



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
Abdel Hamid Ibn Badis University – Mostaganem
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم الفلاحة
Département d'agronomie



N° d'ordre : M2... /2026

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : science Agronomique

Spécialité : Protection des végétaux

Contribution à l'étude du potentiel biostimulant de l'ortie (Urtica dioica) et du potentiel préventif des extraits d'ortie et de chrysanthème (Chrysanthemum coronarium) sur la culture du poivron (Capsicum annuum) : vers des alternatives écologiques aux intrants agricoles

Présenté par :

MAROUF ILYES

DJEROUROU WALID

Président:	GHELAMALLAH Amine	Professeur	Université de Mostaganem
Encadrante :	BOUALAM Malika	Professeur	Université de Mostaganem
Examinatrice :	BERGHEUL Saida	Maître de conference A	Université de Mostaganem

Soutenu le 29/06/ 2026 devant le jury composé de :

Année universitaire 2025 / 2026

Remerciements

Nous remercions avant tout Allah, qui nous a accordé la force, la patience et le courage nécessaires pour mener à bien ce modeste travail, et pour nous avoir guidés tout au long de ce parcours, malgré les difficultés rencontrées.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadrante, Professeure Malika Boualam, pour son accompagnement précieux, ses conseils avisés, sa bienveillance, ainsi que pour la clarté de ses explications et la qualité de son encadrement tout au long de notre mémoire.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury, Pr. Ghelamallah Amine pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider ce jury. Nos remerciements s'adressent également à Dr Bergheul Saida pour l'attention qu'elle nous porte en jugeant ce modeste travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement M. Maamar, responsable de la ferme expérimentale, pour son aide et sa disponibilité, ainsi que M. Kaddour et Achir, fonctionnaires à la ferme expérimentale, pour leur précieuse collaboration.

Nos remerciements vont également aux agents de la ferme de Mazagran, qui ont contribué activement à la réalisation de notre expérimentation.

Nous remercions sincèrement nos enseignants pour leur soutien, leurs conseils et leur transmission de savoir tout au long de notre parcours.

Que Dieu les récompense pour leur engagement et leur dévouement

Dédicace

À nos chers parents, qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite et nous ont éclairé le chemin. Merci pour tout l'amour, le soutien et les sacrifices qui nous ont permis d'en arriver là. Ce mémoire est le résultat de vos efforts et de votre dévouement. Nous espérons qu'un jour, nous pourrons vous rendre un peu de ce que vous avez fait pour nous. Que Dieu vous prête bonheur et longue vie.

À nos chers frères Amine et Yacine, pour leur affection et leur appui.

À nos très chers amis : Abdelkader, Mohamed et Oussama, ainsi qu'à mes sœurs, que nous avons eu la chance de rencontrer.

Merci pour tout l'amour, le soutien et la bienveillance que vous nous avez offerts.

À tous nos enseignants, sans exception, pour leur savoir, leur engagement et leur contribution à notre formation.

Enfin, nous adressons nos bénédictions à toutes les personnes qui nous ont soutenus, de près ou de loin, dans l'accomplissement de ce travail.

Walid et Ilyes

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Abstarct

Introduction générale

PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Culture du poivron

I. Introduction	5
II. Origine du poivron	5
III. Répartition du poivron dans le monde	5
IV. Classification botanique	6
V. Production du poivron et importance économique	6
V.1. À l'échelle mondiale.....	6
V.2. En Algérie.....	7
V.3. Dans la wilaya de Mostaganem	7
VI. Situation phytosanitaire du poivron (<i>C. annuum</i>):.....	7

Chapitre II : Espèces végétales utilisées comme bio-pesticides..... 10

I. Introduction	11
II. <i>Urtica dioica</i>	11
II.1. Histoire et origine	11
II.2. Dénominations vernaculaires	12
II.3. Répartition géographique.....	13
II.4. Taxonomie de l'ortie (selon Truffa-Bachi, 1988).....	13
II.5. Principales espèces du genre <i>Urtica</i>	13

II.6. Caractéristiques botaniques de l'ortie	14
II.7. Composition chimique de l'ortie dioïque	15
II.8. Importance agronomique	16
III. Le chrysanthème	18
III.1. Classification botanique selon Spichiger (2002)	18
III.2. Morphologie du chrysanthème	18
III.2.1. Système racinaire	19
III.2.2. Tige.....	19
III.2.3. Feuilles	19
III.2.4. Inflorescence	19
III.2.5. Fruit	19
III.3. Caractéristiques chimiques du chrysanthème	20
III.4. Principaux composés biochimiques.....	20

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1 Objectif du travail.....	23
I.2 Zones d'études.....	23
I.2.1 La Ferme expérimentale de l'université de Mostaganem.....	23
I.2.2 Le climat	23
I.2.3 Site d'expérimentation et de collecte du matériel végétal.....	23
I.3 Produits utilisés dans la préparation de nos solutions	24
I.3.1 Matériel végétal.....	24
I.3.2 Caractéristiques morphologiques générales (Majister F1)	24
Identification botanique de la variété Majister :	25
I.3.3 Préparation de la serre et des plants de poivron.....	25
I.3.4 Plantation	25
I.3.6 Préparation de l'extrait fermenté d'ortie	27

I.3.7 Filtration et conditionnement de l'extrait fermenté.....	27
I.4 Préparation d'insecticide organique.....	28

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1 Effet des biostimulants sur les plants de poivron	37
II.2 Efficacité globale des bio insecticides testés	40
II.2.1 Effet des traitements sur aleurode (<i>Bemisia tabaci</i>)	40
II.2.2 Effets des traitements sur les pucerons	44
II.2.3 Effets des traitements sur le tétranyque (<i>Tetranychus urticae</i>)	46
II.2.5 Discussion sur l'effet de synergie	49
II.2.6 Effet des bio insecticides sur le rendement de la culture.....	50
II.2.6.1. Analyse du rendement du témoin non traité.....	51
II.2.6.2 Efficacité relative du chrysanthème sur le rendement.....	51
II.2.6.3 Évolution du rendement entre la 1ère et la 2ème récolte	52
II.3 Discussion.....	52
<i>Conclusion générale</i>	54
<i>Références bibliographiques</i>	56

Liste des figures

Figure 1 : <i>Urtica dioica</i>	12
Figure 2 : Les différentes parties de l'ortie dioïque	15
Figure 3 : Ferme et serre expérimentale du site de Mazagran par satellite (Google Maps, 2026)	24
Figure 4 : Préparation et plantation du poivron sous serre (Original, 2026).....	25
Figure 5 : Plan expérimental adopté.....	26
Figure 6 : Préparation du biostimulant liquide d' <i>U. dioica</i> (Original, 2026).....	27
Figure 7 : Préparation du bio insecticide liquide de chrysanthème à couronne (<i>C. coronarium</i>)	29
Figure 8 : Les différents insecticides organique appliqué (Original, 2026).....	29
Figure 9 : Processus de traitement des différents blocs (Original, 2026).....	30
Figure 10 : Traitement par les biostimulants (Original, 2026).....	31
Figure 11 : Photo comparative entre présence et absence des adventices dans la serre	32
Figure 12 : Processus de mesure des longueurs des plants (Original, 2026).....	33
Figure 13 : Opérations culturales pour prévenir la maladie de l'antracnose	34
Figure 14 : Observation des échantillons au laboratoire sous loupe binoculaire	35
Figure 15 : Processus de récolte des fruits	35
Figure 16 : Effet du biostimulant de l'ortie sur le nombre de feuille.....	38
Figure 17 : Effet du biostimulant de l'ortie sur la longueur des tiges.....	39
Figure 18 : Effet du biostimulant de l'ortie sur le nombre de fruit du poivron.....	39
Figure 19 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les œufs de <i>B. tabaci</i>	41
Figure 20 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les larves de <i>B. tabaci</i>	42
Figure 21 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les adultes de <i>B. tabaci</i>	42
Figure 22 : Différents stades biologique de <i>B. tabaci</i>	43
Figure 23 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les populations du puceron <i>A. gossypii</i>	45

Figure 24 : Puceron <i>A. gossypii</i>	45
Figure 25 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les populations du tétranyque (<i>Tetranychus urticae</i>).....	47
Figure 26 : Deutochrysalide, œufs et L1 de <i>Tetranychus urticae</i>	47
Figure 27 : Etude comparative entre les différents traitements à l'égard des bio agresseurs du poivron	49
Figure 28: Poids de récolte par traitement (1 ^{ère} et 2 ^{ème} récolte).	50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeur nutritionnelle moyenne des feuilles d'ortie (pour 100g des feuilles fraîches)	17
Tableau 2 : Les principaux composés biochimiques	20
Tableau 3 : Poids de récolte par traitement (1 ^{ère} et 2 ^{ème} récolte).....	50
Tableau 4 : Etude comparative entre les différents traitements à l'égard des bio agresseurs du poivron	Error! Bookmark not defined.

Résumé

Ce travail de mémoire, réalisé à la ferme expérimentale de l'Université de Mostaganem, porte sur l'évaluation des effets biostimulants bio-insecticides des extraits d'ortie (*Urtica dioica*) et de chrysanthème (*Chrysanthemum coronarium*) sur la culture du poivron sous serre (*Capsicum annuum*, variété Majister). Le dispositif expérimental a permis de tester différentes concentrations d'ortie (25 %, 50 %, 100 %) ainsi que l'effet protecteur des extraits appliqués seuls ou en combinaison contre les principaux ravageurs. Les résultats indiquent que l'extrait d'ortie à 100 % stimule de manière optimale la croissance (longueur de tige, nombre de feuilles) et augmente significativement le nombre de fruits. Côté phytosanitaire, l'ortie seule contrôle efficacement l'aleurode, tandis que l'action acaricide contre le tétranyque est totale pour l'ensemble des traitements. Cependant, la combinaison ortie + chrysanthème a montré un effet antagoniste face aux pucerons. Enfin, le rendement le plus élevé a été enregistré sous le traitement à l'ortie seule (1,87 kg). Ces extraits végétaux représentent ainsi une alternative prometteuse et durable aux intrants chimiques de synthèse.

Mots-clés : *Capsicum annuum*, *Urtica dioica*, *Chrysanthemum coronarium*, Biostimulant, Bio-insecticide, Agriculture durable.

Abstarct :

This thesis research, conducted at the experimental farm of the University of Mostaganem, focused on evaluating the biostimulant and bio-insecticidal effects of nettle (*Urtica dioica*) and chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) extracts on greenhouse-grown sweet pepper (*Capsicum annuum*, Majister variety). The experimental design assessed different concentrations of nettle extract (25%, 50%, and 100%) as well as the protective effects of the extracts applied individually or in combination against major pests.

The results showed that 100% nettle extract optimally stimulated plant growth, as evidenced by increased stem length and leaf number, and significantly enhanced fruit production. From a phytosanitary perspective, nettle extract alone effectively controlled whitefly infestations, while complete acaricidal activity against spider mites was observed across all treatments. However, the combination of nettle and chrysanthemum extracts exhibited an antagonistic effect against aphids. Furthermore, the highest yield was recorded with the nettle-only treatment (1.87 kg).

These plant extracts therefore represent a promising and sustainable alternative to synthetic chemical inputs in agricultural production.

Keywords: *Capsicum annuum*, *Urtica dioica*, *Chrysanthemum coronarium*, biostimulant, bio-insecticide, sustainable agriculture.

ملخص :

تركز هذه المذكرة، التي أجريت في المزرعة التجريبية لجامعة مستغانم، على تقييم التأثيرات كمحفزات حيوية ومبيدات حشرية حيوية لمستخلصات القراص (*Urtica dioica*) والأقحوان (*Chrysanthemum coronarium*) على زراعة الفلفل الحلو (*Capsicum annuum*) ، صنف ماجيستر) تحت البيوت البلاستيكية. سمح التصميم التجريبي باختبار تركيزات مختلفة من القراص (25%، 50%، 100%) بالإضافة إلى التأثير الوقائي للمستخلصات المطبقة بمفردها أو مجتمعة ضد الآفات الرئيسية. تشير النتائج إلى أن مستخلص القراص بتركيز 100% يحفز النمو بشكل مثالي (طول الساق، عدد الأوراق) ويزيد بشكل ملحوظ من عدد الثمار. ومن الناحية الصحية، يتحكم القراص وحده بفعالية في الذبابة البيضاء، في حين كان التأثير المبيد للعناكب تاماً في جميع العلاجات. ومع ذلك، أظهر الجمع بين القراص والأقحوان تأثيراً عكسياً ضد حشرات المن. أخيراً، تم تسجيل أعلى إنتاجية تحت معاملة القراص وحده (1.87 كجم). وبذلك تمثل هذه المستخلصات النباتية بديلاً واعدًا ومستداماً للمدخلات الكيميائية المصنعة.

الكلمات المفتاحية: فلفل حلو، قراص، أقحوان، محفز حيوي، مبيد حشري حيوي، فلاحه مستدامة.

Introduction générale

L'agriculture moderne est confrontée au défi pressant d'assurer la sécurité alimentaire tout en préservant l'environnement. L'utilisation intensive des engrais et pesticides chimiques a engendré des problématiques majeures telles que la pollution, la perte de biodiversité et l'apparition de résistances chez les ravageurs (Rouphael et Colla, 2020).

Dans ce contexte, la recherche d'alternatives durables s'est intensifiée, mettant en avant le potentiel des substances d'origine naturelle. Parmi elles, les bio-insecticides, issus de micro-organismes ou de plantes, et les biostimulants, comme certains extraits végétaux, apparaissent comme des composants clés des stratégies de lutte intégrée et de fertilisation raisonnée. Ces produits se caractérisent généralement par une spécificité d'action accrue, une biodégradabilité rapide et un impact environnemental réduit.

L'ortie (*Urtica dioica* L.), une plante herbacée commune, cristallise un intérêt particulier en raison de son double rôle potentiel. Traditionnellement utilisée sous forme de purin en agriculture biologique, elle est reconnue à la fois pour ses propriétés fertilisantes, liées à sa richesse en nutriments, et pour ses effets répulsifs ou insecticides contre divers ravageurs (Czaja *et al.*, 2015). Son intégration dans les systèmes de culture pourrait ainsi répondre simultanément à deux besoins : améliorer la vigueur des plantes et réduire la pression des bioagresseurs.

Le chrysanthème à couronne (*Chrysanthemum coronarium*) possède également des propriétés insecticides méritant une attention accrue. Des études ont montré que cette plante contient des pyréthrine naturelles et d'autres métabolites secondaires (lactones sesquiterpéniques, flavonoïdes) aux propriétés insecticides, acaricides et antiappétantes (Katsube *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2022). Son potentiel dans la lutte contre les ravageurs horticoles, notamment les pucerons et les aleurodes qui affectent le poivron, en fait un complément intéressant à l'action bioinsecticide de l'ortie.

