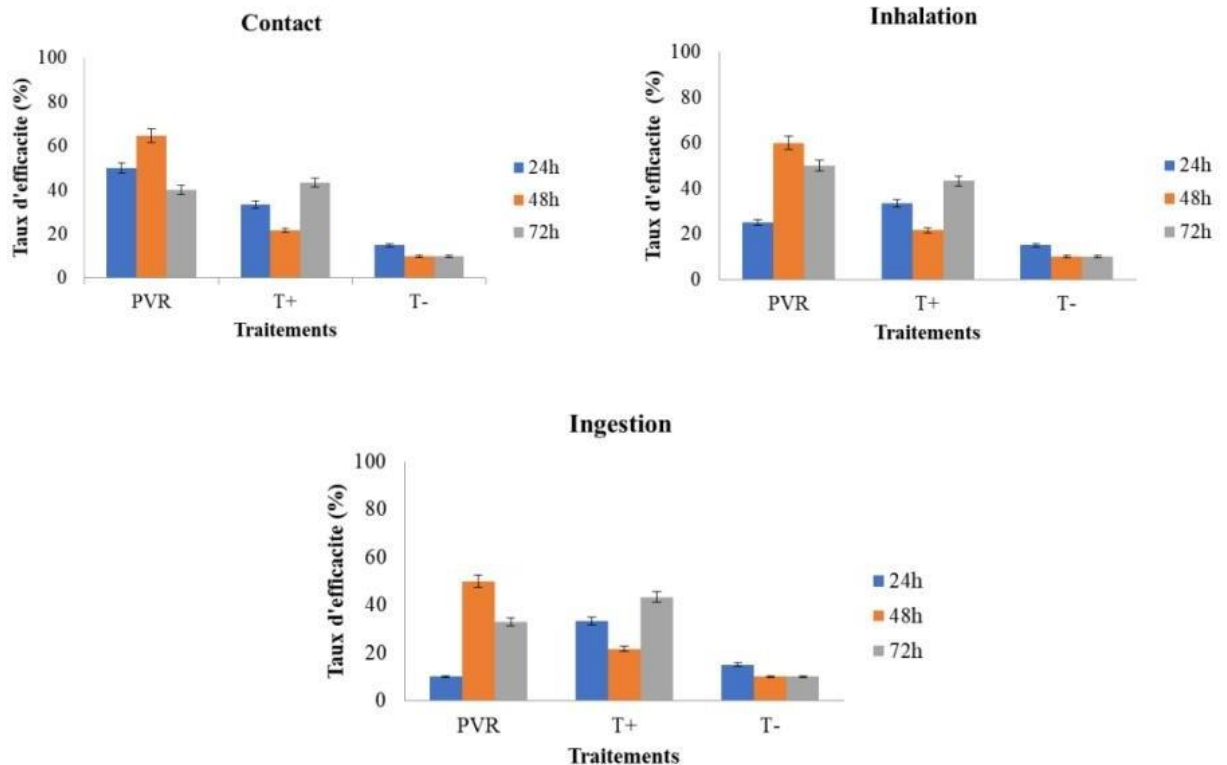


Figure 15: Evolution temporelle du taux d'efficacité de la poudre végétale de *R. officinalis* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents mode d'action

3.2.4. Test de répulsivité

La figure 16 présente l'évolution du pourcentage de répulsion du puceron *M. Rosea* sous l'effet de différentes formulations de *Rosmarinus officinalis* (Romarin).

La poudre végétale de romarin n'a aucune ou une très faible activité répulsive contre *M. Rosea* dans les conditions de cette étude. Elle ne semble pas libérer les composés répulsifs de manière efficace, car elle affiche un pourcentage de répulsion quasi nul (très proche de 0%) à tous les temps d'observation (1h, 2h, 4h). L'huile essentielle de romarin est un répulsif efficace contre *M. Rosea*. Son efficacité est initialement élevée (dès 1h, 66%), mais elle semble diminuer progressivement avec le temps sur la période de 4 heures (45%), suggérant une certaine volatilité des composés actifs ou une dégradation de l'effet répulsif au-delà de 2 heures. Concernant l'extrait aqueux de romarin, ce dernier a également une activité répulsive significative, mais son efficacité est initialement plus faible que celle de l'huile essentielle. Comme l'huile essentielle, son efficacité tend à diminuer légèrement après 2 heures.

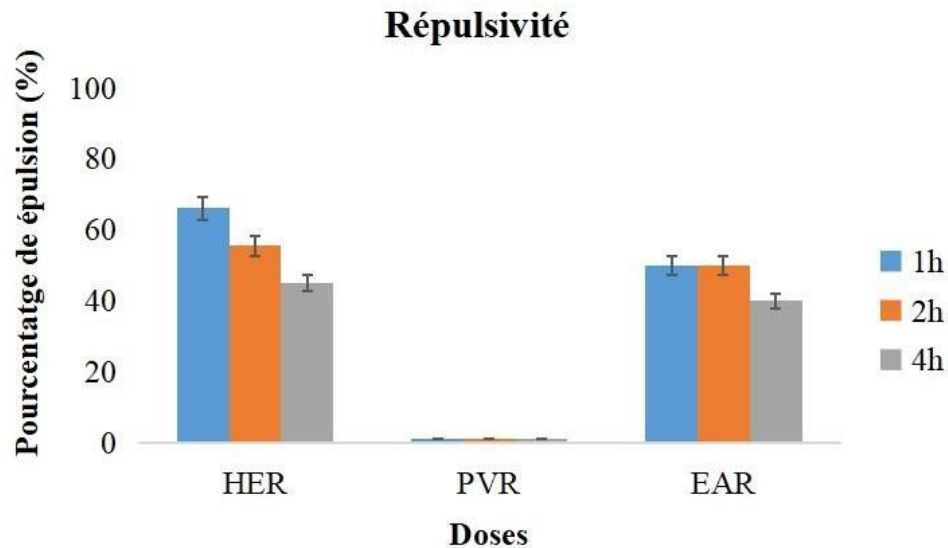


Figure 16 : Evolution temporelle du pourcentage de répulsion de *M. Rosea* sous l'effet de l'huile essentielle à différentes doses, de la poudre végétale et de l'extrait aqueux de *R. officinalis*.

3.3. Efficacité biologique d'*Urtica dioica* sur *Macrosiphum rosae* par différentes formulations et mode d'action

3.3.1. Test de l'huile essentielle (Distillat)

Il est important de souligner que cette étude s'est concentrée sur le distillat d'ortie, car les tentatives d'extraction de l'huile essentielle d'*Urtica dioica* ont malheureusement abouti à un rendement nul, rendant impossible son évaluation directe dans cette recherche.

La Figure 17 présente l'évolution temporelle du taux d'efficacité du distillat de *Urtica dioica* (Ortie), appliqué sur des populations de *M. Rosea* par différents modes d'action : Contact, Inhalation et Ingestion. Chaque graphique illustre l'efficacité (Taux d'efficacité %) en fonction des traitements (DO, T+, T-) et du temps (24h, 48h, 72h). DO représente le Distillat d'Ortie, tandis que T+ et T- sont les témoins (T+ étant le témoin positif et T- le témoin négatif).

Le distillat d'*Urtica dioica* montre une activité contre les populations de *M. Rosea*. L'efficacité du distillat d'ortie varie selon le mode d'action et le temps. En général, l'efficacité semble être modérée à bonne pour le distillat d'ortie. La tendance temporelle est variable. Pour les modes Contact et Inhalation, un pic d'efficacité est observé à 48h, suivi d'une diminution à 72h. Pour le mode Ingestion, l'efficacité est élevée et relativement stable de 24h à 72h.

L'efficacité par mode d'action contact à 24h est d'environ 35%. Elle augmente significativement pour atteindre un pic à 48h (environ 65%). Cependant, elle chute drastiquement à 72h (autour de 15%). Par inhalation, l'efficacité à 24h est d'environ 30%. Elle atteint un pic à 48h (environ 60%). Elle diminue ensuite à environ 35% à 72h. Pour le mode d'action ingestion, l'efficacité est élevée dès 24h (environ 70%), se maintient à un niveau similaire à 48h (environ 70%) et reste stable à 72h (environ 65%).

