

Faculté des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux

THESE

PRESENTEE POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME
DE DOCTORAT 3^{ème} cycle LMD
par :

HAFFARI FAOUZIA

Thème

**Inventaire et lutte biologique des principaux
bioagresseurs animaux des denrées stockées**

Devant le Jury :

BELHOCINE Mansouria	Professeure	U. Mostaganem	Présidente
BOUALEM Malika	Maitre de conférences A	U. Mostaganem	Directrice de Thèse
BERGHEUL Saida	Maitre de conférences A	U. Mostaganem	Co-directrice de Thèse
RIGHI Fatiha Assia	Professeure	U. Mascara	Examinatrice
BENOURAD Fouzia	Maitre de conférences A	U. Mostaganem	Examinatrice

Année universitaire 2022/ 2023

Remerciement

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Au terme de cette étude, j'exprime ma profonde gratitude à ma Directrice de Thèse **Dr. BOUALEM Malika** pour sa grande bienveillance, ses précieux conseils, et pour le temps qu'elle m'a consacrée pour la réalisation de ce travail.

Ma reconnaissance et mes remerciements s'adressent également à **Dr. BERGHEUL Saida** Co-encadreur pour ses rigoureux conseils, et son soutien tout au long de ce projet.

Ma reconnaissance et mes remerciements s'adressent également au **Pr. BELHOCINE M.** Professeure au département de Biologie, qui a bien voulu présider ce jury.

Nous adressons nos vifs remerciements à : **Pr. RIGHI Fatiha Assia** et

Dr. BENOURAD Fouzia, membres de jury qu'ils trouvent ici toute notre gratitude et nos remerciements pour avoir accepté de faire partie de ce jury et pour avoir bien voulu examiner ce travail.

Ma reconnaissance et mes remerciements s'adressent à Monsieur **MAAMAR M.** directeur de l'UCA de Mostaganem et **Dr. HAMADAT K.** de la CCLS d'Adrar qui nous ont fourni les échantillons des deux variétés de blé et pois chiche étudiées. Sans oublier les ingénieurs du laboratoire de séchage de l'Unité de Recherche en Energies renouvelables en Milieu Saharien d'Adrar, de contrôle de qualité de l'UCA de Mostaganem sans oublier **M. DJEBER A., Mme NEZROUK S., Mme MELLIS A., M. CHARFAOUI N., M. SI AFIF A.,** et **M. BERRARAL N.** ingénieurs au laboratoire de protection des végétaux.

Merci à **Dr BLAMA A.,** de l'INRA d'Alger, et **M. MADJEBRI M.** technicien à l'INPV d'Adrar pour tous les conseils, aides et encouragements qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Je remercie **Dr SEKKAL F.** pour l'identification botanique des plantes étudiées, qu'elle trouve ici l'expression de mes vifs remerciements.

Mes remerciements vont également à mes enseignants : **Pr BERKANI A., M. DEBBA A., Dr SAIAH F.** et **Dr BADAOUI M.I.**

Les plus sincères remerciements à mes chers parents pour leur soutien inconditionnel dans toutes les étapes de ma vie.

Finalement, je tiens à remercier mes chers amis **BOUBEKER A., MERZOUG A., MAHIA M., BENHACHEM I., AMOUR C., BABA I., TOUHARI M., BESSEBAA I., BOUZID N,** et **BOUZEBODJA I.** qui ont toujours été là à me soutenir et m'encourager et qui ont su me comprendre.

Il est reconnu que le blé et le pois chiche constituent la base alimentaire des populations du globe. En Algérie, ils sont des éléments importants et stratégiques, ils constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Pour assurer leurs disponibilités au cours de l'année, le stockage et la préservation de la qualité du blé et pois chiche reste la préoccupation la plus importante des chercheurs. L'étude a concerné un inventaire de l'entomofaune des denrées stockées dont le blé dur et le pois chiche, suivi par l'identification morphologique au laboratoire et enfin des tests sur l'effet insecticide des substances bioactives de *S. aromaticum* et *M. pulegium* à l'égard des bioagresseurs des stocks dont *T. granarium*, *T. confusum*, *R. dominica* et *C. maculatus*. Les résultats obtenus ont permis d'identifier quatre ordres d'insectes dont 13 familles et plusieurs genres et espèces inféodées du blé dur et du pois chiche stockés. L'évaluation des dommages sur grains et les pertes de poids causés par *R. dominica* et *T. granarium* dénotent un grand préjudice sur le blé, suivi de *C. maculatus* sur le pois chiche. Les poudres de *S. aromaticum* et *M. pulegium* ont montré un effet insecticide contre les adultes étudiés. Les extraits huileux ont donné une activité insecticide remarquable comparativement à celui des extraits méthanolique avec une mortalité totale des adultes traités par la dose $30\mu\text{l}/\text{cm}^3$ avec une DL_{50} estimée à de 2 à $35\mu\text{l}/\text{cm}^3$ pour *S. aromaticum* et *M. pulegium* respectivement par contact et fumigation. Nos résultats ont démontré l'efficacité des poudres et de l'huile essentielle de *S. aromaticum* et *Mentha pulegium*. Les deux plantes étudiées s'avèrent prometteuses comme source de bio-insecticides et ouvrent des possibilités d'investigations dans le domaine de la lutte biologique.