Le poivron est une solanacée d'importance mondiale, appréciée pour sa valeur nutritive (riche en vitamines C et A, et en antioxydants) et économique. Sa production est cependant sensible à diverses contraintes. Les stress abiotiques (déficiences nutritionnelles, sécheresse) peuvent limiter la croissance et le rendement. Sur le plan biotique, des ravageurs comme les pucerons (*Aphis spp.*), les aleurodes (*Bemisia tabaci*), et les thrips (*Frankliniella occidentalis*), ainsi que des maladies fongiques et bactériennes, menacent régulièrement les cultures (Ouedraogo, 2025). La gestion de ces facteurs est cruciale pour une production durable et de qualité, faisant de lui un candidat pertinent pour tester des solutions alternatives.

Ce mémoire s'inscrit dans cette dynamique de transition agroécologique. Son objet est d'évaluer le potentiel de deux solutions naturelles complémentaires pour la culture du poivron (*Capsicum annuum*), une culture maraîchère à haute valeur mais vulnérable : l'extrait d'ortie (*Urtica dioica*) comme agent biostimulant et bioinsecticide et l'extrait de chrysanthème à couronne (*Chrysanthemum coronarium*) comme bio-insecticide.

L'objectif principal de cette étude est d'analyser les caractéristiques, les modes d'action et les applications agronomiques des extraits d'ortie et du chrysanthème. L'ortie de part, ses composés azotés et substances bioactives, peut stimuler significativement la croissance des plants de poivron. Parallèlement, ses propriétés répulsives et insecticides, attribuées à des composés comme les flavonoïdes et les alcaloïdes, en font un outil prometteur dans la lutte intégrée contre des ravageurs tels que les pucerons et les aleurodes. L'aspect le plus prometteur réside dans l'utilisation potentiellement synergique de ces deux extraits. L'ortie agirait en amont, en renforçant la vigueur et la résilience intrinsèque de la plante (phénomène d'induction de résistance). Les extraits de chrysanthème et d'ortie interviendraient en aval, en contrôlant directement les populations de ravageurs par des mécanismes insecticides ou répulsifs. Cette approche duale correspond aux principes de la lutte intégrée, où plusieurs méthodes compatibles sont combinées pour une gestion durable des bioagresseurs.

PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Culture du poivron

I. Introduction

Le poivron est une plante herbacée appartenant à la famille des Solanacées, qui regroupe également la tomate, la pomme de terre et l'aubergine. Son nom scientifique est *Capsicum annuum*. Le poivron est un légume riche en eau (environ 90 %) et faible en calories, ce qui le rend important dans une alimentation équilibrée. Il constitue une excellente source de vitamines, de minéraux et d'antioxydants (Olatunji et Afolayan, 2018).

II. Origine du poivron

Le poivron (*C. annuum*) est une plante potagère appartenant à la famille des Solanacées, comme la tomate et l'aubergine. Il est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud, notamment des régions du Mexique où des graines vieilles de plus de 5 000 ans ont été retrouvées lors de fouilles archéologiques (Bosland, 2012).

Les premières cultures de poivrons et de piments remontent à plusieurs millénaires avant notre ère, pratiquées par les civilisations précolombiennes qui les utilisaient à la fois comme aliment et pour leurs propriétés médicinales. À l'origine, les fruits étaient proches des piments et pouvaient être plus ou moins piquants. Les variétés douces que l'on appelle aujourd'hui « poivrons » sont issues de sélections agricoles réalisées progressivement par l'homme (Andrews, 1995).

Le poivron a été introduit en Europe à la fin du XVe siècle après la découverte de l'Amérique. Les graines ont été rapportées en Espagne en 1493 par les explorateurs européens, notamment Christophe Colomb. Ensuite, grâce aux navigateurs espagnols et portugais, la plante s'est rapidement diffusée dans toute l'Europe, puis en Asie et dans le bassin méditerranéen (Olatunji et Afolayan, 2018).

III. Répartition du poivron dans le monde

Le poivron est cultivé dans presque tous les pays du monde, notamment en Espagne, en Chine, aux États-Unis et dans les pays méditerranéens. Son succès mondial s'explique par sa richesse nutritionnelle (vitamine C, antioxydants) et sa grande diversité de couleur : vert, rouge, jaune et orange (FAO, 2021).

IV. Classification botanique

La classification du poivron selon Carl Linnaeus 1753 est la suivante :

- Règne : Plantae
- Division : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Ordre : Solanales
- Famille : Solanaceae
- Genre : *Capsicum*
- Espèce : *Capsicum annuum*

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le poivron est l'une des principales espèces cultivées du genre *Capsicum* pour la consommation humaine.

La croissance du poivron est fortement influencée par la température, l'humidité et la fertilité du sol. En effet, le poivron est une plante de climat chaud et sensible au froid. Il pousse de manière optimale à des températures comprises entre 20 °C et 30 °C. Il nécessite un sol riche, bien drainé et fertile, une exposition ensoleillée et une irrigation régulière (FAO, 2021).

V. Production du poivron et importance économique

V.1. À l'échelle mondiale

Le poivron est l'un des légumes les plus cultivés et consommés dans le monde, aux côtés de la tomate et de la pomme de terre. Il représente une culture maraîchère essentielle tant pour les marchés internes que pour l'exportation. Il s'étend sur plus de 2 millions d'hectares dans le monde, avec la Chine comme premier producteur (environ la moitié de la production mondiale), suivie par la Turquie, le Mexique, l'Espagne, les États-Unis et l'Inde (FAO, 2022).

En 2022, la production mondiale totale de poivrons a dépassé environ 38 millions de tonnes avec une tendance globale à la hausse au cours de la dernière décennie.

En résumé, le poivron contribue fortement au secteur maraîcher, génère des revenus agricoles importants, et participe à la sécurité alimentaire mondiale, particulièrement dans les zones à forte consommation de légumes frais.

V.2. En Algérie

La culture du poivron occupe une place notable dans l'agriculture nationale, elle est largement cultivée dans plusieurs régions du pays, aussi bien en plein champ que sous serres, notamment à Biskra, El Oued, M'Sila, Boumerdès, Alger et Mostaganem (Agrichem Algérie, 2016).

Selon les statistiques de la direction des services agricoles, la surface totale cultivée en poivrons en Algérie en 2020 était d'environ 16 800 hectares, avec une production nationale de plus de 82 000 tonnes, et un rendement moyen de 322,4 qx/ha. D'après les données mondiales disponibles (FAO Stat. 2022), la production algérienne de piments et de poivrons verts a atteint 487 000 tonnes en 2022, positionnant l'Algérie parmi les producteurs significatifs au niveau global.

Cela montre que le poivron est un légume à forte valeur ajoutée pour l'agriculture algérienne, contribuant à la création d'emplois ruraux, à l'approvisionnement des marchés locaux et à l'amélioration des revenus des producteurs.

V.3. Dans la wilaya de Mostaganem

Dans la wilaya de Mostaganem, la culture du poivron est également en expansion. En effet, cette région littorale bénéficie d'un climat favorable pour la production maraîchère et la culture sous abris, ce qui favorise la diversification des légumes, dont le poivron. Les services agricoles locaux (DSA) indiquent une augmentation régulière de la production du poivron chaque année, montrant une dynamique positive de développement de cette culture (DSA, 2022).

VI. Situation phytosanitaire du poivron (*C. annuum*):

La situation phytosanitaire du poivron dépend fortement de la région, du climat et du système de culture (plein champ ou sous serre). En général, elle est marquée par la pression de maladies, ravageurs et stress abiotiques qui peuvent réduire fortement le rendement et la qualité (Tomasi *et al.*, 2020)

Selon FAO (2022), les systèmes maraîchers intensifs favorisent l'accumulation de bioagresseurs si la rotation culturale est insuffisante.

L'humidité élevée et la mauvaise aération, surtout en serre, créent un environnement propice au développement des maladies du poivron. La monoculture prolongée épuise le sol et favorise l'accumulation de pathogènes, tandis que l'utilisation de semences non certifiées introduit des agents infectieux dès le début de la culture (Messiaen *et al.*, 1991). Un excès d'azote rend les tissus végétaux plus tendres et plus attractifs pour les ravageurs, et une mauvaise gestion de l'irrigation affaiblit les plants tout en augmentant leur sensibilité aux maladies (Blancard, 2012).

VI.1. Principales maladies du poivron

Selon FAO (2022), les systèmes maraîchers intensifs favorisent l'accumulation de bioagresseurs si la rotation culturale est insuffisante.

L'humidité élevée et la mauvaise aération, surtout en serre, créent un environnement propice au développement des maladies du poivron. La monoculture prolongée épuise le sol et favorise l'accumulation de pathogènes, tandis que l'utilisation de semences non certifiées introduit des agents infectieux dès le début de la culture (Messiaen *et al.*, 1991). Un excès d'azote rend les tissus végétaux plus tendres et plus attractifs pour les ravageurs, et une mauvaise gestion de l'irrigation affaiblit les plants tout en augmentant leur sensibilité aux maladies (Blancard, 2012).

VI.1.1. Maladies fongiques

Parmi les maladies cryptogamiques les plus redoutées sur poivron, on peut citer le mildiou (*Phytophthora capsici*), très destructeur, provoquant le flétrissement et la pourriture des racines et du collet. Suivi de l'oïdium (*Leveillula taurica*), très fréquent en serre. Il cause des taches jaunes et un feutrage blanc sous les feuilles. Le botrytis (*Botrytis cinerea*), pourriture grise sur fruits et tiges, surtout en humidité élevée. Enfin, l'alternariose (*Alternaria spp.*), qui se manifeste par des taches brunes sur feuilles et fruits (Messiaen et Blancard, 1991).

Parmi les maladies bactériennes susceptibles d'attaquer le poivron, la tache bactérienne "*Xanthomonas spp.*", provoque des taches foliaires anguleuse et des lésions nécrotiques sur feuilles et fruits, très fréquentes en climat chaud et humide. Le flétrissement bactérien (*Ralstonia solanacearum*) est un problème majeur en zones chaudes (Jones *et al.*, 2004).

VI.1.2. Maladies virales

Les virus de la mosaïque du tabac (TMV) et de la mosaïque du concombre (CMV), ainsi que le virus de la jaunisse en cuillère de la tomate (TYLCV) transmis par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*), affectent gravement les cultures de poivron (Marchoux *et al.*, 2001). Ces infections virales se manifestent par un nanisme sévère des plantes, des déformations foliaires et des fruits, entraînant une baisse significative de la production globale (Polston et Anderson, 1997 ; Brunt *et al.*, 1996).

VI.2. Principaux ravageurs

Les pucerons (*Aphis gossypii* et *Myzus persicae*) provoquent la succion de la sève et transmettent des virus, tandis que les mouches blanches (*Bemisia tabaci*) constituent un ravageur majeur en serre (Blancard, 2012). Les thrips (*Frankliniella occidentalis*) causent des dégâts directs sur les plantes et agissent également comme vecteurs de virus (INRAE Ephytia, s.d.). De plus, les acariens (*Tetranychus urticae*) entraînent un jaunissement et un dessèchement du feuillage, tandis que les nématodes (*Meloidogyne* spp.) provoquent la formation de galles racinaires et affaiblissent les plants. Pour limiter ces attaques en agriculture biologique, l'évaluation et l'application d'extraits fermentés d'ortie (*Urtica* spp.) démontrent une activité biopesticide et répulsive notable, notamment contre les populations de pucerons et d'acariens (Abdelhafid, 2024 et Tartera, 2021).

VI.2.1. Mesures phytosanitaire (lutte intégrée)

La prévention des maladies et ravageurs du poivron repose sur plusieurs mesures clés : l'utilisation de variétés résistantes adaptées aux conditions locales, la rotation culturale sur 3 à 4 ans pour rompre le cycle des pathogènes, et la désinfection du sol par solarisation ou biofumigation pour réduire la charge initiale en agents infectieux (Gullino *et al.*, 2022). La surveillance régulière des ravageurs permet de détecter précocement les infestations et d'intervenir rapidement. De plus, la lutte intégrée comprend l'utilisation de la lutte biologique via des auxiliaires naturels contre les thrips et les mouches blanches, ainsi que des traitements phytosanitaires raisonnés appliqués uniquement lorsque nécessaire (Lambion *et al.*, 2020 ; Malais et Ravensberg, 2003). Enfin, l'hygiène culturale, notamment l'élimination rapide des plants infectés, empêche la propagation des maladies et réduit les sources d'inoculum dans la culture (INRAE Ephytia, s.d.).

***Chapitre II : Espèces
végétales utilisées comme bio-
pesticides***

I. Introduction

Les biofertilisants sont des substances naturelles appliquées aux semences, aux plantes ou directement au sol. Ils agissent en modifiant certains processus physiologiques et structuraux des végétaux (Jindo *et al.*, 2020). Ils favorisent notamment la germination, la croissance racinaire et végétative, la photosynthèse, l'absorption et l'assimilation des nutriments, ainsi que la tolérance aux stress abiotiques. De plus, ils participent à l'amélioration des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore dans le sol et stimulent l'activité des microorganismes édaphiques. Par ailleurs, ces substances renforcent la résilience des plantes face aux conditions environnementales défavorables (Parađiković *et al.*, 2019 ; Franzoni *et al.*, 2022). Lorsqu'ils sont appliqués de manière exogène, ces composés exercent une action comparable à celle des principales phytohormones, telles que les auxines, les gibbérellines et les cytokinines (Karoglan *et al.*, 2021).

II. *Urtica dioica*

II.1. Histoire et origine

L'ortie dioïque (*U. dioica*) a été décrite pour la première fois en 1753 par le botaniste suédois Carl Linnaeus dans son ouvrage *Species Plantarum*. Il s'agit d'une plante herbacée vivace, munie de poils urticants, qui se multiplie grâce à un rhizome jaune et traçant. Elle peut atteindre une hauteur d'environ 1,5 mètre. Cette espèce est qualifiée de dioïque, car les fleurs mâles et femelles se développent sur des pieds distincts (Chavoutier *et al.*, 2000).

L'ortie est mentionnée dans la pharmacopée depuis le I^{er} siècle jusqu'au début du XX^e siècle. Dès l'Antiquité, le médecin grec Galien soulignait déjà ses qualités nutritionnelles. Au XII^e siècle, l'ortie figurait même sur les armoiries du Schleswig-Holstein, témoignant de son importance culturelle et symbolique (Mostade, 2015).

Employée depuis l'Antiquité dans les médecines traditionnelles en Grèce et en Inde, l'ortie occupait une place notable dans les pratiques thérapeutiques européennes. Au Moyen Âge, Hildegarde de Bingen distinguait les grandes des petites orties et leur attribuait diverses vertus médicinales, notamment pour soulager les maux de tête, les angines et les douleurs gastriques (Mostade, 2015).

