

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Zoologie Agricole et forestière

القسم: علم الحيوان الزراعي والغابي

Spécialité : Zoologie Agricole et forestière

التخصص: علم الحيوان الزراعي الغابي

- Phytopharmacie

تطبيق الحماية الكيميائية على النباتات

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master En Sciences Agronomiques

THEME

Activité insecticide de trois pesticides sur *Tribolium confusum*

(Duval, 1863) (Coleoptera : Tenebrionidae).

Réalisé par : **Laieb Romai**

Soutenu le 02 /11/2025....

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

Président :

M. BICHE Mohamed

Professeur, ENSA El-Harrach

Promoteur :

M. GUESSOUM Mohamed

Maitre-assistant, ENSA El-Harrach

Examineurs :

M.BENZEHRA Abdelmadjid

Professeur, ENSA El-Harrach

INTRODUCTION.....	1
PARTIE I :Synthèse Bibliographique.....	3
CHAPITRE I :Données générales sur les denrées stockées	
1.Importance des céréales en Algérie.....	4
1.1. Importance nutritionnelle.....	4
1.2. Importance alimentaire.....	4
1.3. Importance	4
1.4. Importance socioéconomique	5
2.Principales espèces des céréales.....	5
2.1. Classification des céréales	5
2.2. Principales espèces cultivées en Algérie	5
3.Répartition Agroécologique des Céréales.....	5
4.Le Blé.....	6
4.1. Classification Botanique.....	6
4.2. Morphologie du grain.....	6
A. Le grain	6
B. Composition morphologique du grain de blé.....	7
C. Composition biochimique du grain de blé.....	7
5. Production Céréalière en Algérie	8
5.1 Production nationale.....	8
5.2 Contraintes de la production céréalière en Algérie.....	8
6.Importance du stockage des denrées	8
6.1. Techniques de gestion du stockage.....	9
A. Nettoyage et désinfection	10
B. Contrôle de l'humidité et de la température	10
C. Lutte contre les insectes nuisibles	10
D. Lutte contre les rongeurs	10
E. Surveillance et inspection régulière.....	10
7.Le stockage des céréales	10
7.1 Objectifs du stockage	10
7.2 Méthodes de stockage.....	10
7.2.1 Stockage traditionnelle	10
A. Entrepôts souterrains (El Matmoura)	10

B. Silos traditionnelles (argile, paille)	10
C. Stockage en bottes.....	10
D. Stockage des grains avec les balles	11
7.2.2 Stockage moderne	11
A. Hangars en tôle	11
B. Silos en plastique souple	11
C. Sacs en polypropylène tissé	11
D. Stockage en vrac	11
E. Stockage en plein air	12
7.2.3 Causes d'altération des grains stockés.....	12
A. Facteurs de détérioration des produits stockés.....	12
B. Facteurs d'altération des aliments durant le stockage.....	13
C. Condition du milieu du stockage.....	12
D. Propriétés intrinsèques de la denrée	13
E. Agressions mécaniques	13

CHAPITRE II : Généralités sur les nuisibles des denrées stockées

1. Altérations dues aux organismes vivants	14
1.1. Les micro-organismes.....	14
1.2. Les vertébrés	15
1.2.1 Les oiseaux	15
1.2.2 Les rongeurs	15
1.3. Les invertébrés	16
1.3.1. Les acariens des denrées stockées.....	16
1.3.2. Les nématodes	17
1.3.3. Insectes ravageurs des denrées stockées	17
1.3.3.1. Principaux groupes d'insectes signalés ravageurs	18
1.3.3.1.1 Dans le monde	18
1.3.3.1.2 En Algérie.....	19
1.3.3.2. Catégories des ravageurs des denrées stockées	20
A. Ravageurs primaires	20
B. Ravageurs secondaires	20
C. Ravageurs tertiaires.....	20

1.3.3.3.	Conditions de développement optimales.....	20
1.3.3.4.	Données sur les Tribolium	21
1.3.3.4.1	Généralités sur les Ténébrionidés	21
1.3.3.4.2	Le genre Tribolium	23
1.3.3.4.3	Etude de l'espèce <i>Tribolium confusum</i> (Duval,1868).....	23
	A. Position systématique	24
	B. Origine de l'espèce <i>Tribolium confusum</i>	24
	C. Répartition géographique de l'espèce <i>Tribolium confusum</i>	24
	D. Habitat	24
	E. Régime alimentaire	24
	F. Dégâts occasionnés	25
	G. Description des différents états de développement	25
	H. Cycle de développement	26
	I. Bio-écologie	26