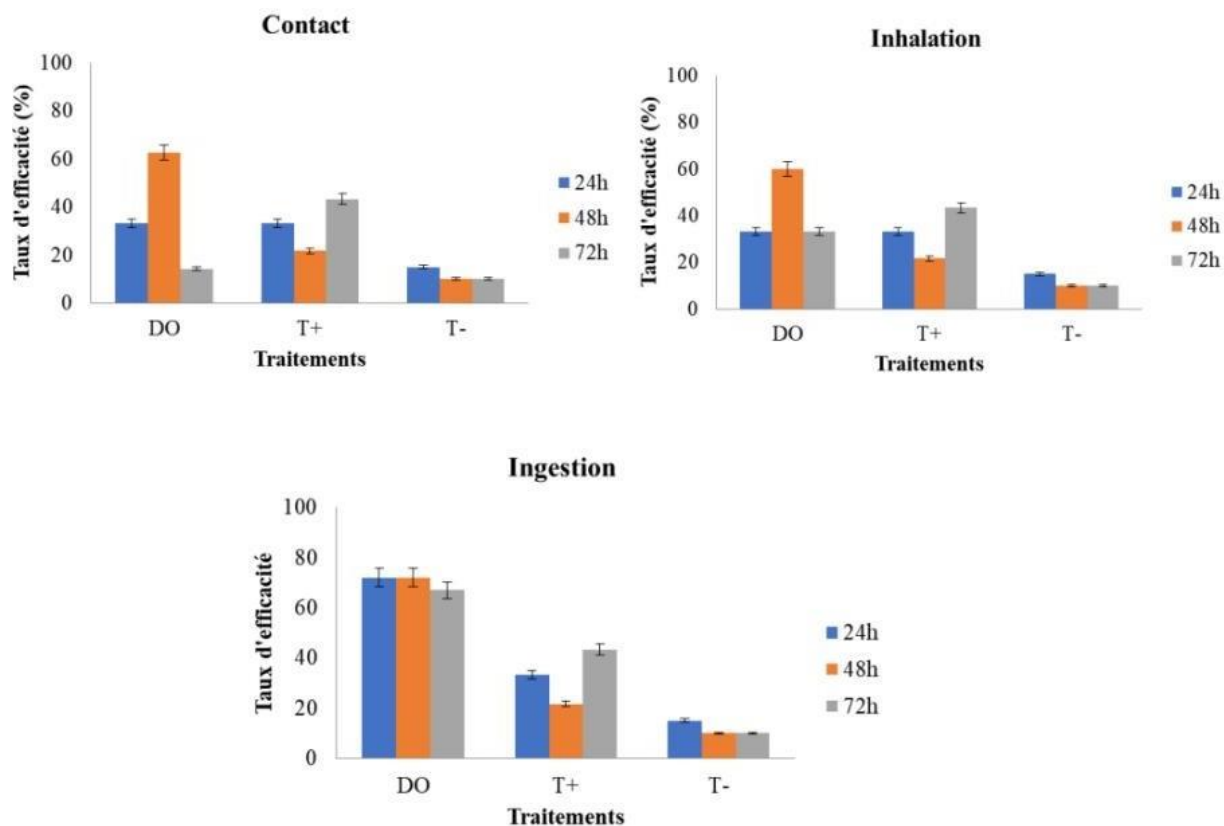


Figure 17: Evolution temporelle du taux d'efficacité de l'huile essentielle de *U. dioica* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents modes d'action.

3.3.2. Test de l'extrait aqueux

L'extrait aqueux d'ortie (EAO) présente une efficacité prometteuse contre *M. Rosea*, variable selon le mode d'action et le temps. Son action est particulièrement notable par ingestion.

Pour les modes contact et inhalation, l'EAO atteint un pic d'efficacité à 48h (près de 80% pour le contact et 60% pour l'inhalation), mais cet effet diminue ensuite significativement à 72h (environ 40% et 30% respectivement). En revanche, par ingestion, l'EAO démontre une efficacité élevée et stable tout au long de l'expérience, se maintenant autour de 65-75% de 24h à 72h (Figure 18).

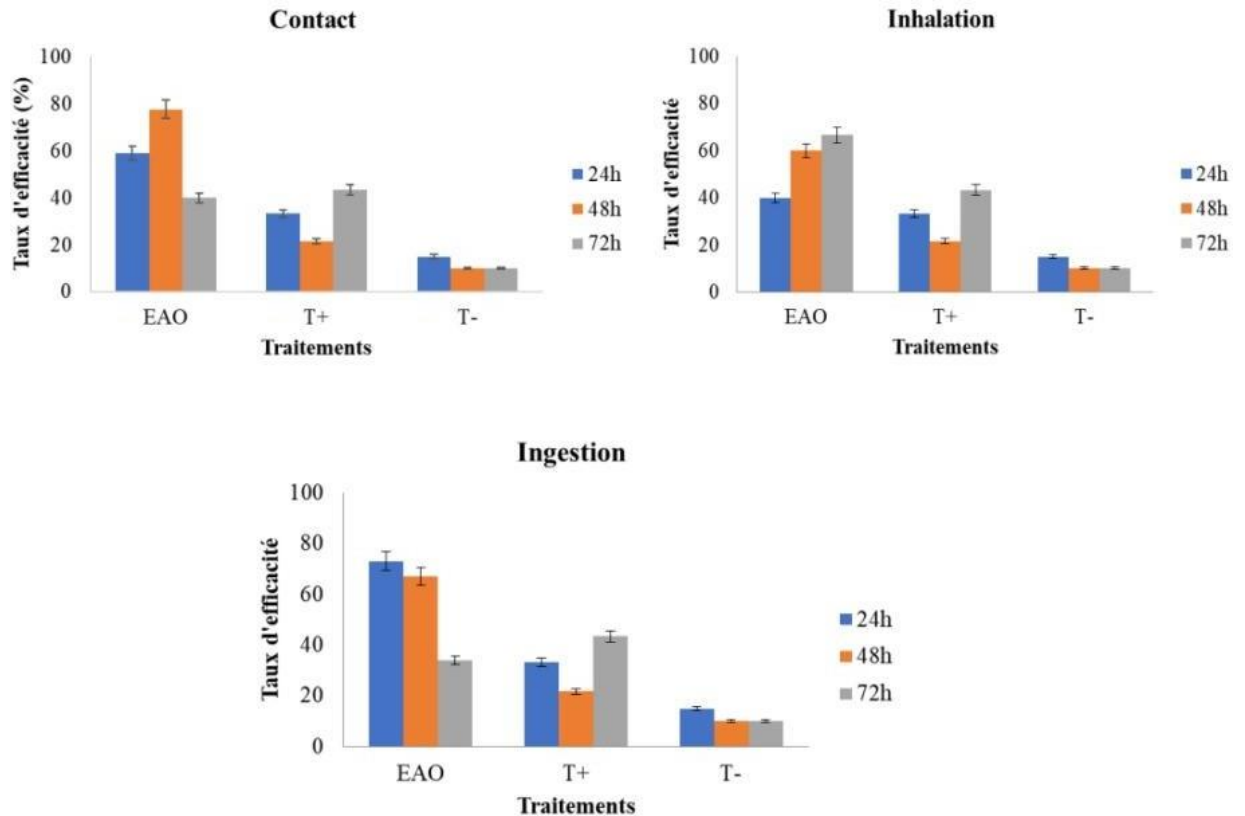


Figure 18: Evolution temporelle du taux d'efficacité de l'extrait aqueux de *U. dioica* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents modes d'action.

3.3.3. Test de la poudre végétale

Les résultats de l'évolution temporelle du taux d'efficacité de la poudre végétale d'*Urtica dioica* (Ortie) (PVO) appliquée sur les populations de *M. Rosea* par différents modes d'action (Contact, Inhalation, Ingestion) sont illustrés dans la figure 19. L'efficacité de la poudre végétale d'ortie est généralement faible à modérée et très variable selon le mode d'action et le temps.

La tendance temporelle est inconsistante. Pour le contact, il y a un pic à 48h puis une chute. Pour l'inhalation et l'ingestion, l'efficacité reste généralement faible et peu fluctuante, ou avec une très légère augmentation pour l'inhalation à 48h.