Originnaire d'Eurasie, l'ortie dioïque est une plante comestible malgré la présence de ses poils urticants. Sa saveur, plus ou moins piquante, varie selon les variétés (QA International, 2008). Actuellement, elle est largement répandue dans les régions tempérées du globe. Elle est plus abondante en Europe du Nord qu'en Europe du Sud, mais on la retrouve également en Afrique du Nord, en Asie ainsi qu'en Amérique du Nord et du Sud (Brisse *et al.*, 2003).



Figure 1 : *Urtica dioica* (Originale, 2026)

II.2. Dénominations vernaculaires

Selon Fleurentin (2008), les appellations françaises et anglaises de *Urtica dioica* sont :

- **Noms français :** Grande ortie, ortie piquante, ortie commune, ortie vivace ;
- **Nom anglais :** Stinging nettle.

D'après Beloued (1998), les appellations vernaculaires arabes sont :

- **Nom arabe** : El Hurrayq, Bent ennar, Bou zegdouf.

II.3. Répartition géographique

U. dioica est l'espèce d'ortie la plus grande et l'une des plus largement distribuées à l'échelle mondiale, notamment dans les régions tempérées. Très commune en Europe, elle s'adapte à une grande diversité de sols, à condition que ceux-ci soient riches en azote, ce qui explique son caractère nitrophile.

Cette plante est également considérée comme une espèce rudérale, car elle colonise préférentiellement les milieux perturbés et les zones influencées par l'activité humaine. Ainsi, on la rencontre fréquemment dans les haies, les jardins, à proximité des habitations, mais aussi sur les terrains en friche, les bords de routes, les fossés et les décombres (Bertrand, 2010).

II.4. Taxonomie de l'ortie selon Truffa-Bachi(1988)

Le genre *Urtica* comprend plusieurs espèces importantes, parmi lesquelles :

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Trachéobiontes
- Superdivision : Spermatophytes
- Division : Magnoliophytes
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Hamamélidés
- Ordre : Urticales
- Famille : Urticacées
- Genre : *Urtica*
- Espèce : *Urtica dioica*

II.5. Principales espèces du genre *Urtica*

Le genre *Urtica* comprend plusieurs espèces importantes, parmi lesquelles :

1. *Urtica dioica* L. ;
2. *Urtica urens* L. (ortie brûlante ou « petite ortie ») ;

3. *Urtica pilulifera* L. (ortie romaine ou « ortie pilule ») ;
4. *Urtica cannabina* L. ;
5. *Urtica atrovirens* Req. ;
6. *Urtica membranacea* Poiret.

II.6. Caractéristiques botaniques de l'ortie

Les caractéristiques botaniques de l'ortie sont définies comme suit :

II.6.1. Description morphologique

II.6.2. Port et appareil végétatif

U. dioica est une plante herbacée vivace, dioïque, pouvant atteindre 50 cm à 1,5 m de hauteur, voire davantage dans des conditions écologiques favorables (Rameau *et al.*, 1989). Elle forme fréquemment des peuplements denses grâce à un système de rhizomes traçants assurant une multiplication végétative efficace. Le système racinaire est constitué d'un rhizome souterrain jaune, horizontal et ramifié, permettant à la plante de coloniser rapidement les sols riches en azote. Cette caractéristique explique son abondance dans les milieux anthropisés et les terrains nitrophiles (Tison et de Foucault, 2014).

La tige est dressée, quadrangulaire, creuse et généralement peu ramifiée dans sa partie inférieure. Elle est recouverte, comme l'ensemble de la plante, de poils urticants (trichomes) contenant des substances irritantes telles que l'histamine, l'acétylcholine et la sérotonine, responsables de la réaction inflammatoire au contact (Bruneton, 2016). Les feuilles sont opposées, pétiolées, ovales à lancéolées, à base cordée et à marge fortement dentée. Leur limbe mesure généralement entre 5 et 15 cm de longueur. Elles présentent une nervation pennée bien marquée et sont également munies de poils urticants et de poils simples (Rameau *et al.*, 1989).

II.6.3. Appareil reproducteur

L'espèce est dioïque, ce qui signifie que les fleurs mâles et femelles sont portées par des individus distincts. Les fleurs, petites et verdâtres, sont regroupées en inflorescences axillaires pendantes. Les fleurs mâles possèdent quatre étamines dont la déhiscence explosive favorise la dispersion du pollen par le vent. Les fleurs femelles présentent un ovaire supère uniloculaire surmonté d'un stigmate plumeux adapté à la pollinisation anémophile (Tison et de Foucault, 2014). La floraison s'étend généralement du printemps à l'automne, selon les conditions

climatiques. Le fruit est un akène ovoïde, sec et indéhiscents, mesurant environ 1 mm de long et contenant une seule graine. La dissémination est principalement assurée par le vent et les animaux (Rameau *et al.*, 1989).

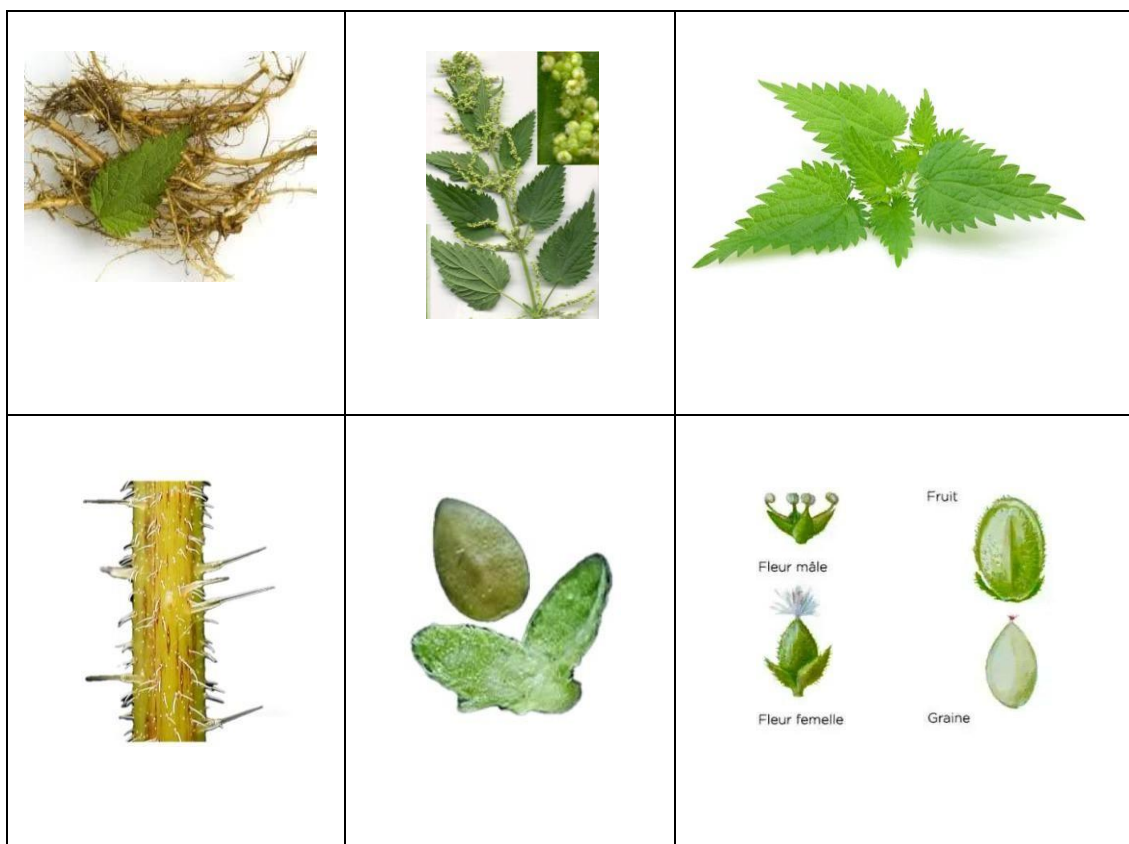


Figure 2 : Les différentes parties de l'ortie dioïque (Wikipédia, 2025).

II.7. Composition chimique de l'ortie dioïque

L'ortie dioïque, appartenant à la famille des *Urticaceae*, est une plante largement étudiée pour sa richesse en composés bioactifs et en nutriments essentiels. Les différentes parties de la plante, notamment les feuilles, les racines, les tiges et les graines, contiennent de nombreux constituants chimiques responsables de ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques. Parmi ces composés figurent les flavonoïdes, les vitamines, les sels minéraux, les acides organiques et divers métabolites secondaires (Linnaeus, 1753), *Species Plantarum*).

II.7.1. Éléments minéraux

Les feuilles d'ortie sont particulièrement riches en éléments minéraux indispensables à la nutrition des plantes. Parmi les principaux minéraux présents, on trouve :

Azote (N) et le potassium (K) et le calcium (Ca) et magnésium (Mg) et le phosphore (P) et le fer (Fe). Ces éléments jouent un rôle fondamental dans la croissance végétale, la

photosynthèse et le développement des tissus. La richesse en azote explique l'utilisation de l'ortie dans la préparation du purin d'ortie, largement employé comme fertilisant naturel en agriculture durable (Royal Botanic Gardens, Kew, Plants of the World Online POWO).

II.7.2 Composés phénoliques et flavonoïdes

L'ortie contient plusieurs composés phénoliques, notamment des flavonoïdes tels que la quercétine et le kaempférol. Ces molécules possèdent des propriétés antioxydantes et peuvent contribuer à la protection des plantes contre certains stress environnementaux et pathogènes (Flora Europaea, 1964-1993), Cambridge University Press).

Les acides phénoliques présents comprennent notamment l'acide caféique et l'acide chlorogénique.

II.7.3 Vitamines et pigments

Les feuilles d'ortie sont également riches en vitamines, notamment la vitamine C, la vitamine A (sous forme de caroténoïdes) et la vitamine K. Elles contiennent également une quantité importante de chlorophylle et de pigments caroténoïdes qui participent à l'activité photosynthétique et aux propriétés nutritionnelles de la plante (USDA. Plants Database).

II.7.4 Substances présentes dans les poils urticants

Les poils urticants caractéristiques de *Urtica dioica* contiennent plusieurs substances chimiques telles que l'histamine, l'acétylcholine, la sérotonine et l'acide formique. Ces composés sont responsables de la réaction irritante observée lors du contact avec la plante (Flora Europaea, 1964-1993), Cambridge University Press).

II.8. Importance agronomique

Grâce à sa richesse en nutriments et en composés bioactifs, l'ortie est largement utilisée en agriculture biologique pour la préparation d'extraits fermentés, notamment le purin d'ortie. Ce dernier est utilisé comme fertilisant naturel, stimulateur de croissance et parfois comme répulsif contre certains ravageurs (Royal Botanic Gardens, Kew, Plants of the World Online POWO).

Tableau 1 : Valeur nutritionnelle moyenne des feuilles d'ortie (pour 100g des feuilles fraîches) (Rutto et al., 2013)

Constituants	Quantité moyenne
Eau	80 – 88 g
Protéines	5 – 9 g
Glucides	6 – 8 g
Lipides	0.5 – 1.5 g
Fibres alimentaires	2 – 3 g
Calcium	400 – 700 mg
Fer	2 – 5 mg
Magnésium	70 – 80 mg
Potassium	300 – 500 mg
Phosphore	70 – 90 mg
Vitamine C	100 – 300 mg
Vitamine A (caroténoïdes)	2000 – 5000 UI

Ces valeurs peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment les conditions pédoclimatiques, le stade de développement de la plante et la méthode de récolte.

Le chrysanthème de couronne (*C. coronarium*), une plante appartenant à la famille des Astéracées, suscite un intérêt particulier dans ce domaine. Traditionnellement cultivé pour ses usages ornementaux et alimentaires, ce végétal est également reconnu pour ses propriétés bioactives, notamment ses composés secondaires à potentiel insecticide (Chari *et al.*, 2021). Ces substances naturelles, principalement des lactones sesquiterpéniques et des monoterpènes, agissent comme des répulsifs ou des toxiques pour plusieurs espèces d'insectes ravageurs, contribuant ainsi à la protection des cultures de manière plus respectueuse de l'environnement (Haouas *et al.*, 2012).

Dans un contexte de transition vers une agriculture durable, l'étude du chrysanthème de couronne comme bio-insecticide apparaît donc pertinente. Elle permet non seulement de valoriser une ressource végétale accessible, mais aussi de réduire la dépendance aux produits chimiques de synthèse (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

III. Le chrysanthème

Le chrysanthème appartient à la famille des Astéracées (*Asteraceae*), l'une des plus grandes familles de plantes à fleurs. Cette plante est largement cultivée comme plante ornementale et certaines espèces possèdent également des propriétés médicinales et insecticides.

III.1. Classification botanique selon Spichiger (2002)

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Asteridae
- Ordre : Asterales
- Famille : Asteraceae
- Tribu : Anthemideae
- Sous-famille : Asteroideae
- Genre : *Chrysanthemum*
- Espèce : *Chrysanthemum coronarium* L.
- Noms commun : Chrysanthème à couronne, Chrysanthème des jardins.

Le genre *Chrysanthème* comprend plusieurs espèces cultivées, parmi lesquelles Chrysanthème à couronne est la plus utilisée en horticulture.

III.2. Morphologie du chrysanthème

Le chrysanthème est une plante herbacée vivace, cultivée principalement pour ses fleurs décoratives.

III.2.1. Système racinaire

Les racines sont fines et nombreuses, ce qui permet une bonne absorption de l'eau et des nutriments dans les sols riches (Rameau *et al.*, 1989).

III.2.2. Tige

La tige est dressée, cylindrique et ramifiée. Elle peut atteindre une hauteur de 30 à 150 cm selon l'espèce et les conditions de culture. La tige est généralement verte et légèrement pubescente.

III.2.3. Feuilles

La tige est dressée, cylindrique et ramifiée. Elle peut atteindre une hauteur de 30 à 150 cm selon l'espèce et les conditions de culture, et se montre généralement verte et légèrement pubescente.

III.2.4. Inflorescence

L'inflorescence est un capitule, typique de la famille des Asteraceae. Elle est composée de deux types de fleurs :

- **Fleurs ligulées** (périphériques) : souvent colorées et décoratives.
- **Fleurs tubulées** (centrales) : généralement jaunes et fertiles.

Les fleurs peuvent présenter différentes couleurs : blanc, jaune, rose, rouge ou violet.

III.2.5. Fruit

Le fruit est un akène, petit fruit sec contenant une seule graine.

III.3. Caractéristiques chimiques du chrysanthème

Le chrysanthème contient plusieurs composés chimiques biologiquement actifs, responsables de ses propriétés médicinales et insecticides.

III.4. Principaux composés biochimiques

Le tableau ci-dessous donne les principaux composés biochimiques selon (Yuan *et al.*, 2020).