Mot clés : Grains stockés, *S. aromaticum*, *M. pulegium*, substances bioactives. Bioagresseurs, lutte biologique.

It is well known that wheat and chickpeas are the food base of the world's populations. In Algeria, they are important and strategic elements; they constitute the backbone of the Algerian food system. To ensure their availability throughout the year, the storage and preservation of the quality of wheat and chickpeas remains the most important concern of researchers. The study involved an inventory of the entomofauna of stored commodities, including wheat and chickpea, followed by morphological identification in the laboratory and finally tests on the insecticidal effect of the bioactive substances of *S. aromaticum* and *M. pulegium* on stock bio-aggressors including *T. granarium*, *T. confusum*, *R. dominica* and *C. maculatus*. The results obtained allowed the identification of four orders of insects including 13 families and several genera and species infested with stored wheat and chickpea. The evaluation of grain damage and weight losses caused by *R. dominica* and *T. granarium* indicated a high level of damage on wheat, followed by *C. maculatus* on chickpea. The powders of *S. aromaticum* and *M. pulegium* showed an insecticidal effect against the adults studied. The oil extracts gave a remarkable insecticidal activity compared to the methanolic extracts with a total mortality of the treated adults by the dose $30\mu\text{l}/\text{cm}^3$ with an estimated LD_{50} of 2 to $35\mu\text{l}/\text{cm}^3$ for *S. aromaticum* and *M. pulegium* respectively by contact and fumigation. Our results demonstrated the efficacy of the powders and essential oil of *S. aromaticum* and *M. pulegium*. The two plants studied show promise as a source of bio-insecticides and open up possibilities for further investigations in the field of biological control.

Key words: Stored grains, *S. aromaticum*, *M. pulegium*, bioactive substances.
Pests, biological control.

يشكل القمح والحمص قاعدة أساسية للطعام العالمي، والعمود الفقري للنظام الغذائي الجزائري؛ لكن ضمان تخزينها أصبح يقلق العديد من الباحثين خصوصا فيما يتعلق بالحيوانات الحشرية التي تهدد جودتهما. جاءت هذه الدراسة من أجل جرد الحيوانات الحشرية للمواد المخزنة يليها تحديد مرفق لوجي في المختبر لنصل إلى تأثير المبيدات الحشرية للمواد النشطة بيولوجيا للقرنفل و النعناع "فليو".

مكنت النتائج التي تم الحصول عليها من تحديد أربع رتب من الحشرات بما في ذلك ثلاثة عشرة عائلة والعديد من الأجناس من بينهم خنفساء , ثاقبة الحبوب الصغرى , خنفساء الخابرة و خنفساء الحمص فيما يتعلق بأفات المخزونات. يشير تقييم تلف الحبوب وفقدان الوزن الناجم عن خنفساء الخابرة و خنفساء الحمص إلى ضرر كبير على القمح و الحمص.

أظهرت مساحيق القرنفل و النعناع "فليو" تأثيرا كمبيدا للحشرات ضد البالغين الذين تمت دراستهم. و أعطت المستخلصات الزيتية نشاطا ملحوظا للمبيدات الحشرية مقارنة بمستخلصات الميثانول مع إجمالي وفيات البالغين الذين عولجوا بجرعة ثلاثون ميكرو لتر / سنتمتر مكعب و جرعات لقتل نصف المجموعة ما يقدر باثنين الى خمسة و ثلاثون ميكرو لتر / سنتمتر مكعب لزيت القرنفل و الفليو عن طريق الاتصال و التبخر.

النتبتان اللتان تمت دراستهما أظهرت نتائج واعدة كمصدر لمبيدات الحشرات ويفتحان إمكانيات في مجال مكافحة البيولوجية.

الكلمات المفتاحية :

الحبوب المخزنة , حشرات,القرنفل, الفليو, المواد النشطة بيولوجيا, مكافحة البيولوجية.