L'efficacité par contact est d'environ 45% à 24h. Elle augmente pour atteindre un pic d'environ 65-70% à 48h. Cependant, elle chute drastiquement à 72h, atteignant environ

40%. L'efficacité par inhalation est très faible (environ 5-10%) à 24h. Elle augmente légèrement à 48h (environ 35%) et diminue à 72h (environ 30%). Enfin, l'efficacité par ingestion est très faible à 24h (moins de 5%). Elle augmente à environ 35% à 48h, puis diminue légèrement à 72h (environ 15%).

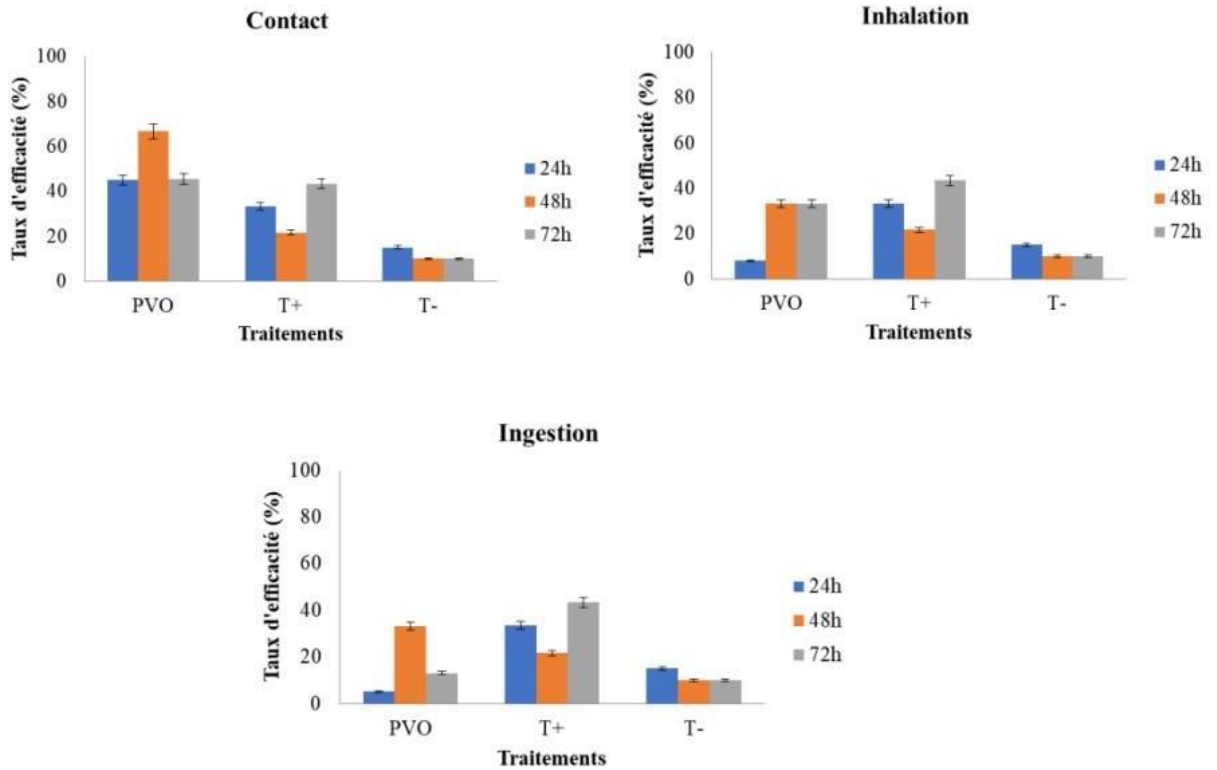


Figure 19: Evolution temporelle du taux d'efficacité de la poudre végétale de *U. dioica* appliquées sur les populations de *M. Rosea* par différents modes d'action

3.3.4. Test de répulsivité

La figure ci-dessous (Figure 20) évalue la répulsivité du distillat d'ortie (DO), de la poudre végétale d'ortie (PVO) et de l'extrait aqueux d'ortie (EAO).

Le PVO montre un pourcentage de répulsion quasi nul (proche de 0%) à tous les temps d'observation (1h, 2h, 4h). Le distillat de l'huile essentielle de *U. dioica* est un répulsif efficace (répulsion d'environ 60% à 70%) contre *M. Rosea*. Son efficacité est rapide (observable dès 1h) et stable sur une période de 4 heures, suggérant une bonne persistance de l'effet répulsif. L'extrait aqueux d'ortie a également une activité répulsive

significative, mais son efficacité est initialement plus faible que celle du DO. Cependant, son efficacité tend à augmenter avec le temps sur la période de 4 heures, ce qui pourrait indiquer une libération progressive des composés actifs ou un effet qui se manifeste plus tardivement.

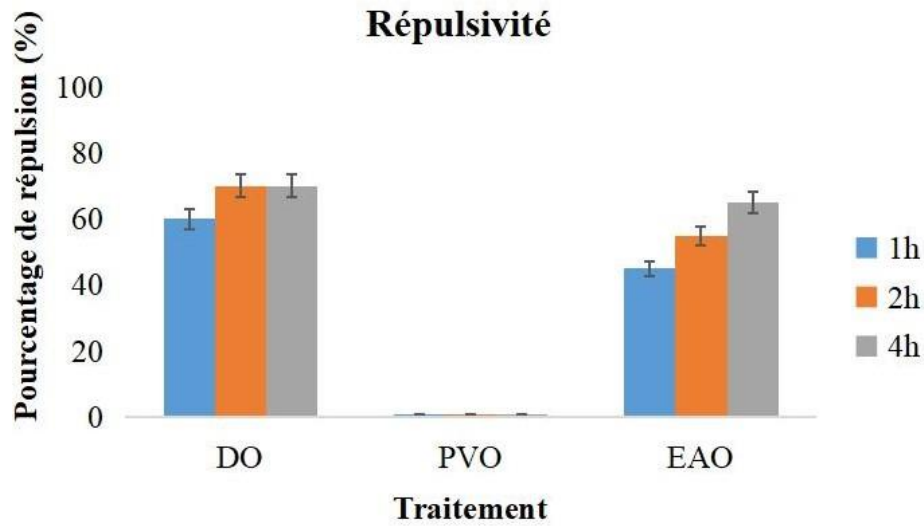


Figure 20: Evolution temporelle du pourcentage de répulsion de *M. Rosea* sous l'effet de la poudre végétale, l'extrait aqueux et du distillat de l'huile essentielle de *U. dioica*.

3.4. Analyse de la variance pour le test d'efficacité des différentes formulations étudiées par différents modes d'action sur les populations *Macrosiphum rosea*

3.4.1. Analyse de la variance du taux d'efficacité de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*

Nous avons appliqué le modèle général linéaire (G.L.M.) pour examiner l'évolution temporelle des taux de d'efficacité de l'huile essentielle de romarin en fonction des doses et du temps d'exposition des populations de *Macrosiphum rosea* selon divers modes d'action, et nous avons comparé ces résultats à ceux obtenus avec un insecticide conventionnel (T+) et un témoin négatif (T-). Ce modèle nous a permis d'analyser l'effet

spécifique des différents facteurs sans prendre en compte les interactions entre eux. Tous les résultats d'analyse sont présentés dans le Tableau 2 et la Figure 21.

Tableau 2 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet de l'huile essentielle du romarin appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Doses	14060.978	4	3515.244	24.472	0.000 ^{***}
Temps d'exposition	1401.911	2	700.956	4.880	0.013 [*]
Modes d'action	156.978	2	78.489	0.546	0.584 ^{NS}
Error	5171.111	36	143.642		

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

La valeur de p est < 0.001 (indiquée par ***). Cela signifie qu'il y a une différence très hautement significative entre les différentes doses d'huile essentielle de romarin appliquées. En d'autres termes, la dose d'huile essentielle utilisée a un impact majeur et statistiquement prouvé sur les populations de *M. Rosea*. Certaines doses sont significativement plus efficaces (ou moins efficaces) que d'autres.

La valeur de p est 0.013, ce qui est inférieur à 0.05 (indiquée par *). Cela signifie qu'il y a une différence significative due au temps d'exposition. L'efficacité du traitement varie significativement avec le temps d'exposition.