Tableau 2 : Les principaux composés biochimiques (Yuan *et al.*, 2020).

Composés	Exemples	Propriétés
Flavonoïdes	Luteoline, apigénine	Antioxydants et anti-inflammatoires
Pyréthrine	Pyrethrine I et II	Insecticides naturels
Acides phénoliques	Acide caféique, acide chlorogénique	Activité antioxydante
Huiles essentielles	Camphre, bornéol	Activité antimicrobienne
Caroténoïdes	Bêta-carotène	Pigments et antioxydants

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1 Objectif du travail

La présente étude a consisté à évaluer le potentiel biofertilisant de l'extrait d'ortie et l'efficacité bioinsecticide de deux extraits naturels élaborés à partir d'ortie et de chrysanthème sur la culture du poivron de variété Majister.

I.2 Zones d'études

I.2.1 La Ferme expérimentale de l'université de Mostaganem

La ferme expérimentale est située au nord-ouest de l'Algérie, dans la commune de Mazagran de la wilaya de Mostaganem qui s'étend sur une superficie de 2 269 km² (DPAT Mostaganem, 2024). La wilaya de Mostaganem est délimitée :

- ✓ À l'est par les wilayas de Chlef et Relizane ;
- ✓ Au sud par Relizane et Mascara ;
- ✓ À l'ouest par Mascara et Oran.

I.2.2 Le climat

La wilaya de Mostaganem bénéficie d'un climat de type semi-continental, marqué par des hivers modérés. Les précipitations annuelles varient entre 350 mm et 400 mm, notamment sur les hauteurs des monts Dahra (DPAT Mostaganem, 2024).

I.2.3 Site d'expérimentation et de collecte du matériel végétal

L'expérimentation a été menée sous serre plastique au sein de la ferme expérimentale de l'Université de Mostaganem, située à Mazagran. Les matières premières végétales "*U. dioica* et *C. coronarium*" utilisées dans cette étude ont été collectées dans la ferme expérimentale de Mazagran.



Figure 3 : Ferme et serre expérimentale du site de Mazargan par satellite (Google Maps, 2026)

I.3 Produits utilisés dans la préparation de nos solutions

Afin de bien effectuer nos essais, nous avons eu besoin d'eau distillée, feuilles et tiges d'ortie, et de chrysanthème.

I.3.1 Matériel végétal

Les essais ont concerné 105 plants de poivron, de la variété Majistère, obtenu comme don de la pépinière Izdihar de la commune de Sirat.

La variété Majister est une variété hybride F1 de poivron doux (*Capsicum annuum* L.), généralement de type blocky (carré), destinée principalement à la culture sous serre ou en plein champ selon les pays.

I.3.2 Caractéristiques morphologiques générales (Majister F1)

Le poivron de type carré (Blocky) se caractérise par des fruits à chair épaisse et ferme, généralement composés de 3 à 4 lobes. Les fruits présentent une couleur verte à maturité commerciale puis deviennent rouges à maturité physiologique. La plante possède un port vigoureux et un cycle cultural précoce à semi-précoce, ce qui favorise une production rapide et adaptée aux différentes conditions de culture. Grâce à la qualité de ses fruits et à leur bonne résistance au transport, ce type de poivron est principalement destiné au marché frais (Bosland et Votava, 2012 ; Rubatzky et Yamaguchi, 1997).

Identification botanique de la variété Majister :

- Famille : Solanaceae
- Genre : *Capsicum*
- Espèce : *Capsicum annuum*
- Type variétal : Hybride F1
- Nom commercial : Majister F1.

I.3.3 Préparation de la serre et des plants de poivron

I.3.4 Plantation

La préparation du sol de la serre a été réalisée par les ouvriers agricoles de la ferme expérimentale de Mazagran, ainsi qu'à l'installation du système d'irrigation goutte à goutte et à la mise en place du paillage, la plantation des plants de poivron a été effectuée le 29/12/2025.



Figure 4 : Préparation et plantation du poivron sous serre (Original, 2026)

I.3.5 Plan expérimental adopté

Nous avons retenu 96 plants de poivron qui ont été répartis en 4 blocs composés de 24 plants chacun, ou chaque bloc comportait 4 lignes avec 6 plants. Dans chaque bloc, nous avons retenu 4 plants pour les essais.

Les traitements effectués étaient de l'ordre de 4 types à savoir :

- ✓ T1 : à base de l'extrait d'ortie ;
- ✓ T2 : à base d'extrait de chrysanthème ;
- ✓ T3 : synergie d'ortie et de chrysanthème ;
- ✓ T4 (Témoin) : à base d'eau de puit.

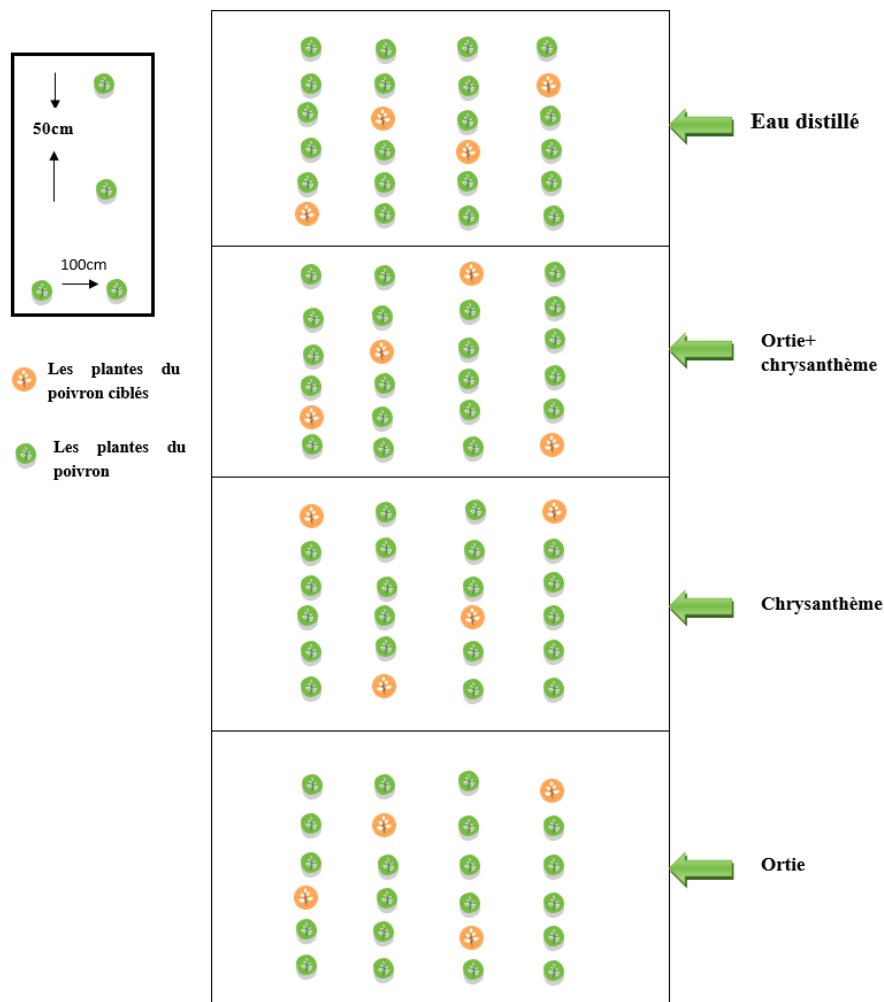


Figure 5 : Plan expérimental adopté

I.3.6 Préparation de l'extrait fermenté d'ortie

Après la collecte de la plante d'ortie (*U. dioica*), les parties aériennes ont été soigneusement nettoyées afin d'éliminer les salissures, les impuretés ainsi que les résidus de cailloux. Un rinçage minutieux a ensuite été effectué à plusieurs reprises à l'aide d'eau de puit pour garantir la pureté du matériel végétal.

Une bouteille vide en plastique d'une capacité de 8 litres a été utilisée comme récipient de fermentation. Celle-ci a été remplie à moitié avec la biomasse fraîche d'ortie, puis une cuillère à soupe de saccharose a été ajoutée afin de fournir une source de carbone nécessaire au processus de fermentation.

Le reste du volume de la bouteille a été complété avec de l'eau de puit, après quoi le récipient a été hermétiquement fermé (Le bouchon de la bouteille a été perforé pour faciliter le dégagement des gaz générés au cours du processus de fermentation). Afin de protéger le contenu de la lumière, la bouteille a été enveloppée dans une pellicule plastique noire opaque. Le mélange a ensuite été conservé à l'abri de la lumière, dans un endroit sec, pendant une période de 10 jours.

I.3.7 Filtration et conditionnement de l'extrait fermenté

Dix jours après le début de la fermentation, initiée le 29 décembre 2025, l'extrait a été filtré à l'aide d'une passoire afin de séparer la phase liquide des résidus végétaux. Le filtrat obtenu, riche en composés actifs, a ensuite été transféré dans des récipients en plastique. Ces derniers ont été recouverts d'un film plastique noir opaque dans le but de les protéger de l'exposition à la lumière, qui pourrait altérer la stabilité des substances bioactives. La figure ci-après présente de manière schématique les différentes étapes de la préparation de l'extrait naturel à base de feuilles d'ortie.



Figure 6 : Préparation du biostimulant liquide d'*U. dioica* (Original, 2026)

I.4 Préparation d'insecticide organique

L'insecticide organique a été préparé à partir de l'extrait obtenu par macération d'ortie et de chrysanthème à couronne dans de l'eau de puit.

Pour ce faire, nous avons utilisé des contenants de 5 litres pour la préparation, où chaque bouteille a été chargée à 50 % de son volume avec de l'ortie et chrysanthème fraîchement récoltées. Les bouteilles ont été ensuite complétées avec de l'eau distillée jusqu'à atteindre leur capacité maximale. Afin d'éviter toute exposition lumineuse, les bouteilles ont été entièrement recouvertes d'un film plastique noir opaque. L'ajout d'une cuillère à soupe de saccharose visait à soutenir le métabolisme microbien durant la phase de fermentation (Fig. 8 et 7).

Dans le but de prévenir toute altération du processus, les bouteilles ont été stockées dans un environnement sombre. Quarante-huit heures après le début du processus, le mélange a été filtré, et la solution résultante a été utilisée pour traiter les plantes par contact foliaire (Fig. 9).



Figure 7 : Préparation du bio insecticide liquide de chrysanthème à couronne (*C. coronarium*) (Original, 2026)



Figure 8 : Les différents insecticides organique appliqué (Original, 2026)

I.4.1 Traitement par les biostimulants

L'opération des traitements par les différents extraits a débuté le 12/02/2026, cette opération est répétée une fois chaque 10 jours sur une période de 4 mois. Les traitements consistés à irriguer les plants de chaque bloc par les extraits retenus ainsi que l'eau de puit pour le bloc témoin (Fig. 10).

Où nous avons arrosé les plants retenus pour l'expérimentation par différentes doses de solution :

- ✓ **Témoin** : 24 plants irrigués à l'eau du puit ;
- ✓ **T25** : 24 plants fertilisés avec 75% d'eau distillée et 25% d'extrait d'ortie ;
- ✓ **T50** : 24 plants fertilisés avec 50% d'eau distillée et 50% d'extrait ;
- ✓ **T 100** : 24 plants fertilisés avec 100% d'ortie.

Sachant que tous les plants sont irrigués tous les 2 jours afin d'éviter leur dessèchement.



Figure 9 : Processus de traitement des différents blocs (Original, 2026).

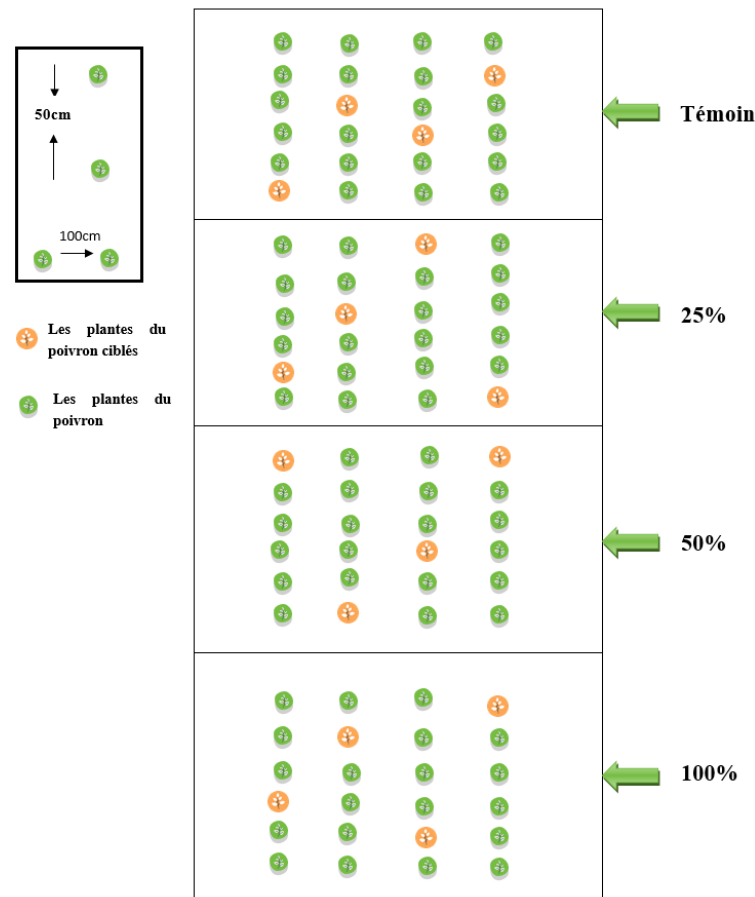


Figure 10 : Traitement par les biostimulants (Original, 2026)

I.4.2 Entretien des cultures

Nous avons effectué l'opération de désherbage en deux étapes, une à la date du 05/02/2026, et la seconde le 11/03/2026. Il nous a été permis de constater que la présence du film noir du paillage a permis à réduire l'apparition des espèces compétitives d'adventices. En effet, le but du désherbage est l'élimination des plantes adventices en compétition pour l'eau et la nutrition et la diminution de leur impact sur la croissance des plants étudiés (Fig. 12).



Figure 11 : Photo comparative entre présence et absence des adventices dans la serre (Original, 2026)

I.4.3 Suivi de la croissance des plants sous serre

Après la mise en place des plants dans la serre en plastique, un suivi régulier a été effectué tout au long de la période de croissance. Des mesures ont été prises de manière périodique, incluant la hauteur des plants, le nombre de feuilles ainsi que le nombre de fleurs. Ces observations ont été réalisées avant et après l'application des engrais organiques, afin d'évaluer leur effet sur le développement végétatif et reproductif des cultures (Fig. 13).



