



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIER ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للزراعة

Département : Zoologie Agricole et Forestière

قسم : علم الحيوان الزراعي و الغابي

Spécialité : Zoologie Agricole et Forestière:
Phytopharmacie

التخصص : علم الحيوان الزراعي و الغابي:
تطبيق الحماية الكيميائية للنبات

Mémoire De Fin D'études

En vue de l'obtention du Diplôme De Master

THEME

utilisation d'une bactérie entomopathogène *bacillus thuringiensis* comme agent de lutte biologique contre un ravageur des denrées stockées, cas de la vrillette du pain

Présenté Par : **Bendjabri Aya Malak**

Soutenu Publiquement le : 25/10/2025

Devant le jury composé de :

Président : **Mme.MORSLI Samira**

MCB-ENSA El-Harrach

Promoteur : **M. CHEBLI Abderrahmane**

MCA, ENSA El-Harrach

Examineurs : **M. BICHE Mohammed**
M. ABDELLAHOUM Zakaria

professeur, ENSA El-Harrach
MCB, ENSA El-Harrach

Sommaire

Dédicaces.....	3
Remerciement.....	5
Sommaire	10
Liste des figures.....	11
Liste des tableaux.....	13
Liste des abréviations	14
Introduction.....	1
Synthèse bibliographique	3
Chapitre I : Généralités sur les bactéries entomopathogènes.....	4
II. Généralités sur les bactéries entomopathogènes	5
III. Répartition géographique et localisation des bactéries entomopathogènes.....	6
IV. Mécanismes d'action des bactéries entomopathogènes chez les insectes.....	6
IV.1 Ingestion des spores et activation des toxines	6
IV.2 Liaison des toxines aux récepteurs intestinaux et formation de pores.....	6
IV.3 Effets physiopathologiques et septicémie.....	7
IV.4 Mécanismes alternatifs d'infection.....	7
IV.5 Spécificité d'hôte et mécanismes de résistance	7
V. Classification taxonomique des bactéries entomopathogènes	8
V.1. Genres et espèces entomopathogènes d'intérêt.....	9
V.2. Intérêt de la classification taxonomique en biocontrôle.....	9
VI. Composants chimiques des bactéries entomopathogènes :.....	9
VII. Souches et biotypes de <i>Bacillus thuringiensis</i>	10
VIII. Méthodes de culture et de production des bactéries entomopathogènes	11
VIII.1. Critères de choix de la méthode de production	11
VIII.2. Techniques de production des bactéries entomopathogène	12
VIII.2.1. Culture en milieu solide.....	12
VIII.2.2. Culture en milieu liquide	12
X. Propriétés des bactéries entomopathogènes.....	14
X.1. Propriétés physico-chimiques des bactéries entomopathogènes.....	14
X.2.1. Propriétés insecticides des bactéries entomopathogènes.....	15
X.2.2. Sélectivité et spécificité des bactéries entomopathogènes	15

XI.	Dynamique du marché des bactéries entomopathogènes.....	15
XII.	Domaines d'utilisation des bactéries entomopathogènes	15
Chapitre II : Généralités sur <i>Stegobium paniceum</i>.....		17
I.	Position systématique de <i>Stegobium paniceum</i> :	18
II.	Caractères morphologiques des différentes étapes de développement :.....	20
II.2.	la larve :	21
II.3.	La nymphe:	22
II.4.	L'adulte:	23
III.	Cycle biologique de <i>Stegobium paniceum</i> :.....	25
1.	Œuf	25
2.	Larve.....	25
3.	Nymphe.....	25
4.	Adulte.....	25
IV.	Répartition géographique du la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>):.....	26
V.1.	Dans le monde :	26
V.	Dégâts causés par la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>) :	27
VI.	Lutte contre la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>) :	29
VI.1.	Organisation et lutte contre la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>) en Algérie :	29
VI.2.	Méthodes de lutte contre la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>)	29
VI.2.1.	Lutte préventive :	29
VI.2.2.	Lutte mécanique et physique :.....	30
VI.2.3.	Lutte chimique :	31
VI.2.4.	Lutte biologique	32
Matériels et Méthodes		33
I.	Objectif :.....	34
II.1.	Matériel animal :.....	34
II.3.	Elevage de la vrillette du pain :	36
II.3.1	Origine du matériel biologique.....	36
II.3.2.	Conditions générales d'élevage.....	36
II.3.3.	Milieu alimentaire utilisé :	37
II.3.4.	Constitution des supports d'élevage :	38
II.3.5.	Mise en incubation	38
II.3.6.	Suivi biologique de la colonie	39
III.	Matériel bactérien :	39
III.1.	Présentation de <i>Bacillus thuringiensis</i> :.....	40
III.1.1.	Généralités:	40
III.1.2	Classification :	41