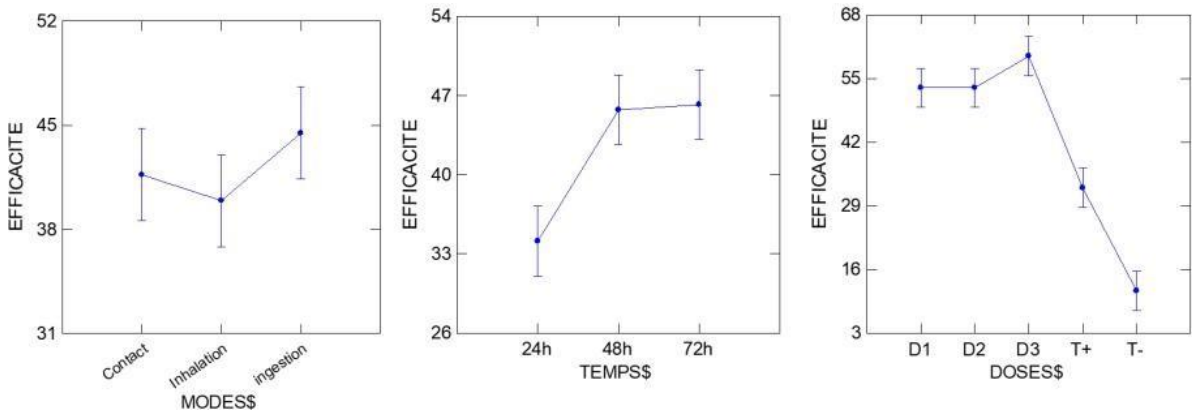


Figure 21: Effet de l'huile essentielle de romarin sur *M. rosea* en fonction des doses, du temps d'exposition et des modes d'action.

3.4.2. Analyse de la variance du taux d'efficacité du distillat d'ortie (DO) de l'huile essentielle d'*Urtica dioica*

Nous avons appliqué le modèle général linéaire (G.L.M.) pour examiner l'évolution temporelle des taux de d'efficacité du distillat d'ortie (DO) de l'huile essentielle d'ortie en fonction des doses et du temps d'exposition des populations de *Macrosiphum rosea* selon divers modes d'action, et nous avons comparé ces résultats à ceux obtenus avec un insecticide conventionnel (T+) et un témoin négatif (T-). Ce modèle nous a permis d'analyser l'effet spécifique des différents facteurs sans prendre en compte les interactions entre eux. Tous les résultats d'analyse sont présentés dans le Tableau 3 et la Figure 22

Tableau 3 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet du distillat d'ortie (DO) de l'huile essentielle d'ortie appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Traitement	2289.389	1	2289.389	67.170	0.000***
Temps d'exposition	280.444	2	140.222	4.114	0.044*
Modes d'action	1.444	1	0.722	0.021	0.979 ^{NS}
Error	409.000	12	34.083		

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

L'effet de la dose du distillat d'ortie est très hautement significatif sur les populations de *M. Rosea*. Il est crucial de considérer la dose pour obtenir un effet. La valeur de p est < 0.001 (indiquée par ***). Cela signifie qu'il y a une différence très hautement significative entre les doses de distillat d'ortie appliquées. L'effet du traitement sur *M. Rosea* dépend fortement de la dose utilisée.

La valeur de p est 0.044, ce qui est inférieur à 0.05 (indiquée par *). Cela signifie qu'il y a une différence significative dans l'efficacité du distillat d'ortie en fonction du temps d'exposition. Cela indique que l'effet du distillat d'ortie sur *M. Rosea* change de manière statistiquement significative au fil du temps.

L'effet du mode d'action n'est pas statistiquement significatif. Cela suggère que, pour le distillat d'ortie spécifique et les modes testés, la méthode d'application ne change pas significativement l'efficacité. La valeur de p est 0.979, ce qui est très supérieur à 0.05 (indiquée par NS). Cela signifie qu'il n'y a pas de différence statistique significative entre les "modes d'action" du distillat d'ortie.

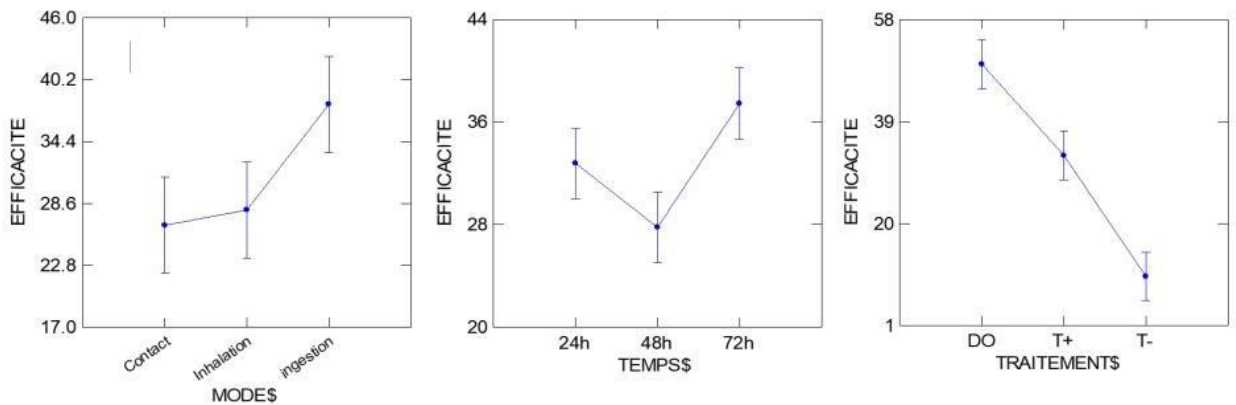


Figure 22 : Effet du distillat d'ortie de l'huile essentielle de l'ortie sur *M. rosea* en fonction des doses, du temps d'exposition et des modes d'action.

3.4.3. Analyse de la variance du taux d'efficacité des extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* et d'*Urtica dioica*

Nous avons appliqué le modèle général linéaire (G.L.M.) pour examiner l'évolution temporelle des taux d'efficacité de l'extrait aqueux d'ortie (EAO) et l'extrait aqueux de romarin (EAR) en fonction des doses et du temps d'exposition des populations de *Macrosiphum rosea* selon divers modes d'action, et nous avons comparé ces résultats à ceux obtenus avec un insecticide conventionnel (T+) et un témoin négatif (T-). Ce modèle nous a permis d'analyser l'effet spécifique des différents facteurs sans prendre en compte les interactions entre eux. Tous les résultats d'analyse sont présentés dans le Tableau 4 et la Figure 23.

Tableau 4 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet de l'extrait aqueux d'ortie (EAO) et l'extrait aqueux de romarin (EAR) appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Traitements	1564.083	1	1564.083	44.341	0.000***
Temps d'exposition	210.500	2	105.250	2.984	0.116 ^{NS}
Modes d'action	0.750	1	0.750	0.021	0.888 ^{NS}
Error	246.917	7	35.274		

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

La quantité d'extrait aqueux appliquée a un effet très fort et statistiquement prouvé sur les populations de *M. Rosea* ($P < 0.001$ ***). Cela signifie que l'efficacité du traitement dépend de manière cruciale de la dose utilisée. Concernant le temps d'exposition, ce dernier n'a pas d'influence significative ($P = 0.116$ ^{NS}). Pour le facteur mode d'action, in n'existe pas de différence significative. Les différents modes d'action testés sur les extraits aqueux n'ont pas d'impact statistiquement significatif sur l'efficacité ($P = 0.888$ ^{NS}).