CHAPITRE III : Moyens de lutte

1.	Les ennemis naturels	26
1.1.	Mesures préventives	27
1.1.1.	Variétés résistantes	27
1.1.2.	Méthodes culturales.....	27
1.1.3.	Méthodes préventives	
	1.1.3.1 Avant la mise en place des grains et graines stockées	28
	1.1.3.2 Au cours du stockage	28
	a. Dépistage par surveillance de la température	28
	b. Dépistage électroacoustique	29
1.1.4.	Mesures curatives	29
1.1.5.	Procédés mécaniques.....	29
	1.1.5.1 Emballage	29
	1.1.5.2 Transformation	30
1.1.6.	La lutte physique	30
	1.1.6.1 Stockage en milieu étanche à l'air	30
	1.1.6.2 Gaz inertes	31
	1.1.6.3 Poudres inertes.....	31
	1.1.6.4 Protection par la chaleur	32

1.1.6.5	Protection par le froid	32
1.1.6.6	Traitements par rayonnements à ondes courtes.....	32
1.1.7.	Lutte biologique.....	33
1.1.7.1	Prédateurs	33
1.1.7.2	Parasitoïdes	33
1.1.7.3	Agents pathogènes.....	33
1.1.8.	Procédés biotechniques.....	34
1.1.8.1	Appâtage	34
1.1.8.2	Attractifs	34
A.	Attractifs alimentaires	34
B.	Attractifs lumineux.....	34
C.	Attractifs colorés	35
F.	Autres attractifs	35
1.1.8.3	Phéromones	35
1.1.8.4	Répulsifs	35
1.1.8.5	Inhibiteurs de croissance.....	36
1.1.9.	Lutte Chimique.....	37
1.1.9.1	Insecticides de contact	38
1.1.9.2	Les fumigants	39
1.1.10.	Lutte par les biopesticides	39
A.	Produits minéraux	40
B.	Extraits végétaux	40

CHAPITRE IV :Les Huiles Essentielles

1.	Historique et importance.....	43
2.	Principales familles botaniques productrices	43
3.	Méthodes d'extraction.....	43
4.	Propriétés des huiles essentielles.....	44
4.1.	Propriétés physiques.....	44
4.1.1.	Solubilité des huiles essentielles.....	44
4.1.2.	Volatilité des huiles essentielles	44
4.2.	Caractéristiques Physico-Chimiques des huiles essentielles.....	44
4.3.	Stabilité des huiles essentielles	45

5. Les principaux constituants des huiles essentielles.....	45
5.1. Terpénoïdes	45
5.2. Monoterpènes	45
5.3. Sesquiterpènes	46
5.4. Composés aromatiques	46
6. Activités biologiques des huiles essentielles	46
6.1. Activité antimicrobienne.....	46
7. Toxicité des huiles essentielles	47
8. Les biopesticides à base d'huiles essentielles	47

PARTIE 2: Matériels et Méthodes

CHAPITRE I :Matériels

1. MATÉRIELS.....	49
1.1. Matériel entomologique.....	49
1.2. Matériel végétal.....	49
1.3. Matériel chimique.....	49
1.3.1. Caractéristiques des insecticides étudiés	50
1.3.1.1 La deltaméthrine.....	50
1.3.1.1.1 Identification chimique.....	50
1.3.1.1.2 Propriétés physico-chimiques.....	51
1.3.1.1.3 Mode d'action	51
1.3.1.1.4 Toxicité	51
1.3.1.1.5 Innocuités	51
1.3.1.1.6 Formulations commerciales.....	51
1.3.1.1.7 Utilisation	51
1.3.1.1.8 Rémanence	52
1.3.1.1.9 Persistance	52
1.3.1.2 Le Chlorpyriphos -ethyl	52
1.3.1.2.1 Identification chimique.....	52
1.3.1.2.2 Propriétés physico-chimiques	53
1.3.1.2.3 Mode d'action	53
1.3.1.2.4 Toxicité	53
1.3.1.2.5 Innocuités	53
1.3.1.2.6 Formulations commerciales.....	53