III.2.	Propriétés biochimiques de <i>Bacillus thuringiensis</i> :	42
III.2.1.	Formation des cristaux et cycle de vie:	42
III.2.2.	Structure et mécanisme d'action des toxines Cry:	42
III.2.3.	Protéines accessoires et facteurs de virulence :	43
III.2.4.	Régulation génétique et stabilité moléculaire	45
III.2.5.	Métabolisme et adaptabilité environnementale	45
III.2.6.	Implications pour la lutte contre les coléoptères des denrées stockées.....	45
III.3.	Méthodes de culture et de production de <i>Bacillus thuringiensis</i> :	46
III.3.1	Milieux de culture nutritifs et conditions de croissance :	46
III.3.2.	Paramètres physicochimiques et conditions de fermentation :	46
III.3.3.	Phases de croissance et cinétique de production :	46
III.3.4.	Procédés de fermentation et optimisation de la production :	46
III.3.5.	Préparation de l'inoculum et standardisation :	47
III.3.6.	Contrôle qualité et évaluation de la production :	47
IV.	Méthodes expérimentales :	47
IV.1.	Origine de Matériel bactérien <i>Bacillus thuringiensis</i> :	47
IV.2.	Culture de <i>Bacillus thuringiensis</i> :	48
IV.2.1	Culture sur milieu solide :	48
IV.3.	Tests qualitative de l'activité bioinsecticide de <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) par contact :	50
IV.3.1	Préparation de Milieu Liquide :	50
IV.3.2	Test Préliminaire : L'Eau Distillée comme Témoin :	51
IV.3.3	Test n°2 : Le Bouillon Nutritif comme Témoin:	52
IV.3.4	Test Clé : L'Action du <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) :	53
IV.3.5	Témoin négatif (insectes non traités) :	54
IV.4.	Test d'Ingestion : Évaluation de l'activité bio-insecticide de <i>Bacillus thuringiensis</i> par voie alimentaire :	55
IV.5.	Évaluation de l'Activité Insecticide de <i>Bacillus thuringiensis</i> à Différentes Concentrations:	57
V.	Traitement des données :	62
V.1.	Mortalité observée :	62
V.1.1	Mortalité corrigée:	62
V.1.2	Analyse statistique des résultats : ANOVA et test post-hoc de Tukey:	63
Résultats et Discussions		64
I.	Résultats:	65
I.1.	Résultats des tests préliminaires de l'effet bio-insecticide du <i>Bacillus thuringiensis</i> :..	65
I.1.1.	Effet de l'eau distillée et du bouillon nutritif sur le comportement des vrillettes du pain :	65

I.1.2.	Effet de l’eau distillée et du bouillon nutritif sur la mortalité des vrillettes du pain :	65
I.1.3.	Effet du bouillon de culture sur le comportement de la vrillette du pain :	66
I.1.4.	Effet du bouillon de culture sur la mortalité de la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>) :	66
I.1.4.1.	Test de contact :	66
I.1.4.2.	Comparaison multiple de Tukey et groupes homogènes :	69
I.1.4.3.	Test de d’ingestion :	70
I.1.4.4.	Comparaison multiple de Tukey et groupes homogènes :	72
I.1.4.5.	Effet des différentes dilutions du bouillon de culture (<i>Bacillus thuringiensis</i>) sur la mortalité de la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>) par ingestion :	72
I.1.4.6.	Comparaison multiple de Tukey et groupes homogènes :	75
I.1.4.7.	Analyse de la variance (ANOVA) à un facteur – Test par contact:	75
I.1.4.8.	Analyse de la variance (ANOVA) à un facteur– Test par ingestion :	76
I.1.4.9.	Analyse de la variance (ANOVA) à un facteur– Test par ingestion des différentes dilutions de <i>Bacillus thuringiensis</i> :	77
Discussions		79
II.	Discussions	80
II.1.	Discussions sur Effet de l’eau distillée et du bouillon nutritif sur le comportement des vrillettes du pain <i>Stegobium paniceum</i> :	80
II.2.	Discussions sur Effet de l’eau distillée et du bouillon nutritif sur la mortalité des vrillettes du pain <i>Stegobium paniceum</i>	81
II.3.	Discussions sur effet du bouillon de culture sur le comportement de la vrillette du pain :	82
II.4.	Discussions sur effet du bouillon de culture sur la mortalité de la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>) – Test de contact	83
II.5.	Discussions sur effet du bouillon de culture sur la mortalité de la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>) – Test d’ingestion :	84
II.6.	Discussions sur effet des différentes dilutions du bouillon de culture (<i>Bacillus thuringiensis</i>) sur la mortalité de la vrillette du pain (<i>Stegobium paniceum</i>) par ingestion:...	86
Conclusion et Perspectives		88
Conclusion		89
Références bibliographiques		91
Annexes		98
الملخص		101
Abstract		101
Résumé		101