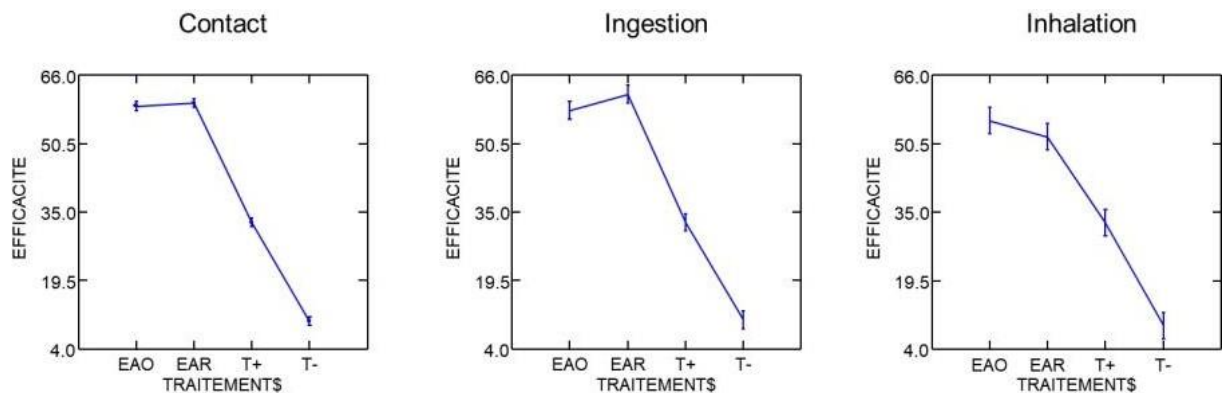


Figure 23 : Effet de l'extrait aqueux d'ortie (EAO) et l'extrait aqueux de romarin (EAR) appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*.

3.4.4. Analyse de la variance du taux d'efficacité de la poudre végétale de *Rosmarinus officinalis* et d'*Urtica dioica*

Nous avons appliqué le modèle général linéaire (G.L.M.) pour examiner l'évolution temporelle des taux de d'efficacité la poudre végétale de *Rosmarinus officinalis* (PVR) et d'*Urtica dioica* (PVO) en fonction des doses et du temps d'exposition des populations de *Macrosiphum rosea* selon divers modes d'action, et nous avons comparé ces résultats à ceux obtenus avec un insecticide conventionnel (T+) et un témoin négatif (T-). Ce modèle nous a permis d'analyser l'effet spécifique des différents facteurs sans prendre en compte les interactions entre eux. Tous les résultats d'analyse sont présentés dans le Tableau 5 et la Figure 24.

Tableau 5 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet la poudre végétale de *Rosmarinus officinalis* (PVR) et d'*Urtica dioica* (PVO) appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Traitement	4703.667	2	1567.889	7.694	0.001**
Temps d'exposition	1090.167	2	545.083	2.675	0.086*
Modes d'action	1599.500	2	799.750	3.925	0.031*
Error	5705.667	8	203.774		

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

Il existe une différence hautement significative entre les différents traitements appliqués ($P=0.001^{**}$). Cela indique que les poudres végétales de romarin et d'ortie n'ont pas la même efficacité. La variation temporelle de l'efficacité des poudres végétales montre une différence non significative ($P=0.086^{NS}$). Le mode d'action (méthode d'application) est un facteur significatif ($P=0.031^{*}$). Cela signifie que la façon dont les poudres végétales sont appliquées influence leur efficacité, même si leur performance globale reste faible.

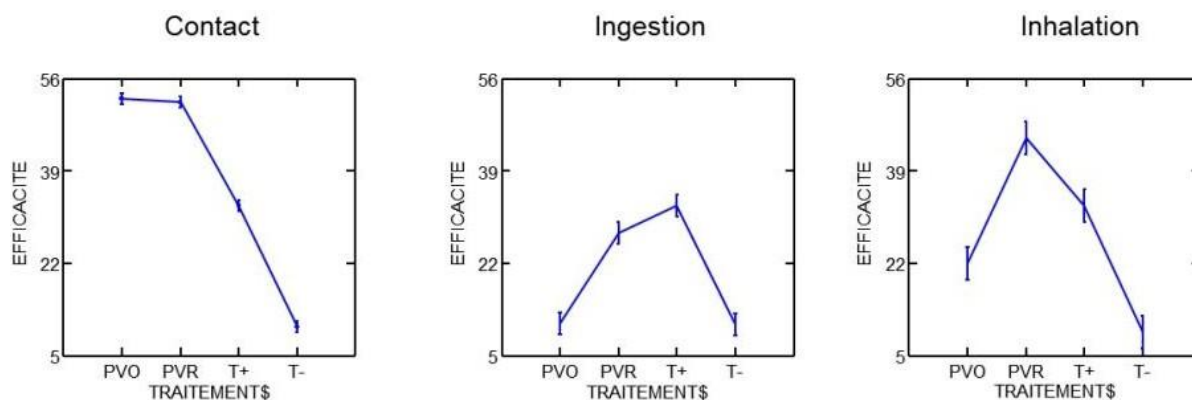


Figure 24 : Effet de la poudre végétale d'ortie (PVO) et de la poudre végétale de romarin (PVR) appliquée selon divers modes d'action sur les populations de *M. rosea*.

3.4.5. Analyse de la variance du taux d'efficacité répulsive de *Rosmarinus officinalis* et d'*Urtica dioica*

Le tableau 6 présente les résultats d'une analyse de la variance (ANOVA) ou plus spécifiquement d'un Modèle Linéaire Généralisé (GLM), qui est utilisé pour évaluer l'effet de différents "traitements" (les formulations de *Rosmarinus officinalis* et *Urtica dioica*) et du "temps d'exposition" sur les populations de *M. rosea*.

Tableau 6 : Le modèle G.L.M. appliqué aux essais comparatifs évaluant l'effet répulsif de la poudre végétale, de l'extrait aqueux et l'hydrodistillation de *Rosmarinus officinalis* et d'*Urtica dioica* appliquée sur les populations de *M. rosea*

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Traitement	12670.278	5	2534.056	46.591	0.000***
Temps d'exposition	10.111	2	5.056	0.093	0.912 ^{NS}
Error	543.889	10	54.389		

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

D'une part, étant donné que $P < 0.001$ (0.000), nous pouvons conclure qu'il y a une différence très hautement significative entre l'effet répulsif des différents traitements (poudre végétale, extrait aqueux, hydrodistillation de *Rosmarinus officinalis* et *Urtica*

dioica) sur les populations de *M. rosea*. Cela signifie qu'au moins l'un des traitements a un effet répulsif significativement différent des autres. D'autres part, il n'y a pas de différence significative dans l'effet répulsif sur les populations de *M. rosea* en fonction du temps d'exposition.

La figure 25 permet de comparer l'efficacité de différents traitements en termes de répulsivité. On observe clairement que certains traitements (AER, DO, EAO, HER) sont beaucoup plus efficaces que d'autres (PVO, PVR) pour induire une réaction de répulsion.

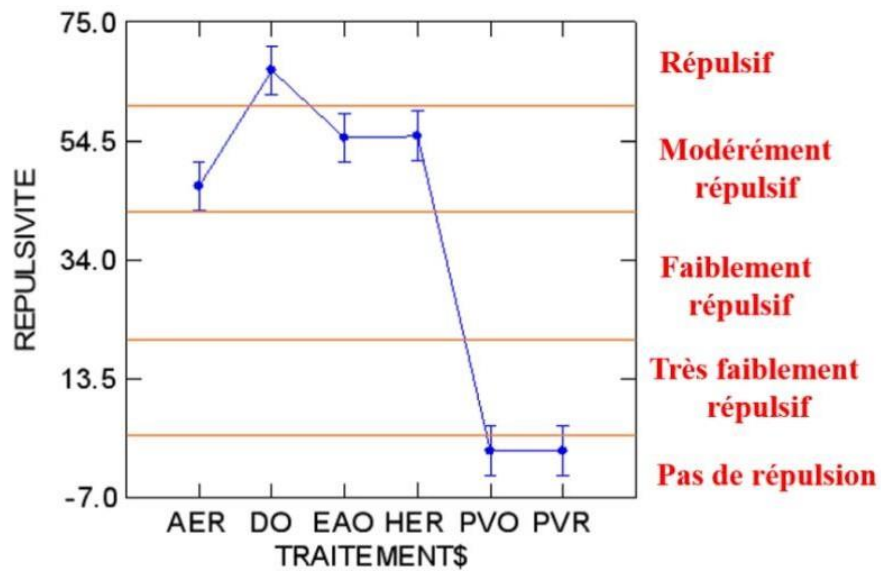


Figure 25 : comparaison de l'efficacité de différents traitements en termes de répulsivité.