1.3.1.2.7	Rémanence	54
1.3.1.2.8	Persistance	54
1.3.1.3	Le Limocide (D-limonène)	54
1.3.1.3.1	Préparation	54
1.3.1.3.2	Identification chimique.....	55
1.3.1.3.3	Propriétés physico-chimiques.....	55
1.3.1.3.4	Biosynthèse du limonène	55
1.3.1.3.5	Mode d'action	56
1.3.1.3.6	Utilisation.....	56
1.3.1.3.7	Dose d'application.....	56
1.3.1.3.8	Rémanence	56
1.3.1.3.9	Persistance.....	57
1.3.1.3.10	Effets sur l'environnement	57
1.3.1.3.11	Toxicité	57
1.3.1.3.12	Innocuité.....	57
1.3.1.3.13	Formulations commerciales.....	58
1.4.	Matériel expérimental.....	59

CHAPITRE II : Méthodes expérimentales

1.	Élevage des Tribolium.....	60
1.1.	Conditions d'élevage	60
1.2.	Méthode d'élevage.....	60
2.	Préparation des solutions insecticides	61
3.	Méthode d'application des traitements.....	63
3.1.	Méthode d'exposition par contact.....	63
3.2.	Méthode d'exposition par inhalation	64
4.	Évaluation biologique.....	65
4.1.	Évaluation de la mortalité.....	65
4.2.	Détermination des paramètres toxicologiques	66
4.2.1	Dose létal 50 (DL ₅₀).....	66
4.2.2	Dose létal 90 (DL ₉₀).....	66
4.2.3	Temps létal 50 (TL ₅₀).....	66
4.2.4	Temps létal 90(TL ₉₀).....	67
4.3.	Méthode de calcul des paramètres toxicologiques	67

PARTIE III : RESULTATS

1. Évaluation de la toxicité et comparaison de l'activité biocide des insecticides ...	68
2. Essais par contact	68
2.1 Résultats de la mortalité de la deltaméthrine	68
2.1.1 Résultats des mortalités après 24H de traitement	69
2.1.2 Résultats des mortalités après 48H de traitement	70
2.1.3 Résultats des mortalités après 96H de traitement	71
2.1.4 Résultats des mortalités après 192H de traitement	72
2.1.5 Discussion.....	74
2.2 Résultats de mortalité du chlorpyriphos-éthyl	74
2.2.1 Résultats des mortalités après 24H de traitement	74
2.2.2 Résultats des mortalités après 48H de traitement	76
2.2.3 Résultats des mortalités après 96H de traitement	77
2.2.4 Résultats des mortalités après 192H de traitement	78
2.2.5 Discussion	79
2.3 Résultats de mortalité du Limocide	79
2.3.1 Résultats des mortalités après 24H de traitement	80
2.3.2 Résultats des mortalités après 48H de traitement.....	80
2.3.3 Résultats des mortalités après 96H de traitement.....	82
2.3.4 Résultats des mortalités après 192H de traitement.....	83
2.3.5 Discussion.....	84
2.3 Discussion générale des essais contact	84
2.5 Analyse comparative des paramètres létaux	87
2.6 Synthèse des résultats de toxicité par contact	88
3 Essais de toxicité par inhalation	89
3.1. Résultats de mortalité – Inhalation	89
3.1.1 Deltaméthrine– Résultats de mortalité par Inhalation.	90
3.1.3 Chlorpyriphos– Résultats de mortalité par Inhalation.	91

3.1.3 Limocide– Résultats de mortalité par Inhalation	91
3.1.4 Discussion des résultats obtenus par inhalation	92
3.1.5 Synthèse des résultats de toxicité par inhalation	93
3.1.5.1 Comparaison globale des deux modes d'action : contact vs inhalation.....	94
3.1.5.2 Conclusion comparative	94
3.1.5.3 Conclusion générale du chapitre 3 : résultats	95
3.1.5.4 Discussion générale	95
Conclusion	98
Résumé.....	107

Résumé

L'étude menée sur de *Tribolium*, a permis d'évaluer l'efficacité comparative de trois insecticides : deux de synthèse (deltaméthrine, chlorpyriphos-éthyl) et un biopesticide naturel à base de D-limonène (Limocide). Les bioessais ont été réalisés selon deux modalités : par contact et par inhalation. Les résultats montrent une toxicité élevée de la deltaméthrine, avec une mortalité corrigée atteignant 80 % à 192 h par contact, et un TL_{50} estimé à 24 h par inhalation.