العنوان: استخدام بكتيريا ممرضة للحشرات العُصيات الثورينجينية كعامل مكافحة بيولوجي ضد آفة المواد الغذائية المخزنة حالة خنفساء الخبز

الملخص: تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية البكتيريا الممرضة العُصيات الثورينجينية للحشرات في القضاء على حشرة خنفساء الخبز، وهي حشرة ضارة تسبب أضراراً كبيرة للمواد الغذائية المخزنة وتخلف خسائر اقتصادية فادحة. أجريت التجارب وفقاً لطريقتين للتعرض: عن طريق التلامس والابتلاع، باستخدام عدة تخفيفات من المحلول البكتيري وفترات تعرض مختلفة (24 و 48 و 72 ساعة). وأظهرت النتائج معدل وفيات كبير، خاصة عن طريق الابتلاع، مع زيادة تتناسب مع مدة التعرض والتركيز. وتؤكد هذه الملاحظات إمكانات البكتيريا العُصيات الثورينجينية كمبيد حشري بيولوجي فعال وآمن وصديق للبيئة، يمكن إدراجه في استراتيجيات مكافحة البيولوجية للحشرات التي تصيب المنتجات المخزنة.

الكلمات المفتاحية: العُصيات الثورينجينية، حشرة خنفساء الخبز، فعالية المبيدات الحشرية، مكافحة البيولوجية، البكتيريا الممرضة للحشرات.

Title: Use of an entomopathogenic bacterium (*Bacillus thuringiensis*) as a biological control agent against a stored product pest: the case of the grain weevil (*Stegobium paniceum*).

Abstract: The aim of this study is to evaluate the insecticidal efficacy of the entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis* on the grain weevil (*Stegobium paniceum*), a major pest of stored foodstuffs causing considerable economic losses. The tests were carried out using two modes of exposure: contact and ingestion, using several dilutions of the bacterial broth and different exposure times (24, 48, and 72 hours). The results showed significant mortality, particularly through ingestion, with an increase proportional to exposure time and concentration. These observations confirm the potential of *Bacillus thuringiensis* as an effective, safe, and environmentally friendly bioinsecticide that can be integrated into biological control strategies against insects in stored products.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, bread beetle, insecticidal efficacy, biological control, entomopathogenic bacteria.

Titre : Utilisation d'une bactérie entomopathogène (*Bacillus thuringiensis*) comme agent de lutte biologique contre un ravageur des produits stockés : le cas du vrillette du pain (*Stegobium paniceum*)

Résumé : L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité insecticide de la bactérie entomopathogène *Bacillus thuringiensis* sur le vrillette du blé (*Stegobium paniceum*), un ravageur majeur des denrées alimentaires stockées qui cause des pertes économiques considérables. Les tests ont été réalisés selon deux modes d'exposition : par contact et par ingestion, en utilisant plusieurs dilutions du bouillon bactérien et différents temps d'exposition (24, 48 et 72 heures). Les résultats ont montré une mortalité significative, en particulier par ingestion, avec une augmentation proportionnelle au temps d'exposition et à la concentration. Ces observations confirment le potentiel du *Bacillus thuringiensis* en tant que bioinsecticide efficace, sûr et respectueux de l'environnement, pouvant être intégré dans les stratégies de lutte biologique contre les insectes dans les produits stockés.

Mots-clés : *Bacillus thuringiensis*, charançon du pain, efficacité insecticide, lutte biologique, bactéries entomopathogènes.