4. Discussion

Cette étude a exploré le potentiel biopesticide de l'ortie (*Urtica dioica*) et du romarin (*Rosmarinus officinalis*) contre le puceron du rosier (*Macrosiphum rosae*), un ravageur horticole majeur. Les résultats obtenus, en particulier l'efficacité des huiles essentielles et extraits aqueux, ouvrent des perspectives prometteuses pour le développement d'alternatives écologiques aux pesticides synthétiques.

4.1. Rendements d'extraction et efficacité générale

Les rendements en huiles essentielles sont une donnée cruciale car ils influencent la viabilité économique de l'extraction à plus grande échelle. Il est notable que l'extraction d'huile essentielle d'ortie ait donné un rendement nul dans cette étude, justifiant l'utilisation d'un distillat. Ce constat peut être lié à la faible concentration en composés volatils dans l'ortie ou à la méthode d'extraction utilisée. D'autres études ont montré des rendements variables pour l'ortie, souvent liés à des facteurs comme la partie de la plante utilisée, la saison de récolte ou la méthode d'hydrodistillation (Nowak et al., 2020). En revanche, le romarin est bien connu pour ses rendements en huile essentielle élevés et sa richesse en monoterpènes et sesquiterpènes aux propriétés insecticides (Regnault-Roger et al., 2022).

Les résultats globaux démontrent que les extraits de *Rosmarinus officinalis* et d'*Urtica dioica* possèdent une activité biopesticide contre *M. rosae*. Cette efficacité varie cependant considérablement selon la formulation (huile essentielle, extrait aqueux, poudre végétale), le mode d'action (contact, inhalation, ingestion) et la durée d'exposition, ce qui souligne la complexité de l'interaction plante-ravageur.

4.2. Efficacité du *Rosmarinus officinalis*

L'**huile essentielle de romarin (HER)** s'est avérée être la formulation la plus performante, affichant une **efficacité élevée et dose-dépendante**, particulièrement par inhalation et contact. L'augmentation de l'efficacité avec le temps (jusqu'à 72h) est cohérente avec le mode d'action des huiles essentielles qui ciblent souvent le système nerveux des insectes, nécessitant un certain temps pour provoquer une mortalité (Isman, 2020). Des études antérieures ont également mis en évidence la **neurotoxicité** des huiles

essentielles de romarin, notamment le 1,8-cinéole, le camphre et l'alpha-pinène, sur divers insectes ravageurs, y compris des pucerons (Wang et *al.*, 2019 ; Li et *al.*, 2023). Le mode d'inhalation, très efficace dans notre étude, est particulièrement pertinent pour les huiles essentielles en raison de leur volatilité, permettant une diffusion rapide des composés actifs dans l'environnement du ravageur.

L'**extrait aqueux de romarin (EAR)** a montré une efficacité modérée mais stable par ingestion, suggérant la présence de composés non volatils, tels que des polyphénols ou des acides phénoliques, qui pourraient agir comme des antiappétants ou des toxines systémiques (Wu et *al.*, 2015; Singh et Kariyat, 2020). Cette stabilité sur la durée par ingestion est un atout pour des applications où une persistance de l'effet est souhaitée, par exemple dans la protection de cultures.

La **poudre végétale de romarin (PVR)** a présenté une efficacité plus faible et moins persistante, avec une diminution notable après 48h. Ce phénomène pourrait s'expliquer par une libération plus lente et moins complète des composés bioactifs, ou par leur dégradation rapide une fois exposés à l'environnement (Bakkali et *al.*, 2008; Kordali, et *al.*, 2020).

Concernant la **répulsivité**, l'huile essentielle de romarin a montré un effet répulsif significatif et rapide, confirmant son potentiel en tant qu'agent de lutte préventive (Cosimi et *al.*, 2020). En revanche, la poudre végétale de romarin a démontré une absence quasi-totale de répulsion, soulignant que la forme galénique est cruciale pour l'expression de certaines propriétés.

L'analyse de variance pour l'huile essentielle de romarin a confirmé des **effets hautement significatifs de la dose et du temps d'exposition**, mais un effet non significatif du mode d'action.

4.3. Efficacité de l'*Urtica dioica*

L'ortie, malgré son absence de rendement en huile essentielle, a démontré un potentiel intéressant via son **distillat (DO)** et son **extrait aqueux (EAO)**. Le distillat d'ortie a montré une efficacité modérée mais stable par ingestion, ce qui pourrait indiquer la présence de composés hydrosolubles et stables agissant comme perturbateurs digestifs ou

régulateurs de croissance chez les pucerons (Zengin et Gulumser, 2020). L'efficacité par contact et inhalation, bien que présente, a montré un pic à 48h suivi d'une chute, suggérant une persistance limitée des composés actifs volatils.

L'**extrait aqueux d'ortie (EAO)** a été particulièrement efficace par ingestion, maintenant une efficacité élevée et stable sur 72h. Cette observation est en accord avec des recherches montrant que les extraits aqueux d'ortie sont riches en acides formiques, flavonoïdes et lectines, des composés connus pour leurs propriétés insecticides ou antiappétantes (Kostic et *al.*, 2021 ; Sela et *al.*, 2022). La persistance de l'effet par ingestion est un avantage considérable pour une utilisation durable.

La **poudre végétale d'ortie (PVO)** a présenté une efficacité générale faible, similaire à celle de la poudre de romarin, avec une diminution de l'effet après 48h. Cela renforce l'idée que la poudre végétale, malgré sa simplicité d'application, pourrait ne pas être la formulation la plus efficace pour l'extraction et la libération des principes actifs.

En termes de **répulsivité**, le distillat d'ortie s'est montré efficace et stable sur 4h, suggérant un potentiel comme agent répulsif (Smith et *al.*, 2023). L'extrait aqueux a également eu une activité répulsive significative, dont l'efficacité a même tendance à augmenter avec le temps, un phénomène intéressant qui mérite d'être investigué. La poudre végétale d'ortie n'a, là encore, montré aucune activité répulsive.

Les analyses de variance pour le distillat d'ortie ont révélé un **effet très hautement significatif de la dose et significatif du temps**, mais une absence d'effet significatif du mode d'action. Pour les extraits aqueux, seul l'effet du traitement était très hautement significatif, tandis que le temps et les modes d'action n'ont pas eu d'impact significatif. Ces résultats suggèrent que, pour ces formulations, la concentration des principes actifs est le facteur déterminant de l'efficacité, indépendamment de la voie d'application. Enfin, pour les poudres végétales, un effet hautement significatif des traitements et un effet significatif du mode d'action ont été détectés, mais pas du temps d'exposition. Cela indique que la nature de la poudre (romarin ou ortie) et la manière de l'appliquer sont importantes, même si leur efficacité globale reste plus modeste.

L'analyse de variance pour la répulsivité a confirmé une **différence très hautement significative entre les traitements**, mais pas de différence significative avec le temps. Cela appuie l'idée que certaines formulations (huiles essentielles et extraits aqueux) ont un effet répulsif intrinsèque et immédiat, qui ne s'améliore pas significativement avec la durée d'exposition.

5. Conclusion

En synthèse, cette étude a démontré que les extraits de **romarin** (*Rosmarinus officinalis*) et d'**ortie** (*Urtica dioica*) possèdent un potentiel biopesticide certain contre le puceron *Macrosiphum rosae*, bien que leur efficacité varie considérablement selon la formulation et le mode d'action.

L'**huile essentielle de romarin** se positionne comme l'agent le plus prometteur, affichant une **efficacité élevée, dose et temps-dépendante**, particulièrement par inhalation et contact. Elle s'est également révélée être un **répulsif rapide et efficace**. L'extrait aqueux de romarin montre une activité, surtout par ingestion, mais avec une puissance et une persistance moindre que l'huile essentielle. La poudre végétale de romarin, quant à elle, présente une efficacité globalement faible et transitoire.

Pour l'**ortie**, malgré l'absence d'huile essentielle extractible, le **distillat** et surtout l'**extrait aqueux** ont montré une activité notable. L'**extrait aqueux d'ortie** est particulièrement remarquable par son efficacité **élevée et stable par ingestion**, dépassant même le témoin positif dans ce mode d'action. Le distillat d'ortie possède un pouvoir répulsif persistant. Comme pour le romarin, la poudre végétale d'ortie s'est avérée avoir une activité très limitée.