Le chlorpyriphos présente une toxicité plus lente et modérée, particulièrement par voie respiratoire ($TL_{50} = 209$ h), tandis que le Limocide manifeste une toxicité progressive et durable, atteignant 73,33 % de mortalité par inhalation, avec une DL_{90} de 10,65 ml et un TL_{90} de 934,4 h. L'activité biocide est influencée par la concentration, le mode d'application et la durée d'exposition. L'étude confirme l'intérêt des insecticides de synthèse pour les traitements rapides, tout en soulignant le potentiel prometteur des biopesticides dans une perspective de lutte intégrée et de gestion durable des infestations en post-récolte. Ces résultats constituent une base pour l'optimisation des stratégies de conservation des produits céréaliers et légumineux face aux contraintes environnementales et sanitaires actuelles.

Mots-clés : Tribolium sp. ; Insectes des denrées stockées ; Deltaméthrine ; Chlorpyriphos-éthyl ; Limocide ; Biopesticides ; Toxicité par contact et inhalation ; Sécurité alimentaire.

Abstract (English)

The study conducted on *Tribolium* focused on toxicity assays of three insecticides: two synthetic compounds (deltamethrin, chlorpyrifos-ethyl) and a natural biopesticide based on D-limonene (Limocide). Bioassays were performed under two exposure modes: contact and inhalation. The results revealed a high toxicity of deltamethrin, with corrected mortality reaching 80 % at 192 h by contact, and a TL_{50} estimated at 24 h by inhalation. Chlorpyrifos showed a slower and more moderate toxicity, particularly through respiratory exposure ($TL_{50} = 209$ h), whereas Limocide exhibited a progressive and long-lasting toxic effect, achieving 73.33 % mortality by inhalation, with a DL_{90} of 10.65 ml and a TL_{90} of 934.4 h. Biocidal activity was influenced by concentration, mode of application, and exposure duration. The study highlights the rapid toxicity of synthetic insecticides while emphasizing the promising potential of biopesticides within integrated pest management and sustainable post-harvest storage strategies. These findings provide a scientific basis for optimizing cereal and legume preservation under current environmental and health constraints.

Keywords: *Tribolium sp.* ; *Stored-product insects* ; *Deltamethrin* ; *Chlorpyrifos-ethyl* ; *Limocide* ; *Biopesticides* ; *Contact and inhalation toxicity* ; *Food security*.

الملخص

أجريت هذه الدراسة على *Tribolium* بهدف تقييم اختبارات السُمِّية لثلاثة مبيدات حشرية: مبيدات كيميائية (ديلتا مثرين وكلوربيريفوس-إثيل) ومبيد حيوي طبيعي يعتمد على D-ليمونين (Limocide). تم تنفيذ الاختبارات البيولوجية وفق طريقتين للتعرض: عن طريق التلامس وعن طريق الاستنشاق. أظهرت النتائج سُمية عالية للدلتا مثرين، حيث بلغت نسبة الوفيات المصححة 80% بعد 192 ساعة بالتلامس، مع قيمة TL_{50} مقدّرة بـ 24 ساعة عن طريق الاستنشاق. أما الكلوربيريفوس فقد أظهر سُمية أبطأ وأضعف، خاصة عبر الطريق التنفسي ($TL_{50} = 209$ ساعة)، في حين أظهر الـ Limocide سُمية تدريجية وطويلة الأمد، حيث حقق 73.33% من الوفيات بالاستنشاق مع $DL_{90} = 10.65$ مل و $TL_{90} = 934.4$ ساعة. تتأثر الفعالية السُمِّية بالتركيز وطريقة التطبيق ومدة التعرض، وتؤكد هذه الدراسة السُمِّية السريعة للمبيدات التركيبية، مع إبراز الإمكانيات الواعدة للمبيدات الحيوية ضمن برامج مكافحة المتكاملة والإدارة المستدامة للآفات بعد الحصاد.

الكلمات المفتاحية: تريبوليوم *sp.*؛ حشرات المواد الغذائية المخزنة؛ دلتا مثرين؛ كلوربيريفوس-إثيل؛ ليموسيد؛ مبيدات حيوية؛ السُمِّية عن طريق التلامس والاستنشاق؛ الأمن الغذائي. أجريت هذه الدراسة على *Tribolium*