Figure 12 : Processus de mesure des longueurs des plants (Original, 2026)

Au cours de l'expérimentation, un problème phytopathologique a été observé avec l'apparition de l'antracnose, une maladie fongique affectant de nombreuses espèces cultivées. Le développement de cette pathologie a été favorisé par les conditions microclimatiques de la serre, caractérisées par une température élevée et une forte humidité relative. En effet, la condensation et l'accumulation d'eau sur les parois ont créé un environnement propice à la germination et à la dissémination des spores fongiques.

Afin de limiter la progression de la maladie, nous avons optés à la mise en place de mesures correctives pour réduire l'humidité ambiante et améliorer l'aération de la serre. De ce fait, les fenêtres ont été ouvertes et un filet a été installé au niveau des deux portes, permettant ainsi une meilleure circulation de l'air tout en limitant l'entrée des insectes (Fig. 14).



Figure 13 : Opérations culturales pour prévenir la maladie de l’anthracnose (Original, 2026)

I.4.4 Évaluation sanitaire des plants

Le développement des plants a été suivi de manière périodique en mesurant, à chaque intervalle, la longueur des plants, le nombre de feuilles et le nombre de fleurs. Avant chaque application de compost organique et d’insecticide, ces paramètres étaient relevés afin d’établir une base comparative. Deux jours avant chaque traitement, des échantillons foliaires ont été prélevés aléatoirement pour être observés au microscope optique, dans le but de détecter la présence éventuelle d’insectes nuisibles ou d’autres agents pathogènes (Fig. 15).

Le suivi du développement des plants a été assuré de manière régulière tout au long de l’expérimentation. Avant chaque application de compost et du traitement insecticide, plusieurs paramètres morpho-phénologiques ont été relevés, notamment la hauteur des plants, le nombre de feuilles, le nombre de fleurs, ainsi que le nombre et le poids des fruits produits. Trois jours

après chaque traitement, des échantillons de feuilles ont été prélevés sur les plants traités afin d'être examinés sous loupe binoculaire. Cette observation microscopique visait à identifier la présence éventuelle d'insectes, qu'ils soient nuisibles ou inoffensifs. Ce protocole a permis d'évaluer non seulement la dynamique de croissance végétative et reproductive des cultures, mais aussi l'impact des traitements sur la pression exercée par les ravageurs (Fig. 13 et 16).



Figure 14 : Observation des échantillons au laboratoire sous loupe binoculaire (Original, 2026)



Figure 15 : Processus de récolte des fruits (Original, 2026).

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1 Effet des biostimulants sur les plants de poivron

L'application de l'extrait d'ortie comme biostimulant naturel a eu un effet positif sur la croissance et la production du poivron par rapport au témoin.

Concernant le nombre de feuilles, les plants traités avec l'ortie ont présenté une augmentation progressive au cours de l'expérimentation. À la fin du suivi, le traitement à 100 % et celui à 50 % ont donné des résultats supérieurs au témoin, ce qui montre que l'ortie favorise le développement végétatif et la formation de nouvelles feuilles (Fig. 17).

Pour la longueur de la tige, le traitement à 100% a enregistré les valeurs les plus élevées durant toute la période d'observation. Les traitements à 50 % et 25 % ont également amélioré la croissance par rapport au témoin. Cette amélioration peut être liée à la richesse de l'ortie en éléments minéraux, en acides aminés et en substances stimulantes favorisant la croissance des plants (Fig. 18).

En ce qui concerne le nombre de fruits, le traitement à 100 % a donné les meilleurs résultats avec le plus grand nombre de fruits récoltés, suivi du traitement à 50 %, puis du traitement à 25 %, tandis que le témoin a enregistré les valeurs les plus faibles. Ces résultats suggèrent que l'ortie améliore non seulement la croissance végétative mais aussi la productivité de la culture (Fig.19).

D'une manière générale, les résultats obtenus montrent que l'utilisation de l'extrait d'ortie comme biostimulant naturel a un effet bénéfique sur la croissance et le rendement du poivron. L'efficacité du traitement semble augmenter avec la concentration appliquée, le traitement à 100 % étant le plus performant pour la majorité des paramètres étudiés.

Les résultats indiquent que l'extrait d'ortie agit comme un biostimulant naturel efficace. La dose de 100 % a donné les meilleurs résultats pour la longueur de la tige et le nombre de fruits, ce qui démontre son potentiel pour améliorer la croissance et la productivité du poivron en culture sous serre.

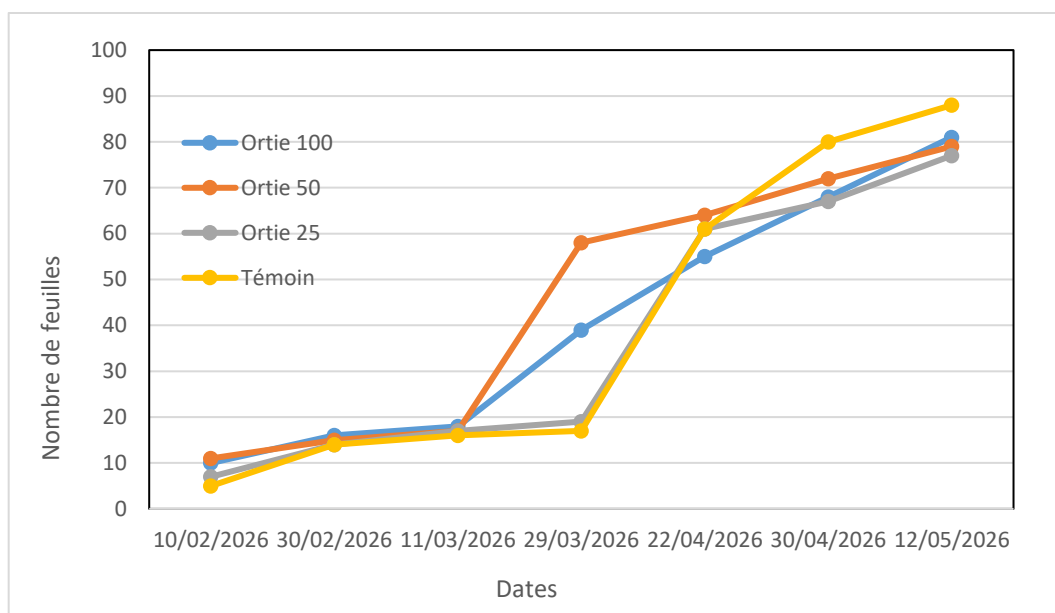


Figure 16 : Effet du biostimulant de l'ortie sur le nombre de feuille

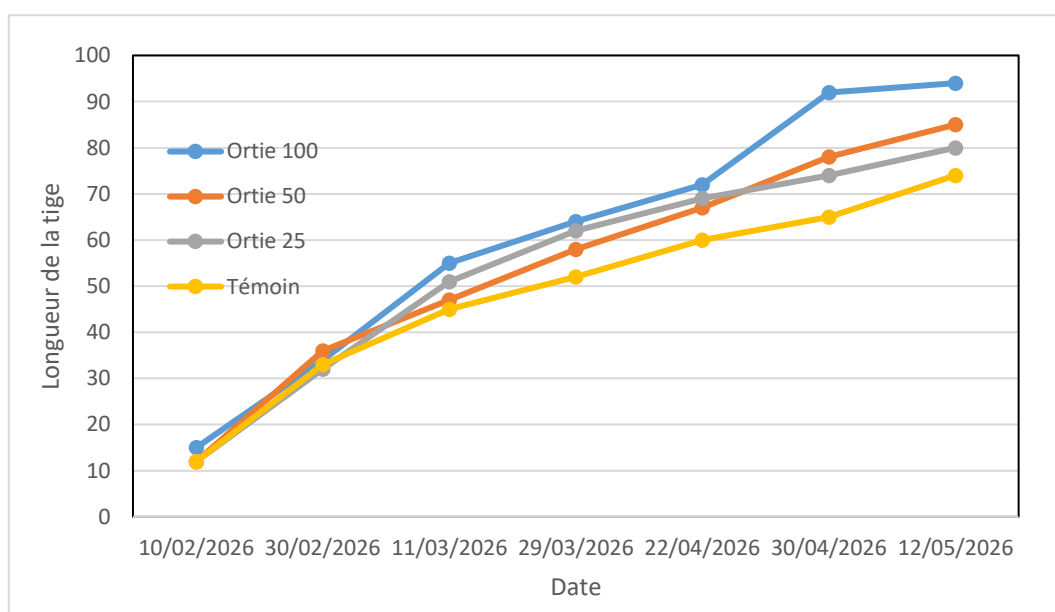
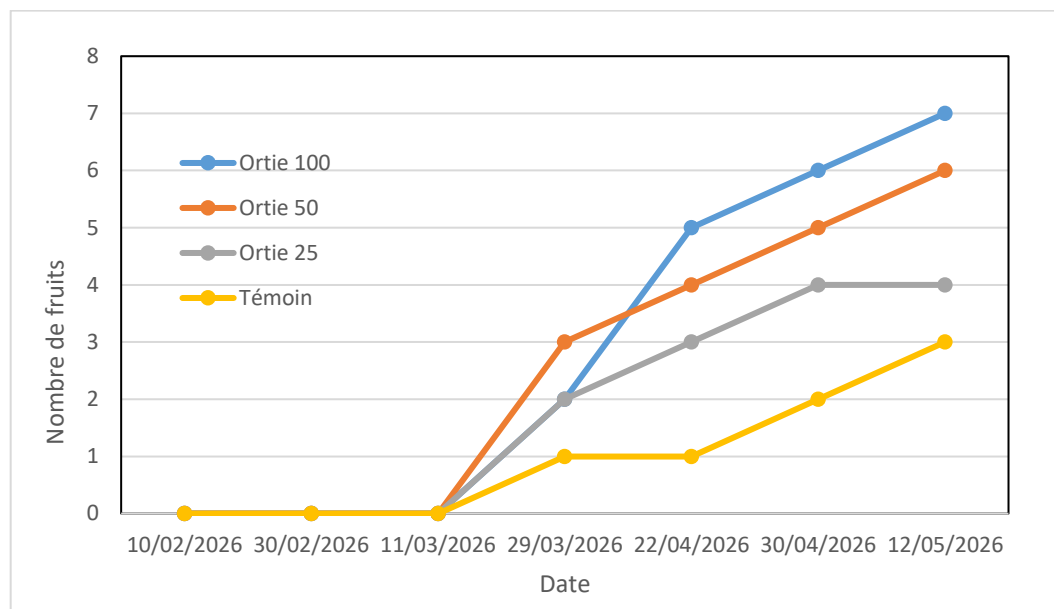


Figure 17 : Effet du biostimulant de l'ortie sur la longueur des tiges**Figure 18 :** Effet du biostimulant de l'ortie sur le nombre de fruit du poivron

Les résultats obtenus montrent que les extraits végétaux ont exercé un effet positif sur les paramètres de croissance du poivron, notamment la longueur de la tige, le nombre de feuilles et le nombre de fruits. Parmi les différents traitements, l'extrait d'*U. dioica* a présenté les meilleures performances, traduisant son important pouvoir biostimulant. Cette amélioration peut être expliquée par la richesse de l'ortie en éléments minéraux essentiels, tels que l'azote, le potassium, le calcium et le magnésium, ainsi qu'en composés bioactifs comme les flavonoïdes, les polyphénols et les acides organiques, qui stimulent les activités physiologiques, favorisent la division cellulaire et améliorent l'absorption des nutriments. Une meilleure croissance végétative se traduit par une surface foliaire plus développée, une activité photosynthétique plus élevée et une accumulation accrue des assimilats nécessaires à la floraison et à la fructification, ce qui explique l'augmentation du nombre de fruits observée dans notre étude.

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Saïd (2025), qui a montré que l'application des extraits d'*U. dioica* améliore significativement la croissance et le développement des cultures maraîchères, en augmentant la vigueur des plants et leur potentiel

productif. Ils concordent également avec les conclusions de Krache (2023), qui soulignent que les extraits végétaux riches en métabolites secondaires agissent comme des biostimulants naturels capables d'améliorer la nutrition minérale, de renforcer les mécanismes de défense des plantes et d'optimiser leur développement. L'amélioration simultanée de la longueur des tiges, du nombre de feuilles et du nombre de fruits observée dans notre expérimentation confirme ainsi l'intérêt de l'utilisation d'*U. dioica* comme alternative écologique aux intrants conventionnels dans la culture du poivron sous serre, tout en contribuant à une meilleure croissance et à une augmentation de la productivité.

II.2 Efficacité globale des bio insecticides testés

Les résultats obtenus dans cette étude mettent en évidence l'efficacité variable des extraits végétaux à base d'ortie (*U. dioica*) et de chrysanthème (*C. coronarium*) dans la réduction des populations de trois ravageurs principaux : l'aleurode (*Bemisia tabaci*), le puceron (*Aphis gossypii*) et le tétranyque (*Tetranychus urticae*). Ces résultats s'inscrivent dans un contexte de recherche croissante sur les alternatives phytosanitaires aux pesticides chimiques de synthèse, en réponse aux préoccupations environnementales et sanitaires qui leur sont associées.

Dans l'ensemble, les traitements à base de plantes médicinales ont permis de maintenir les populations de ravageurs à des niveaux significativement inférieurs à ceux du témoin non traité, confirmant le potentiel biocide de ces extraits. Cependant, des différences notables ont été observées selon la nature du ravageur ciblé et le type d'extrait utilisé.

II.2.1 Effet des traitements sur aleurode (*Bemisia tabaci*)

L'aleurode constitue le ravageur le mieux contrôlé par les traitements biologiques testés. Le témoin non traité a enregistré une progression importante de tous les stades biologiques (oeufs, larves, adultes), atteignant respectivement 60, 46 et 36 individus à la dernière observation, illustrant la dynamique naturelle non entravée de ce ravageur dans des conditions favorables.

L'extrait d'ortie seul a montré l'efficacité la plus marquée contre l'aleurode, maintenant les populations d'oeufs à zéro et les larves et adultes à des niveaux très faibles (4 larves et 5 adultes au maximum) (Fig. 23). Ce résultat peut être attribué à la présence de composés bioactifs dans l'ortie, notamment des acides organiques, des flavonoïdes et des composés soufrés, qui exercent des effets répulsifs et ovicides reconnus dans la littérature (Boulogne *et al.*, 2012). Ces substances perturbent la ponte et le développement des stades immatures de l'aleurode.

L'extrait de chrysanthème présente également une activité insecticide non négligeable, notamment grâce aux pyréthrine naturelles qu'il contient. Ces molécules agissent sur le système nerveux des insectes en bloquant les canaux sodiques voltage-dépendants (Davies *et al.*, 2007). Cependant, son efficacité contre l'aleurode demeure inférieure à celle de l'ortie, avec des populations de larves atteignant 16 individus et d'adultes 11 individus en fin d'expérimentation (Fig. 24).