Les analyses statistiques ont confirmé que la **dose** est un facteur déterminant pour l'efficacité de tous les extraits. Le **temps d'exposition** est également crucial pour l'huile essentielle de romarin et le distillat d'ortie, impactant significativement leur performance. Toutefois, les modes d'action ne montrent pas toujours de différences significatives au niveau statistique global pour certaines formulations, suggérant que la concentration du principe actif est souvent primordiale.

En somme, l'**huile essentielle de romarin** et l'**extrait aqueux d'ortie** émergent comme les formulations les plus intéressantes pour le contrôle de *M. rosae*, offrant des pistes solides pour le développement de biopesticides respectueux de l'environnement.

Références bibliographiques

Abbott W. S., (1925). A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide, *Journal of Economic Entomology*, Volume 18, Issue 2, Pages 265-267, <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>

Akmukhanova N. R., Leong Y. K., Seilbek S. N., Konysbay A., Zayadan B. K., Sadvakasova A. K., Sarsekeyeva F. K., Bauenova M. O., Bolatkhan K., Alharby H. F., Chang J.-S., et Allakhverdiev S. I. (2023). Eco-friendly biopesticides derived from CO₂ fixing cyanobacteria. *Environmental Research*, 239(Part 2), 117- 419. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117419>

Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., et Idaomar M. (2008). Biological effects of essential oils. A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446 -475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>

Boukhatem M. N., Ferhat A., et Kameli A. (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : Revue de littérature. *Revue Agrobiologia*, 9 (2), 1653–1659.

Cosimi S., Rossi E., Cioni P. L., et Canale A. (2020). Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). *Food and Chemical Toxicology*, 139, 111-255. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111255>

Dilmen H., Şanver U., Kaplan M., et Doğaç M. (2024). The efficacy of *Serratia nematodiphila* and Neem Azal T/S on *Macrosiphum rosae*: New approaches in biological control. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 8 (4), 884–893. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2024.4.18>

Goff G. L., et Giraud M. (2019). Effects of pesticides on the environment and insecticide resistance. In A. R. Maffei et E. Benelli (Eds.), *Olfactory concepts of insect control: Alternative to insecticides* (pp. 51–78). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05165-5_3

Golizadeh A., Jafari-Behi V., Razmjou J., Naseri B., et Hassanpour M. (2017). Population Growth Parameters of Rose Aphid, *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: *Aphididae*) on Different Rose Cultivars. *Neotropical entomology*, 46(1), 100–106. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0428-4>

Hazaa M. E., El-Sayed A. M., et Abd El-Ghany N. A. (2023). Potential of *Rosmarinus officinalis* extracts as biopesticides against agricultural pests. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23456-7>

Hegde J. N., Ashrith K., Suma G., Chakravarthy A., et Gopalkrishna H. (2020). Insect pests of roses and their management. In A. Chakravarthy et S. R. Kooner (Eds.), *Advances in pest management in commercial flowers* (pp. 85–102). Apple Academic Press.

Isman M. B. (2020). *Botanical insecticides: Foraging for insecticidal natural products*. *Annual Review of Entomology*, 65, 37-56.

Kordal, S., Cakir A., Mavi A., Kilic H., et Yildirim A. (2020). Repellent and insecticidal activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Insects*, 11(10), 660. <https://doi.org/10.3390/insects11100660>

Kostić M., Popović Z., et Jovanović Z. (2021). Biological activities of *Urtica dioica* L. extracts: A review. *Molecules*, 26(20), 6140. <https://doi.org/10.3390/molecules26206140>

Li X., Wang Y., et Zhang L. (2023). Essential Oils from Selected Mediterranean Aromatic Plants and Their Insecticidal Activity Against Aphids. *Journal of Agricultural and Food*

Chemistry. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37629479/>

Mc Clements D. J., Jin Z., Ji H. et Qiu C. (2024). Recent progress in the source, extraction, activity mechanism and encapsulation of bioactive essential oils. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2439040>

Mc Donald C.E., Chen R.S., and Winston P.W. (1970). Photosynthetic Rates and Diffusive Resistances in the Halophytes *Distichlis spicata* (L.) Greene and *Puccinellia nuttalliana* (Schultes) Hitchc. *New Phytologist*, 69(3), 615-623.

Melese, A. A. (2023). Effect of harvesting age and drying methods on essential oil yield of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves in Wondo Genet, Ethiopia. *Tropical Journal of Agricultural Sciences*, 56(2), 102–114.

Nayan S. I., Rahman S. M., et Mahbub N. I. (2023). RoseVision: An Android application to detect rose leaf diseases using modified convolutional neural network. In 2023 26th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT) (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCIT60459.2023.10537174>

Nowak B., Wajs-Bonikowska A., et Róžańska M. (2020). Yield and composition of essential oil from *Urtica dioica* L. – A review. *Journal of Essential Oil Research*, 32(6), 551–560. <https://doi.org/10.1080/10412905.2020.1827499>

Oghina-Pavie C. (2016). Les rosiers entre horticulture et science au XIXe siècle. *Bulletin d’histoire et d’épistémologie des sciences de la vie*, 23(2), 153–175.

Pavela R., et Benelli G. (2019). Essential oils as eco-friendly pesticides: a review of their insecticidal and repellent activity. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(23), 23201-23213.

Raymond O., Gouzy J., Just J., Badouin H., Verdenaud M., Lemainque A., (2018). The Rosa genome provides new insights into the domestication of modern roses. *Nature Genetics*, 50(6), 772–777. <https://doi.org/10.1038/s41588-018-0110-3>

Regnault-Roger C., Vincent C., et Arnason J. T. (2022). Plant essential oils and their botanical derivatives as ecofriendly pesticides: A review. *Industrial Crops and Products*, 178, 114631. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114631>

Sasidharan S., Chen Y., Saravanan D., Sundram K.M., et Yoga Latha L. (2011). Extraction, Isolation and Characterization of Bioactive Compounds from Plants’ Extracts. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 8(1), 1–10.

Sela R., Wulf A., et Gerson U. (2022). Insecticidal activity of nettle (*Urtica dioica*) extracts against aphids. *Phytoparasitica*, 50(2), 263–272. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00939-1>

Singh S., et Kariyat R. R. (2020). Exposure to polyphenol-rich purple corn pericarp extract restricts fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) growth. *Plant Signaling et Behavior*, 15(9). <https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1784545>

Srivastava S., Mishra A., Mishra R., et Mohanty A. (2022). Biopesticidal potential of cyclotides: An insight. *Phytochemistry Reviews*, 21(3), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11101-022-09768-4>

Wang J., Zhang Y., et Liu H. (2019). Acaricidal activity, biochemical effects and molecular docking of six natural monoterpenes including 1,8-cineole, camphor and α -pinene against *Tetranychus urticae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 157, 1-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31027569/>

Wise Guv Reports., (2024). Global consumer flower market: Industry trends, share, size, growth,

opportunity and forecast 2024–2032. Retrieved from <https://www.wiseguvreports.com/reports/consumer-flower>

Wu K., Zhang J., Zhang Q. (2015). Plant phenolics are detoxified by prophenoloxidase in the insect gut. *Sci Rep* 5, 16823 <https://doi.org/10.1038/srep16823>

Zengin H. et Gulumser C., (2020). Medicinal and biological properties of *Urtica dioica L.*: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(10), 515-523.

Annexe A

Fiche technique

Qu'est-ce que l'acétamipride ?

L'acétamipride est un **insecticide néonicotinoïde**. L'acétamipride est connu pour son efficacité dans la lutte contre une grande variété de ravageurs, y compris les insectes à corps mou et à corps dur. Développé pour cibler spécifiquement le système nerveux des insectes, l'acétamipride est largement utilisé pour gérer les populations de ravageurs dans l'agriculture, les serres et même les environnements résidentiels, ce qui en fait l'un des insecticides les plus polyvalents du marché. Sa large efficacité, associée à sa toxicité relativement faible pour les humains et les espèces non ciblées, a contribué à sa popularité.

