



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme **HOUAT Assia**
Soutiendra : **le Samedi 29/11/2025 à 10H00**
Lieu : **FSDM – Département de Géologie**

Une thèse intitulée :

Etude de l'altération biotique du blé en post-récolte et mise au point d'un traitement insecticide et fongicide naturel « Approche in vitro, in vivo et in silico »

*En vue d'obtenir le **Doctorat***

*FD : **Molécules Bioactives Santé et Biotechnologie**
Spécialité : **Microbiologie et Biotechnologie***

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
BENYAHYA Mohammed	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Président
MIHAMOU Aatika	Faculté des sciences, Oujda	PES	Rapporteur
MARZOUK Abdelkrim	Université Al Akhawayn, Ifrane	PES	Rapporteur
EL GHACHTOULI Naima	Faculté des Sciences et techniques, Fès	PES	Rapporteur
GUEMMOUH Raja	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Examineur
TALBI Fatima Zahrae	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	MCH	Examineur
REMMAL Adnane	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé :

L'objectif de cette étude était la mise au point d'une solution innovante à base de substances naturelles pour lutter contre les insectes et les champignons du blé en post-récolte. Nous avons commencé ce travail par une étude *in silico*, qui a examiné le pouvoir insecticide et fongicide de différents constituants de l'huile essentielle d'origan vis-à-vis de trois protéines cibles : l'acétylcholinestérase pour les insectes, ainsi que la cutinase et la stérol 14-alpha déméthylase pour les champignons. Les résultats obtenus montrent que le 9-Epi-(E)-caryophyllène et le thymol sont les composés majoritaires les plus puissants, possédant une forte affinité vis-à-vis des trois protéines cibles, avec les énergies de liaison les plus élevées. Sur la base des résultats obtenus *in silico*, une évaluation *in vitro* de l'activité insecticide et fongicide de l'huile essentielle d'origan et de son composé majoritaire le thymol a été effectuée sur le charançon du blé *Sitophilus granarius* et sur deux espèces fongiques : *Fusarium culmorum* et *Aspergillus flavus*. Les résultats obtenus montrent que l'HE d'origan et le thymol possèdent en même temps une activité insecticide et fongicide importante contre le développement du *Sitophilus granarius*, ainsi que le développement du *Fusarium culmorum* et d'*Aspergillus flavus*.

Sur la base de ces résultats, nous avons mis au point une composition innovante contenant des HE et des composés majoritaires comme principes actifs, ainsi que des excipients naturels qui permettent une bonne stabilité des principes actifs et une solubilité dans l'eau. Cette composition nommée « NPC » a été développée pour être utilisée comme traitement alternatif pouvant remplacer les insecticides chimiques utilisés contre les insectes et les champignons du blé en post-récolte. Les activités insecticide et fongicide du NPC ont été testées *in vitro* et sur les grains du blé, Les résultats obtenus montrent que le charançon du blé *S. granarius* est très sensible au NPC à des faibles concentrations. Le NPC a inhibé la croissance de *Fusarium culmorum* et d'*Aspergillus flavus*, avec une destruction totale des spores de ces deux espèces fongiques. Les résultats obtenus montrent également que le NPC est très efficace comme traitement préventif et curatif contre les insectes et les champignons pour la préservation des grains de blé en post-récolte. De plus, le NPC a montré une efficacité sur le traitement des emballages utilisés dans le stockage du blé. Une seule application du NPC pour traiter les grains du blé a montré une efficacité importante pendant une longue période allant jusqu'à 18 mois de stockage.

Cette étude montre que la composition innovante « NPC » que nous avons mise au point est une alternative efficace et prometteuse pour contrôler les attaques des insectes et des champignons de blé en post-récolte.

Mots clés :

Activité insecticide, Activité fongicide, Huile essentielle, Composé majoritaire, *Sitophilus granarius*, *Fusarium culmorum*, *Aspergillus flavus*. Stockage de blé.



Study of biotic deterioration of wheat in post-harvest and development of a natural insecticide and fungicide treatment “In vitro, in vivo, and in silico approach”

Abstract:

The objective of this study was to develop an innovative solution based on natural substances to combat post-harvest insects and fungi in wheat. We began this work with an *in silico* study, which examined the insecticidal and fungicidal power of various constituents of oregano essential oil against three target proteins: acetylcholinesterase for insects, as well as cutinase and sterol 14- α demethylase for fungi. The results obtained show that 9-Epi-(E)-caryophyllene and thymol are the most potent major compounds, possessing a strong affinity for the three target proteins, with the highest binding energies. Based on the results obtained *in silico*, an *in vitro* evaluation of the insecticidal and fungicidal activity of oregano essential oil and its major compound, thymol, was conducted on the wheat weevil *Sitophilus granarius* and two fungal species: *Fusarium culmorum* and *Aspergillus flavus*. The results obtained show that oregano essential oil and thymol possess significant insecticidal and fungicidal activity against the development of *Sitophilus granarius*, as well as against the development of *Fusarium culmorum* and *Aspergillus flavus*.

Based on these results, we have developed an innovative composition containing essential oils and their major compounds as active ingredients, as well as natural excipients that ensure good stability of the active ingredients and solubility in water. This composition, named "NPC," was developed to be used as an alternative treatment that can replace chemical insecticides used against insects and fungi on wheat in post-harvest. The insecticidal and fungicidal activities of NPC were tested *in vitro* and on wheat grains. The results obtained show that the wheat weevil *Sitophilus granarius* is very sensitive to NPC at low concentrations. NPC inhibited the growth of *Fusarium culmorum* and *Aspergillus flavus*, with complete destruction of the spores of these two fungal species. The results obtained also show that NPC is very effective as a preventive and curative treatment against insects and fungi for the preservation of wheat grains post-harvest. Moreover, NPC has shown effectiveness in treating the packaging used in wheat storage. A single application of NPC to treat wheat grains has shown significant effectiveness over a long period, lasting up to 18 months of storage.

This study shows that the innovative "NPC" composition we have developed is an effective and promising alternative for controlling post-harvest attacks by insects and wheat fungi.

Key Words :

Insecticidal activity, Fungicidal activity, Essential oil, Major compound, *Sitophilus granarius*, *Fusarium culmorum*, *Aspergillus flavus*, Wheat storage.