De manière inattendue, la synergie ortie + chrysanthème n'a pas montré d'effet additif ou potentialisateur contre l'aleurode. Les populations observées dans ce traitement combiné sont comparables ou légèrement supérieures à celles du chrysanthème seul (Fig. 25). Ce résultat suggère une possible interférence entre les principes actifs des deux extraits, pouvant conduire à une antagonisation partielle de leurs effets respectifs. Des phénomènes similaires ont été décrits dans la littérature lors de la combinaison de composés à modes d'action différents (Isman, 2006). Cette observation mérite d'être approfondie par des analyses biochimiques des interactions entre molécules actives.

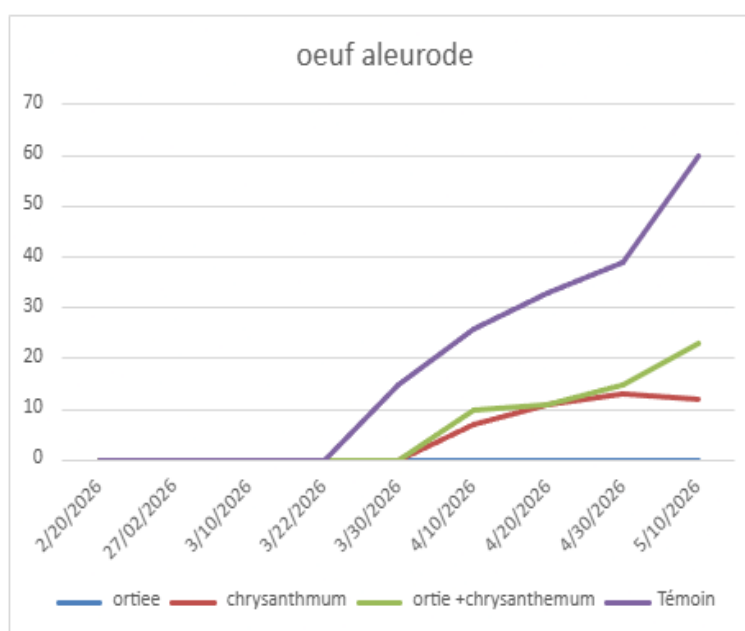


Figure 19 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les œufs de *B. tabaci*

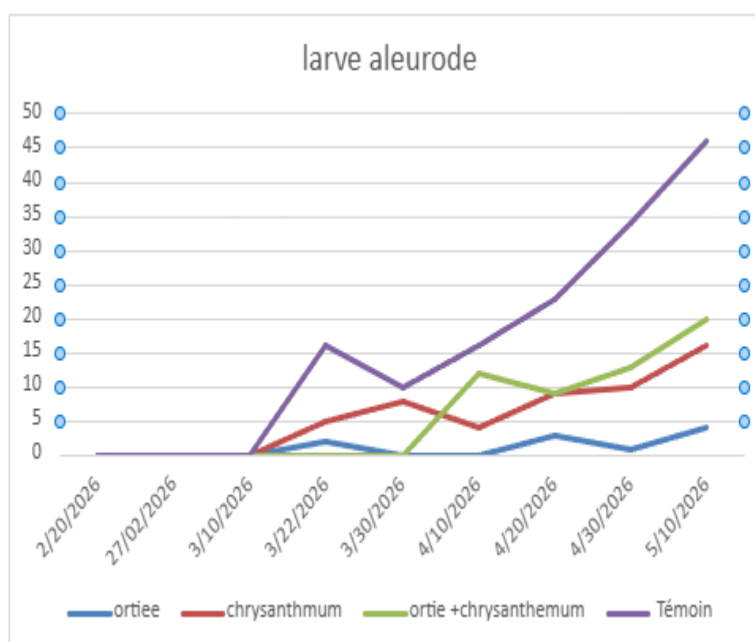


Figure 20 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les larves de *B. tabaci*

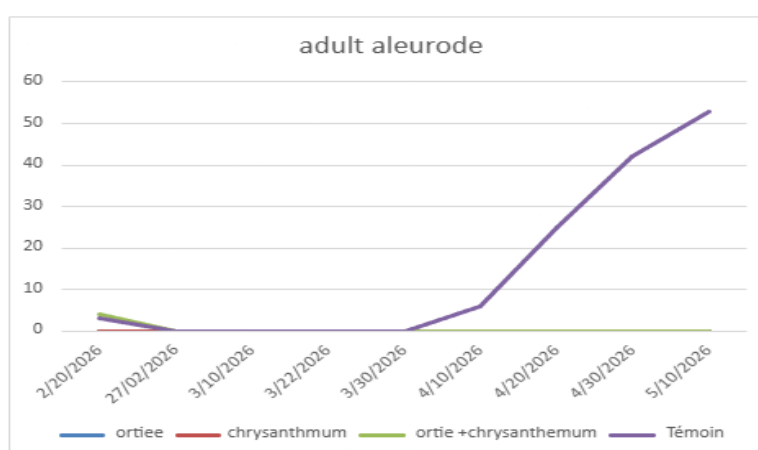


Figure 21 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les adultes de *B. tabaci*

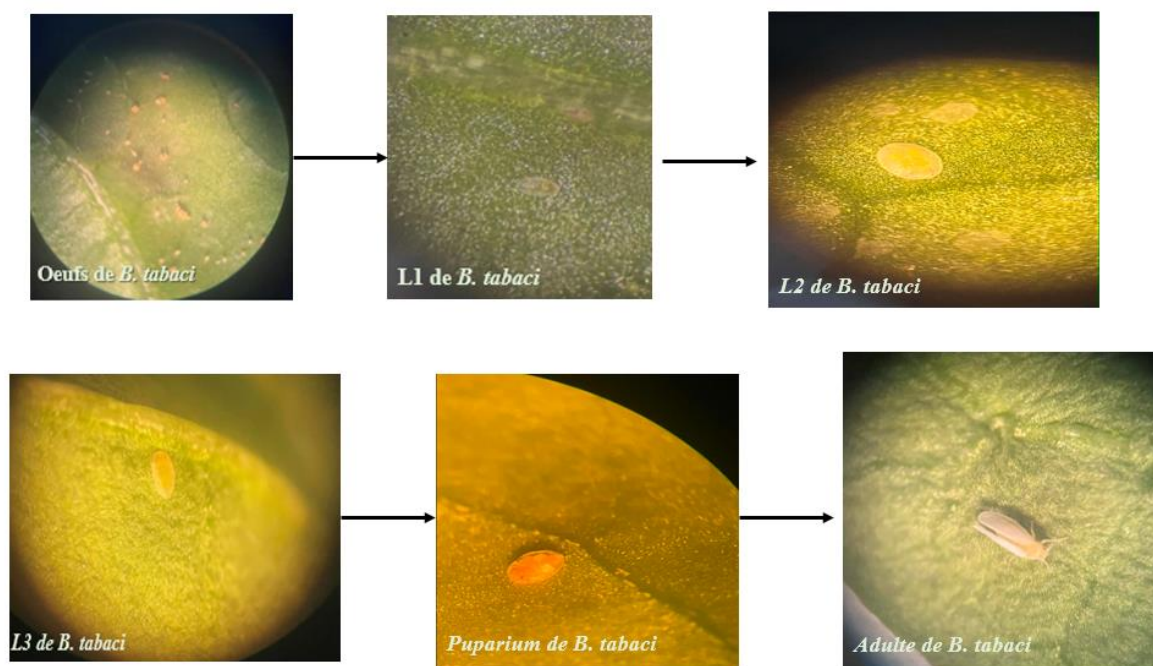


Figure 22 : Différents stades biologique de *B. tabaci*

Les résultats obtenus montrent que les traitements à base d'extraits végétaux ont permis de réduire considérablement les populations de *B. tabaci* par rapport au témoin, démontrant ainsi leur efficacité dans le contrôle de ce ravageur. L'extrait d'*U. dioica* s'est distingué par les meilleurs résultats en maintenant un faible nombre d'œufs, de larves et d'adultes tout au long de l'expérimentation. Cette efficacité peut être attribuée à la présence de composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les polyphénols et les terpènes, connus pour leurs propriétés répulsives, anti-alimentaires et insecticides, qui perturbent le développement et la reproduction de l'aleurode.

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Saïd (2025), qui a également observé une réduction significative des populations de *B. tabaci* après l'application d'extraits d'*U. dioica* sur des cultures maraîchères. De même, Krache (2023), souligne que les extraits végétaux riches en métabolites secondaires constituent une alternative efficace aux insecticides chimiques en limitant les infestations tout en préservant les équilibres biologiques de l'agroécosystème. L'efficacité observée dans cette étude confirme ainsi le potentiel des bio-insecticides d'origine végétale comme outil de lutte intégrée contre *B. tabaci*, contribuant à une protection durable des cultures de poivron sous serre et à la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires de synthèse.

II.2.2 Effets des traitements sur les pucerons

Les résultats obtenus pour les pucerons (*A. gossypii*) (Fig. 25) appellent une analyse nuancée. La population du témoin est restée à zéro tout au long de l'expérimentation, ce qui constitue un résultat inhabituel qui peut s'expliquer par l'absence naturelle de pression aphidienne sur les plantes témoins au cours de la période d'essai, ou par des conditions climatiques défavorables au développement des pucerons sur ces plants spécifiques.

En ce qui concerne les traitements, l'extrait d'ortie seul a permis de limiter les populations d'*A. gossypii* à des niveaux modérés (maximum 9 individus), avec une certaine fluctuation au cours du temps. L'extrait de chrysanthème a présenté une dynamique plus progressive, atteignant 23 individus à l'avant-dernière observation (Fig. 24). Ces valeurs demeurent relativement faibles et peuvent être considérées comme acceptables du point de vue agronomique.

En revanche, le traitement combiné ortie + chrysanthème a enregistré les populations de pucerons les plus élevées de l'essai (51 individus au 9^e jours). Cette observation est paradoxale et nécessite une discussion approfondie. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées ; premièrement, une interaction antagoniste entre les composés bioactifs des deux extraits qui réduirait leur efficacité combinée contre les pucerons ; deuxièmement, un effet indirect lié à l'élimination d'organismes auxiliaires (prédateurs ou parasitoïdes) présents naturellement et sensibles à la combinaison des deux extraits ; troisièmement, un effet sub-léthal qui stimulerait la reproduction des pucerons exposés, phénomène documenté chez certains aphides soumis à un stress chimique modéré (Hardie et Minks, 1999). Ces hypothèses devront être vérifiées dans des essais ultérieurs incluant le suivi de la faune auxiliaire.

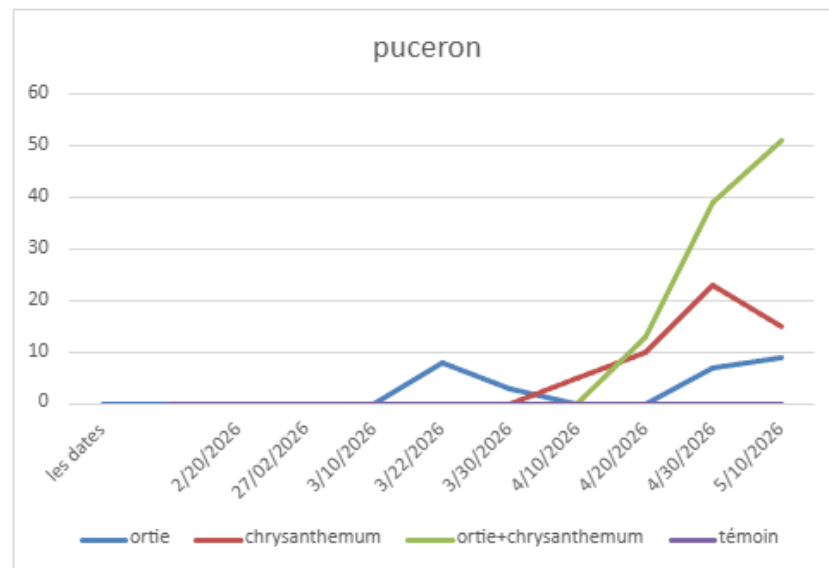


Figure 23 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les populations du puceron *A. gossypii*



Figure 24 : Puceron *A. gossypii*

Les résultats obtenus montrent que les différents traitements à base d'extraits végétaux ont influencé les populations d'*A. gossypii*, avec une efficacité plus marquée pour l'extrait d'*U. dioica*. Ce traitement a permis de maintenir un faible niveau d'infestation par rapport au témoin, ce qui peut être expliqué par la présence de composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les tanins, les polyphénols et les acides organiques, connus pour leurs propriétés répulsives et anti-alimentaires. En revanche, l'association d'*U. dioica* et de *C. coronarium* n'a pas montré une efficacité supérieure à celle de l'ortie seule, suggérant que l'interaction entre les différents composés actifs peut influencer leur activité biologique.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Saïd (2025), qui a rapporté une diminution significative des populations de pucerons après l'application d'extraits végétaux, notamment d'*U. dioica*, sur des cultures maraîchères (Tomate et piment). Les résultats obtenus dans cette étude confirment ainsi le potentiel de l'ortie comme bio-insecticide naturel efficace pour la gestion durable des populations d'*A. gossypii* dans la culture du poivron sous serre.

II.2.3 Effets des traitements sur le tétranyque (*Tetranychus urticae*)

Les résultats concernant le tétranyque sont particulièrement démonstratifs. Le témoin non traité a présenté une explosion exponentielle des populations à partir de la 6^e observation, atteignant 53 individus à la dernière date de relevé. Cette dynamique est cohérente avec la biologie de *T. urticae*, espèce à reproduction rapide dont les populations peuvent s'accroître très rapidement dans des conditions thermiques favorables (Fig. 26). En revanche, les trois traitements biologiques ortie seul, chrysanthème seul et la combinaison ont maintenu les populations de tétranyques à zéro à partir de la deuxième observation, à l'exception d'une valeur initiale de 4 individus dans le traitement combiné lors du premier relevé. Ce résultat atteste d'une efficacité remarquable et homogène des extraits végétaux testés contre cet acarien (Fig. 26).

L'efficacité acaricide de l'ortie peut être liée à la présence de terpènes et d'huiles essentielles qui perturbent le système respiratoire et reproducteur des acariens (Koul *et al.*, 2008). Les pyréthrine du chrysanthème, bien que principalement connues pour leur action insecticide, présentent également une activité acaricide documentée (Casida et Quistad, 1995). L'efficacité totale des traitements contre ce ravageur représente l'un des résultats les plus encourageants de cette étude, suggérant que les deux extraits sont particulièrement indiqués pour la lutte contre *T. urticae*.