Utilisations de l'acétamipride

La gamme d'applications de l'acétamipride couvre **les cultures agricoles, Plantes d'ornement et lutte antiparasitaire domestique**. Voici un aperçu plus détaillé de ses utilisations dans ces contextes :

1. Utilisations agricoles

En agriculture, l'acétamipride protège une variété de cultures contre les dommages causés par les ravageurs, améliorant ainsi le rendement et la santé des plantes. Il est couramment utilisé pour lutter contre les ravageurs qui se nourrissent des cultures, comme **pucerons, les aleurodes, les thrips et cicadelles**. Les cultures typiques traitées à l'acétamipride comprennent :

- **Légumes** (par exemple, tomates, concombres et légumes-feuilles)
- **Fruitée** (par exemple, pommes, poires et raisins)
- **Les céréales et les agglomérés et du grains**
- **Plantes ornementales et fleurs** dans les serres et les pépinières

L'acétamipride est également apprécié pour sa capacité à contrôler les insectes avec une persistance environnementale minimale, ce qui le rend adapté à **lutte intégrée contre les ravageurs (IPM)** programmes.

2. Utilisations résidentielles

L'acétamipride est utilisé dans la lutte antiparasitaire résidentielle pour les problèmes d'insectes tenaces, en particulier pour les parasites difficiles à éliminer. Il est efficace contre **punaises de lit** et d'autres nuisibles domestiques comme les fourmis et les mouches. L'effet destructeur rapide

et le contrôle résiduel de l'acétamipride en font un produit idéal pour la gestion des punaises de lit dans les maisons et les hôtels.

3. Lutte ciblée contre des insectes spécifiques

- **Pucerons** : L'acétamipride cible efficacement les pucerons, des ravageurs agricoles courants qui peuvent endommager une grande variété de cultures en se nourrissant de la sève des plantes et en transmettant des maladies.
- **Les thrips** : Les thrips sont un problème majeur en horticulture, endommageant les feuilles et les fleurs. L'acétamipride perturbe l'alimentation et la reproduction des thrips, contribuant ainsi à maintenir la qualité des plantes dans les cultures ornementales et comestibles.
- **Abeilles** : Bien que l'acétamipride soit moins toxique pour les abeilles que certains autres néonicotinoïdes, la prudence reste de mise. Il est important de l'appliquer pendant les périodes où les abeilles sont inactives, comme tôt le matin ou tard le soir, pour réduire l'exposition des abeilles.

Mode d'action de l'acétamipride

L'acétamipride agit en ciblant **récepteurs nicotiques de l'acétylcholine** dans le système nerveux de l'insecte. Ce mode d'action perturbe la communication neuronale de l'insecte, entraînant une paralysie et, finalement, la mort. Voici une description de ses propriétés uniques:

1. **Activité systémique** : L'acétamipride est à la fois un insecticide de contact et un insecticide systémique. Lorsqu'il est pulvérisé sur les plantes, il est absorbé par les feuilles et les tiges, où il se déplace dans les tissus végétaux. Cela lui permet de protéger les plantes traitées contre les parasites qui se nourrissent à la fois des surfaces et de l'intérieur.
2. **Efficacité résiduelle** : L'acétamipride offre une protection prolongée en maintenant son efficacité pendant plusieurs semaines après l'application, en fonction des conditions environnementales. Cet effet résiduel assure une lutte plus durable, en particulier contre les ravageurs à corps mou comme les pucerons et les aleurodes.
3. **Spécificité et faible toxicité pour les organismes non ciblés** : La spécificité de l'acétamipride signifie qu'il cible principalement les parasites sans affecter les insectes bénéfiques et autres organismes non ciblés lorsqu'il est utilisé correctement.

Propriétés chimiques et identification

Ingrédient actif et numéro CAS

L'ingrédient actif de l'acétamipride est formulé pour cibler les voies neuronales des insectes sans impact significatif sur la santé des plantes. **Numéro CAS** is **135410-20-7**, qui est un identifiant unique pour l'acétamipride dans les bases de données chimiques et la documentation de sécurité.

Précautions d'application et sécurité

Bien que l'acétamipride soit plus sûr pour les organismes non ciblés, il est essentiel de suivre des précautions spécifiques pour une sécurité et une efficacité optimale :

- **Appliquer pendant la faible activité des pollinisateurs** : Pour minimiser les risques pour les abeilles, pulvériser tôt le matin ou tard le soir.
- **Évitez les conditions venteuses** : Cela réduit la dérive et garantit que l'acétamipride est appliqué uniquement sur les zones cibles.
- **Dosage et timing appropriés** : Suivez les instructions sur l'étiquette pour connaître les taux d'application corrects, car une utilisation excessive peut nuire aux plantes et réduire l'efficacité.

Résumé des applications et des avantages

Acétamipride est un outil précieux pour la lutte antiparasitaire en raison de :

- **Efficacité à large spectre** contre de nombreux parasites courants, notamment les pucerons, les aleurodes, les thrips et les punaises de lit.
- **Double action** comme insecticide systémique et de contact.
- **Un contrôle durable** qui maintient la protection après application.
- **Faible toxicité pour les mammifères et les espèces non ciblées**, soutenant son utilisation dans les environnements résidentiels et agricoles.

Grâce à ses propriétés uniques, l'acétamipride continue d'être un choix privilégié pour la lutte antiparasitaire professionnelle et domestique, favorisant la santé des cultures et fournissant des solutions ciblées contre les parasites avec un impact environnemental minimal.

Evaluation of the Efficacy of Some Biopesticides Formulated Against the Rose Aphid *Macrosiphum rosae* (Linnaeus, 1758)

Abstract

This study assessed the **biopesticide potential** of nettle (*Urtica dioica*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) against the rose aphid *Macrosiphum rosae*. **Rosemary essential oils** proved highly effective, particularly via contact and inhalation, exhibiting dose-dependent efficacy that increased over time (up to 72h). Rosemary aqueous extract showed stable efficacy through ingestion, while the plant powder performed less effectively. Rosemary also demonstrated a significant **repellent effect**, especially in essential oil form. For nettle, direct essential oil extraction failed, but its distillate and aqueous extract showed activity against *M. rosae*. **Nettle aqueous extract** stood out for its high and stable efficacy via ingestion. Nettle distillate also displayed a notable repellent power. The plant powders from both species generally showed limited efficacy. Statistical analyses confirmed the importance of dose for extract efficacy and exposure time for essential oils and distillates. These results suggest that rosemary and nettle extracts are promising candidates for sustainable biopesticide strategies against aphids.

Keywords: Biopesticides, essential oils, *Macrosiphum rosae*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioica*

تقييم فعالية بعض المبيدات الحيوية المصاغة ضد من الورد (*Macrosiphum rosae* (Linnaeus, 1758) ملخص

قامت هذه الدراسة بتقييم القدرة المبيدة حيويًا لنبات القراص أثبتت الزيوت الساسية (*Rosmarinus*) وإكليل الجبل (*Urtica dioica*) ضد منة الورد (*Macrosiphum rosae*) عن طريق التلمس والستنشاق، حيث أظهرت فعالية تعتمد على الجرعة وتزداد مع مرور الوقت (حتى 72 ساعة). أظهر المستخلص المائي لكلي الجبل فعالية مستقرة عن طريق البتلع، بينما كان أداء مسحوق النبات أقل فعالية. كما أظهر إكليل الجبل تأثيرًا طارداً كبيراً، خاصة في شكل زيت أساسي. بالنسبة للقراص، فشل السخل المباشري برز المستخلص المائي للقراص *M. rosae*، لكن تقطيره ومستخلصه المائي أظهر نشاطاً ضد فعالينه العالية والمستقرة عن طريق البتلع. كما أظهر تقطير القراص قدرة طاردة ملحوظة. بشكل عام، أظهرت مساحيق النباتات من كل النوعين فعالية محدودة. أكدت التحليلات الحصائية أهمية الجرعة لفعالية المستخلصات، وأهمية وقت التعرض للزيوت الساسية والتقطيرات. تشير هذه النتائج إلى أن مستخلصات إكليل الجبل والقراص هي

مرشحات واعدة لستراتيجيات مكافحة حيوية مستدامة ضد المن.

الكلمات المتاحة: *Macrosiphum rosae*، *Rosmarinus officinalis*، زيوت أساسية، مبيدات حيوية،

Urtica dioica