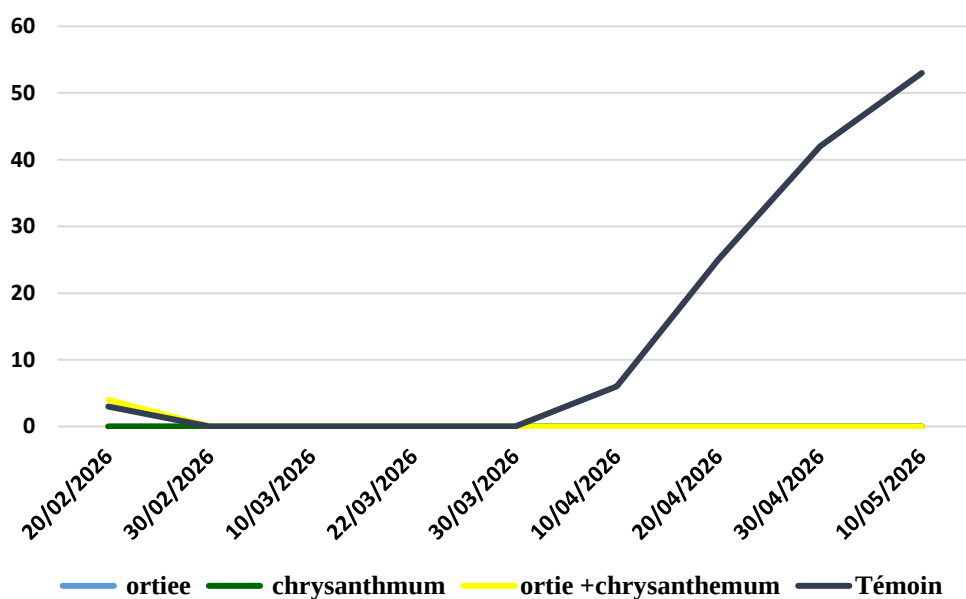


Figure 25 : Effet des différents extraits bioinsecticides sur les populations du le tétanyque (*Tetranychus urticae*)



Figure 26 : Deutochrysalide, œufs et L1 de *Tetranychus urticae*

Les résultats obtenus montrent que les extraits végétaux testés ont exercé un effet très efficace sur les populations de *T. urticae* par rapport au témoin, qui a présenté les niveaux d'infestation les plus élevés. Les traitements à base d'*U. dioica*, de *C. coronarium* ainsi que leur combinaison ont permis de maintenir des populations très faibles, voire quasi nulles,

démontrant ainsi leur potentiel acaricide. Cette efficacité peut être attribuée à la présence de métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les terpènes, les composés phénoliques et les huiles essentielles, capables de perturber l'alimentation, le développement et la reproduction des acariens.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Saïd (2025), qui a rapporté une réduction importante des populations de ravageurs après l'application d'extraits végétaux, mettant en évidence leur intérêt comme alternative naturelle aux pesticides conventionnels. La forte diminution des populations de *T. urticae* observée dans cette étude confirme ainsi que les extraits d'*U. dioica* et de *C. coronarium* constituent des solutions écologiques prometteuses pour protéger durablement les cultures de poivron sous serre tout en limitant le recours aux acaricides chimiques.

II.2.4. Analyse statistique de l'effet bioinsecticide des différents extraits végétaux

Les résultats obtenus ont subi une analyse de variance par le logiciel statistique SPSS, en utilisant ANOVA suivi du test Tukey, ils sont représentés sous forme de moyenne $\pm$ d'écart type. Les résultats sont considérés non significatifs lorsque $P > 0,05$ significatif si $P \leq 0,05$.

L'analyse de variance (ANOVA) a révélé un effet significatif des traitements sur les populations d'œufs, de larves et d'adultes d'aleurodes ainsi que sur les tétranyques ($p < 0,05$) (Tab. 3). Le traitement à base d'ortie a présenté la plus forte efficacité, réduisant significativement les effectifs de tous les stades d'aleurodes par rapport au témoin. Une inhibition totale de la ponte des aleurodes a été observée sous traitement à l'ortie. Concernant les tétranyques, les traitements d'Ortie et de Chrysanthème ont permis une suppression complète des populations. En revanche, aucune différence significative n'a été observée pour les pucerons ($p > 0,05$) (Tab. 3). Ces résultats démontrent le potentiel insecticide et acaricide de l'extrait d'*Urtica dioica* dans le domaine de la protection des cultures sous serre.

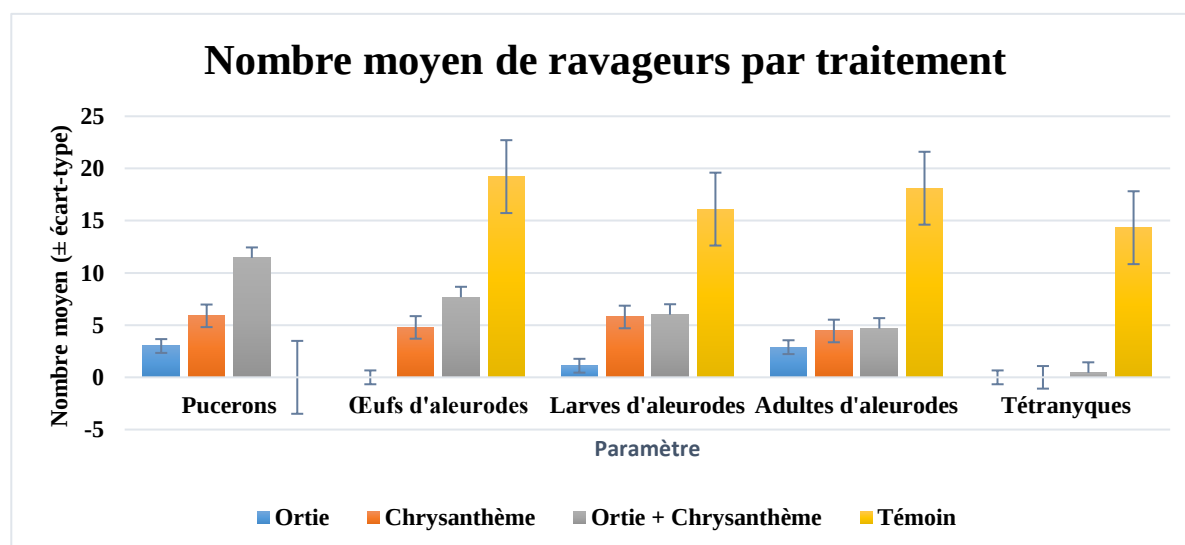


Figure 27 : Etude comparative entre les différents traitements à l'égard des bio-agresseurs du poivron

II.2.5 Discussion sur l'effet de synergie

La synergie entre extraits végétaux est souvent évoquée comme un moyen d'améliorer l'efficacité des bioinsecticides tout en réduisant les doses nécessaires (Isman, 2006 ; Boulogne *et al.*, 2012). Les résultats de la présente étude n'ont pas confirmé cet effet de synergie de manière systématique. Si la combinaison ortie + chrysanthème s'est montrée aussi efficace que les traitements individuels contre le tétranyque, elle s'est révélée moins performante contre l'aleurode et a été associée aux plus fortes populations de pucerons.

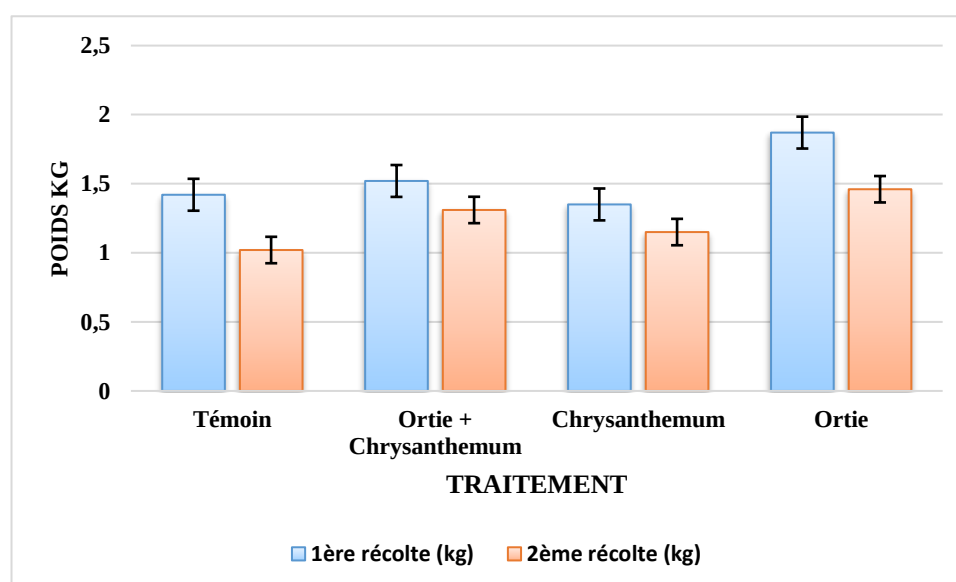
Ces observations suggèrent que l'effet de combinaison dépend fortement de l'espèce cible et que des interactions complexes entre les molécules bioactives des deux extraits peuvent survenir. Il est possible que les composés de l'ortie et du chrysanthème entrent en compétition pour les mêmes sites d'action chez certains ravageurs, ou que l'un des extraits interfère avec la biodisponibilité ou la stabilité de l'autre. Des études de formulation et d'interactions biochimiques seraient nécessaires pour éclaircir ces mécanismes.

Par ailleurs, le ratio de mélange utilisé dans cette étude (ortie 100% + chrysanthème) constitue une variable importante. Il est envisageable qu'un ratio différent permettrait d'optimiser l'efficacité du mélange tout en préservant l'activité de chaque composé. Des études dose-réponse avec différentes proportions de mélange seraient recommandées pour les recherches futures.

II.2.6 Effet des bio insecticides sur le rendement de la culture

Tableau 3 : Poids de récolte par traitement (1^{ère} et 2^{ème} récolte).

Traitement	1 ^{ère} récolte (kg)	2 ^{ème} récolte (kg)	Variation (%)
Témoin	1,42	1,02	- 28,2 %
Ortie seule	1,87	1,46	- 21,9 %
Chrysanthème seul	1,35	1,15	- 14,8 %
Ortie + Chrysanthème	1,52	1,31	- 13,8 %
Total général	33,54	29,30	- 12,6 %

**Figure 28:** Poids de récolte par traitement (1^{ère} et 2^{ème} récolte).

L'analyse des poids de récolte constitue un indicateur agro-économique essentiel, permettant d'évaluer non seulement l'efficacité phytosanitaire des traitements mais également leur impact sur la production végétale. Les résultats obtenus mettent en évidence des différences significatives entre les traitements lors de la 1^{ère} récolte, qui se maintiennent dans les mêmes proportions lors de la 2^{ème} récolte.

Le traitement à base d'ortie seule a produit les poids les plus élevés lors des deux récoltes, avec respectivement 1,87 kg et 1,46 kg en moyenne. Ce résultat est particulièrement remarquable car il surpasse non seulement le témoin non traité, mais également les autres bioinsecticides testés. Cet avantage peut être interprété selon deux mécanismes complémentaires. D'une part, la réduction efficace des populations de ravageurs (aleurodes et

tétranyques) qui aurait préservé l'intégrité foliaire et la capacité photosynthétique des plantes ; d'autre part, l'effet biostimulant bien documenté des extraits d'ortie. En effet, *U. dioica* est reconnue pour sa richesse en éléments minéraux (azote, potassium, fer), en acides aminés et en phytohormones qui stimulent la croissance végétale et améliorent la résistance des plantes (Kaur *et al.*, 2017). Ainsi, l'ortie aurait agi simultanément comme bioinsecticide et comme biostimulant, ce qui expliquerait le rendement supérieur observé.

Le traitement ortie + chrysanthème occupe la deuxième position lors de la 1ère récolte (1,52 kg en moyenne) et maintient une bonne production lors de la 2ème récolte (1,31 kg), avec la plus faible variation entre les deux récoltes (- 13,8 %). Ce résultat suggère que, bien que la combinaison n'ait pas démontré de synergie insecticide marquée dans toutes les situations, elle contribue positivement au maintien du rendement au fil du temps. Cela peut s'expliquer par une complémentarité d'action. Le chrysanthème assurerait une protection chimique par ses pyréthrine, tandis que l'ortie apporterait un effet nutritif et biostimulant à la plante.

II.2.6.1. Analyse du rendement du témoin non traité

Le témoin non traité présente des résultats qui méritent une analyse attentive. Avec 1,42 kg à la 1ère récolte, il occupe la 3ème position, devant le chrysanthème seul (1,35 kg). Ce constat indique que, malgré la pression parasitaire observée sur ce traitement (forte progression des aleurodes et tétranyques), la plante a pu assurer un rendement relativement acceptable lors de la première récolte. Cela peut s'expliquer par le fait que les dommages causés par les ravageurs se traduisent souvent avec un décalage temporel sur le rendement. Les populations de ravageurs ont progressé au cours de l'essai, et leur impact maximal sur la production se manifeste davantage lors de la 2ème récolte.

Effectivement, le témoin enregistre la plus forte chute de rendement entre la 1ère et la 2ème récolte (- 28,2 %), ce qui confirme l'effet cumulatif de la pression des ravageurs sur la production. Ce résultat démontre de manière éloquent l'intérêt des traitements phytosanitaires biologiques. En l'absence de protection, le rendement se détériore progressivement et de façon marquée au cours du cycle de production.

II.2.6.2 Efficacité relative du chrysanthème sur le rendement

L'extrait de chrysanthème seul présente le poids de récolte le plus faible lors de la 1ère récolte (1,35 kg), mais avec une perte relative modérée entre les deux récoltes (- 14,8 %). Ce profil particulier, rendement initial limité mais relativement bien maintenu dans le temps, peut

s'expliquer par le mécanisme d'action des pyréthrine. Ces molécules exercent une pression insecticide efficace sur les ravageurs adultes, limitant ainsi la progression des populations au fil du temps, mais n'apportent pas les effets biostimulants de l'ortie qui auraient amélioré le rendement initial.

Par ailleurs, des études ont montré que les pyréthrine peuvent, à certaines concentrations, exercer un léger effet phytotoxique sur les plantes traitées, notamment en conditions de forte luminosité, ce qui pourrait expliquer le rendement initial modéré dans ce traitement (Isman, 2006).

II.2.6.3 Évolution du rendement entre la 1ère et la 2ème récolte

Une tendance générale à la baisse du rendement entre la 1ère et la 2ème récolte est observée pour l'ensemble des traitements. Cette évolution est cohérente avec la dynamique normale d'une culture en fin de cycle, où la capacité productive des plantes tend à diminuer avec l'âge et l'accumulation des stress biotiques et abiotiques.

Cependant, l'ampleur de cette baisse varie significativement selon les traitements. Les traitements à base de bioinsecticides ont tous maintenu des pertes de rendement inférieures à celles du témoin (13,8 % à 21,9 % contre 28,2 % pour le témoin), confirmant l'intérêt de la protection phytosanitaire biologique pour préserver la durabilité de la production au cours du temps. Le traitement ortie + chrysanthème se distingue par la plus faible perte relative (- 13,8 %), ce qui suggère un effet protecteur plus durable de la combinaison sur le maintien de la production.

Ces résultats sont en accord avec les travaux de Thacker (2002), qui souligne que la gestion intégrée des ravageurs, incluant les bioinsecticides à base de plantes, permet non seulement de réduire les dommages directs des ravageurs mais également de préserver le potentiel productif des cultures sur la durée.

II.3 Discussion

Les résultats obtenus montrent que l'application des bio insecticides a eu un effet positif sur le rendement de la culture du poivron. Les traitements à base d'extraits végétaux, en particulier celui d'*U. dioica*, ont permis d'obtenir les meilleures productions par rapport au

témoin, tandis que l'association *U. dioica* et *C. coronarium* a contribué à maintenir une production plus stable entre les différentes récoltes. Cette amélioration du rendement peut être expliquée par l'action combinée des bio insecticides, qui ont réduit les infestations des principaux ravageurs tout en préservant l'intégrité des feuilles et des fruits, favorisant ainsi une meilleure activité photosynthétique et une utilisation plus efficace des ressources nutritives.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Saïd (2025), qui a montré que l'utilisation des extraits végétaux, notamment l'extrait d'*U. dioica*, améliore non seulement la protection des cultures contre les ravageurs, mais aussi leur croissance et leur productivité. Ils concordent également avec les conclusions de Karache (2023), qui souligne que les bio insecticides d'origine végétale constituent une composante essentielle des stratégies de lutte intégrée, permettant de réduire les pertes de rendement causées par les bio agresseurs tout en limitant l'utilisation des pesticides de synthèse. Ainsi, les résultats de cette étude confirment que les extraits d'*U. dioica* et de *C. coronarium* représentent des alternatives écologiques efficaces pour améliorer durablement la productivité du poivron sous serre et promouvoir une agriculture plus respectueuse de l'environnement.

En conclusion, cette étude confirme le potentiel des extraits aqueux d'ortie et de chrysanthème comme bioinsecticides efficaces contre les principaux ravageurs des cultures légumières. L'ortie seule s'est révélée être le traitement le plus performant contre l'aleurode, tandis que les deux extraits ont démontré une efficacité remarquable contre le tétranyque. La synergie entre les deux extraits n'a pas produit les effets attendus de manière systématique, et son comportement vis-à-vis des pucerons mérite des investigations supplémentaires.

Ces résultats apportent une contribution scientifique utile au développement de méthodes de protection végétale respectueuses de l'environnement et s'inscrivent pleinement dans les objectifs actuels de réduction des pesticides chimiques dans l'agriculture durable.

Conclusion générale

En conclusion, cette étude confirme le potentiel agro-écologique majeur des extraits aqueux d'ortie (*U. dioica*) et de chrysanthème à couronne (*C. coronarium*) dans la protection et la fertilisation de la culture du poivron sous serre. L'extrait d'ortie seule s'est révélé être le traitement le plus performant, agissant à la fois comme un excellent biostimulant de la croissance végétative à sa concentration maximale (100 %) et comme un bio-insecticide efficace contre l'aleurode *B. tabaci*.

Face aux acariens (*T. urticae*), les deux extraits ont démontré une efficacité éradicatrice totale. Néanmoins, l'absence d'une synergie systématique entre l'ortie et le chrysanthème, notamment vis-à-vis des pucerons, souligne la complexité des interactions biochimiques qui méritent des investigations futures. Sur le plan agronomique, l'utilisation de l'ortie seule a permis d'obtenir le meilleur rendement et de stabiliser la production en fin de cycle par rapport au témoin. Ces résultats apportent une contribution scientifique utile au développement de méthodes de protection végétale respectueuses de l'environnement, s'inscrivant pleinement dans la réduction des pesticides chimiques en agriculture durable.

Perspectives

- Optimiser les concentrations des extraits végétaux.
- Tester d'autres proportions du mélange ortie–chrysanthème.
- Évaluer l'efficacité sur d'autres cultures maraîchères.
- Réaliser des essais en plein champ.
- Identifier les composés actifs responsables de l'activité bio insecticide.
- Étudier l'effet sur les insectes auxiliaires.
- Développer une formulation plus stable et facile d'utilisation.
- Évaluer la rentabilité économique de ces bio-intrants.
- Comparer ces extraits avec d'autres bio-pesticides naturels.
- Valoriser l'ortie et le chrysanthème dans une agriculture durable.

Références bibliographiques

- **Abdelhafid, A.** (2024). [Référence citée dans le texte – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **Agrichem Algérie.** (2016). [Référence citée dans le texte – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **ANDI.** (2021). Monographie de la Wilaya de Mostaganem. Agence Nationale de Développement de l'Investissement, Ministère de l'Industrie, République Algérienne Démocratique et Populaire.
- **Andrews, J.** (1995). Peppers: The Domesticated Capsicums (New ed.). University of Texas Press.
- **Beloued, A.** (1998). Plantes médicinales d'Algérie (2e éd.). Office des Publications Universitaires (OPU).
- **Bertrand, B.** (2010). Saveurs d'ortie : Une plante sauvage aux vertus insoupçonnées. Éditions de Terran.
- **Blancard, D.** (2012). Maladies de la Tomate : Identifier, Connaître, Maîtriser. Éditions Quæ.
- **Bosland, P. W.** (2012). Chiles: History, cultivation, and uses. In Chiles: Culture, Phytochemistry, and Health Effects. CABI Publishing.
- **Bosland, P. W., & Votava, E. J.** (2012). Peppers: Vegetable and Spice Capsicums (2nd ed.). Crop Production Science in Horticulture, CABI Publishing.
- **Boulogne, I., Petit, P., Ozier-Lafontaine, H., Desfontaines, L., & Loranger-Merciris, G.** (2012). Insecticidal and acaricidal activity of cymene and essential oil of *Lavendula angustifolia* against *Tetranychus urticae*. *Phytochemistry Letters*, 5(1), 122–132.
- **Brisse, H., de Foucault, B., & Grandjouan, G.** (2003). Phytosociologie et répartition géographique d'*Urtica dioica* L. en Europe et Afrique du Nord. *Acta Botanica Gallica*, 150(2), 185–199.
- **Bruneton, J.** (2016). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (5e éd.). Tec & Doc – Lavoisier.

- **Brunt**, A. A., Crabtree, K., Dallwitz, M. J., Gibbs, A. J., Watson, L., & Zurcher, E. J. (Eds.). (1996). Viruses of Plants: Descriptions and Lists from the VIDE Database. CAB International.
- **Casida**, J. E., & Quistad, G. B. (1995). Pyrethrum Flowers: Production, Chemistry, Toxicology, and Uses. Oxford University Press.
- **Chari**, M., et al. (2021). Phytochemical screening and evaluation of insecticidal activity of *Glebionis coronaria* essential oils against crop pests. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24(3), 645–652.
- **Chavoutier**, L., et al. (2000). Flore de la France continentale. Société Botanique de France.
- **Czaja**, K., et al. (2015). [Référence citée dans le texte concernant *Urtica dioica* – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **Davies**, T. G. E., Field, L. M., Usherwood, P. N. R., & Williamson, M. S. (2007). DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life*, 59(3), 151–162.
- **DPAT Mostaganem**. (2024). Annuaire statistique officiel de la wilaya de Mostaganem. Direction de la Planification et de l’Aménagement du Territoire, Wilaya de Mostaganem.
- **FAO**. (2021). Crop production statistics: *Capsicum* spp. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **FAO**. (2022). Markets and economic importance of *Capsicum* production worldwide. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **Flamini**, G., et al. (2003). Essential oil composition of *Glebionis coronaria* (L.) **Tzvelev** (syn. *Chrysanthemum coronarium* L.) from Italy. *Journal of Essential Oil Research*, 15(3), 165–168.
- **Fleurentin**, J. (2008). Plantes médicinales : Traditions et thérapeutique. Éditions Ouest-France.
- **Flora Europaea**. (1964–1993). Cambridge University Press.
- **Fournier**, P. (1977). Les Quatre Flores de la France. Éditions Lechevalier.

- **Franzoni, G.**, et al. (2022). Biostimulants as a tool for improving vegetable crop quality and yield. *Agronomy*, 12(2), 351.
- **Gullino, M. L.**, Albajes, R., & Nicot, P. C. (Eds.). (2022). *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops* (2nd ed.). Springer.
- **Haouas, D.**, et al. (2012). Chemical composition and insecticidal activity of *Glebionis coronaria* (L.) Tzvelev essential oils from Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 160–165.
- **Hardie, J.**, & Minks, A. K. (1999). *Pheromones of Non-Lepidopteran Insects Associated with Agricultural Plants*. CABI Publishing.
- **Hayward, A. C.** (1991). Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annual Review of Phytopathology*, 29(1), 65–87.
- **Heywood, V. H.**, Brummitt, R. K., Culham, A., & Seberg, O. (2007). *Flowering Plant Families of the World*. Firefly Books.
- **INRAE**. (s.d.). Ephytia : Portail national d'identification des bioagresseurs et des maladies maraîchères. Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement. <http://ephytia.inra.fr>
- **Isman, M. B.** (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66.
- **Jindo, K.**, et al. (2020). Biostimulants in agriculture: A review of current research and future perspectives. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 7(1), 1–12.
- **Jones, J. B.**, Lacy, G. H., Bouzar, H., Stall, R. E., & Schaad, N. W. (2004). Reclassification of the xanthomonads causing bacterial spot on tomato and pepper. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54(4), 1163–1171.
- **Karoglan, M.**, et al. (2021). Plant-derived biostimulants: Effects on plant physiology and hormones. *Frontiers in Plant Science*, 12, 642310.
- **Katsube, T.**, et al. (2004). [Référence citée dans le texte concernant les pyréthrinés du chrysanthème – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].

- **Kaur, H., Kaur, H., & Kaur, S. (2017).** Biostimulant activity of *Urtica dioica* L. extract on plant growth and yield of tomato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(11), 2310–2317.
- **Koul, O., Walia, S., & Dhaliwal, G. S. (2008).** Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopesticides International*, 4(1), 63–84.
- **Krache, A. (2023).** [Référence citée dans le texte – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **Lambion, J., et al. (2020).** [Référence citée dans le texte concernant la lutte intégrée – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **Linnaeus, C. (1753).** *Species Plantarum* (Vol. 2). Laurentii Salvii.
- **Malais, M., & Ravensberg, W. J. (2003).** *Knowing and Recognizing: The Biology of Glasshouse Pests and Their Natural Enemies*. Koppert B.V.
- **Marchoux, G., Gebre-Selassie, K., & Palloix, A. (2001).** *Maladies à virus des Solanacées : Du génome viral à la protection des cultures*. INRA Éditions.
- **Messiaen, C.-M., Blancard, D., Rouxel, F., & Lafon, R. (1991).** *Les maladies des plantes maraîchères*. INRA Paris.
- **Ministère de l'Agriculture. (2025).** Fiche technique de la commune de Mazagran et statistiques maraîchères. Direction des Services Agricoles (DSA) de la Wilaya de Mostaganem.
- **Mostade, M. (2015).** *L'ortie à travers l'histoire : De la pharmacopée médiévale à l'agronomie moderne*. Éditions du Hêtre.
- **Olatunji, T. L., & Afolayan, A. J. (2018).** The suitability of chili pepper (*Capsicum annum* L.) for alleviating human micronutrient dietary deficiencies: A review. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2239–2251.
- **Ouedraogo, A. (2025).** Évaluation de l'effet de l'extrait d'*Urtica dioica* sur la croissance végétative des Solanacées. *Revue Africaine d'Agronomie*, 14(1), 45–52.
- **Paradiković, N., et al. (2019).** Biostimulants research in vegetable production: A review. *Journal of Central European Agriculture*, 20(1), 214–225.

- **Polston, J. E., & Anderson, P. K. (1997).** The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. *Plant Disease*, 81(12), 1358–1369.
- **QA International.** (2008). L'Encyclopédie visuelle des plantes comestibles. QA International Collectif.
- **Rameau, J. C., Mansion, D., & Dumé, G. (1989).** Flore forestière française : Plaines et collines (Vol. 1). Institut pour le Développement Forestier.
- **Regnault-Roger, C., Philogène, B. J., & Vincent, C. (2012).** Biopesticides d'origine végétale (2e éd.). Éditions Tec & Doc Lavoisier.
- **Rouphael, Y., & Colla, G. (2020).** Biostimulants in agriculture: Sustainable transition toward eco-friendly farming. *Frontiers in Plant Science*, 11, 40.
- **Royal Botanic Gardens, Kew.** Plants of the World Online (POWO). <https://powo.science.kew.org>
- **Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1997).** World Vegetables: Principles, Production, and Nutritive Values (2nd ed.). Chapman & Hall.
- **Rutto, L. K., Xu, Y., Ramirez, E., & Brandt, M. (2013).** *Mineral Properties and Dietary Value of Raw and Processed Stinging Nettle (Urtica dioica L.)*. *Journal of Food Research*.
- **Saïd, M. (2025).** [Référence citée dans le texte – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **Spichiger, R.-E. (2002).** Botanique systématique des plantes à fleurs (2e éd.). Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- **Tartera, C. (2021).** [Référence citée dans le texte concernant l'extrait fermenté d'ortie – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **Thacker, J. R. M. (2002).** An Introduction to Arthropod Pest Control. Cambridge University Press.
- **Tison, J.-M., & de Foucault, B. (2014).** Flora Gallica : Flore de France. Biotope Éditions.

- **Tomasi, N.**, et al. (2020). [Référence citée dans le texte concernant la situation phytosanitaire du poivron – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **Truffa-Bachi, P.** (1988). Taxonomie du genre *Urtica*. Bulletin de la Société Botanique de France, 135(2), 121–129.
- **Université de Boumerdès.** (2023). Évaluation de l'activité insecticide de l'ortie (*Urtica dioica* L.) contre les ravageurs des cultures. Mémoire de Fin d'Études, Faculté des Sciences.
- **USDA.** Plants Database. United States Department of Agriculture. <https://plants.usda.gov>
- **Wang, Y.**, et al. (2022). [Référence citée dans le texte concernant les métabolites secondaires du chrysanthème – détails bibliographiques à compléter par les auteurs].
- **Wikipédia.** (2025). *Urtica dioica*. <https://fr.wikipedia.org>
- **Yuan, H.**, et al. (2020). Comprehensive review of *Chrysanthemum* species: Nutritional profile, phytochemical composition, and health benefits. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 584–597.