Liste des figures		
Figure 01	Production céréalière, mesurée en tonnes et représente le total	07
Figure 02	Menthe pouliot (<i>Mentha pulegium</i> L.)	25
Figure 03	Structure de giroflier et leurs boutons floraux et fleurs	29
Figure 04	Situation géographique des organismes de stockage étudiés C.C.L.S. (Adrar) et U.C.A. (Mostaganem)	32
Figure 05	Dispositif expérimental de l'échantillonnage	33
Figure 06	Dispositif de l'élevage du matériel animal	35
Figure 07	Analyse des échantillons destinés pour l'agrégage	36
Figure 08	Etapes suivies durant l'évaluation des pertes de grains	39
Figure 09	Plantes testées	40
Figure 10	Montage du dispositif de Soxhlet	41
Figure 11	Dispositif du Rotavapeur	42
Figure 12	L'installation de l'appareillage de l'entraînement à vapeur d'eau	43
Figure 13	Dispositif expérimental du test de toxicité par contact	45
Figure 14	Dispositif expérimental du test de toxicité par fumigation	46
Figure 15	Dispositif expérimental du test de répulsivité	47
Figure 16	Dispositif du test de germination	49
Figure 17	Abondances relative des ordres inventoriés	51
Figure 18	Les impuretés collectés sur les grains de blé et pois chiche	59
Figure 19	Composition chimique des grains de blé et pois chiche étudiés	62
Figure 20	Femelle et male de <i>C. maculatus</i>	68
Figure 21	Dommmages des principaux coléoptères étudiés sur blé et pois chiche	72
Figure 22	Pertes de poids des principaux coléoptères nuisibles sur blé et pois chiche	73
Figure 23	Dommmages et pertes de blé et pois chiche causée par les principaux nuisibles de stock	73
Figure 24	Taux de germination des grains des variétés testés vis-à-vis des couples des espèces étudiées	74
Figure 25	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de poudre de <i>S. aromaticum</i>	77
Figure 26	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de poudre de <i>M. pulegium</i>	78
Figure 27	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de poudre de <i>S. aromaticum</i>	79
Figure 28	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de poudre de <i>M. pulegium</i>	80
Figure 29	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de l'HE de <i>S. aromaticum</i>	85
Figure 30	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct d'HE de <i>M. pulegium</i>	85

Figure 31	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de <i>S. aromaticum</i> en présence de substrat nutritive	87
Figure 32	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de <i>M. pulegium</i> en présence de substrat nutritive	88
Figure 33	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de <i>S. aromaticum</i> en absence de la substrat nutritive	89
Figure 34	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de <i>M. pulegium</i> en absence de la substrat nutritive	90
Figure 35	Taux de répulsion d'HE de <i>S. aromaticum</i> à l'égard des adultes des espèces étudiées	91
Figure 36	Taux de répulsion d'HE de <i>M. pulegium</i> à l'égard des adultes des espèces étudiées	91
Figure 37	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de l'extrait hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i>	96
Figure 38	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de l'extrait hydrométhanolique de <i>M. pulegium</i>	97
Figure 39	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i> en présence d'élément nutritif	98
Figure 40	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydrométhanolique de <i>M. pulegium</i> en présence d'élément nutritif	99
Figure 41	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i> en absence de l'élément nutritif	100
Figure 42	Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydrométhanolique de <i>M. pulegium</i> en absence de l'élément nutritif	101
Figure 43	Taux de répulsion de l'extrait hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i> à l'égard des adultes des espèces étudiées	102
Figure 44	Taux de répulsion de l'extrait hydrométhanolique de <i>M. pulegium</i> à l'égard des adultes des espèces étudiées	102
Figure 45	Taux de germination des grains testés traités par la poudre de <i>S. aromaticum</i>	104
Figure 46	Taux de germination des grains testés traités par la poudre de <i>M. pulegium</i>	104
Figure 47	Taux de germination des grains testés traités par l'HE de <i>S. aromaticum</i>	105
Figure 48	Taux de germination des grains testés traités par l'HE de <i>M. pulegium</i>	106
Figure 49	Taux de germination des grains testés traités par l'extrait hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i>	106
Figure 50	Taux de germination des grains testés traités par l'extrait hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i>	107
Liste des planches		
Planche 1	Les principaux insectes identifiés sur les grains de blé et pois chiche	57
Planche 2	Les principaux insectes identifiés sur les grains de blé et pois chiche	58
Planche 3	Cycle biologique de <i>Tribolium confusum</i>	65
Planche 3	Cycle biologique de <i>Trogoderma granarium</i>	67
Planche 3	Cycle biologique de <i>Callosobruchus maculatus</i>	70

Liste des tableaux		
Tableau 01	Composition nutritive du grain de blé	06
Tableau 02	Marché mondial du blé	06
Tableau 03	Surface cultivée, Rendement et Production de blé en Algérie	07
Tableau 04	Composition chimique des types de pois chiches Kabuli et Desi	09
Tableau 05	Surface cultivée, Rendement et Production des principaux pays producteurs dans le monde en 2020	09
Tableau 06	Surface cultivée, Rendement et Production de pois chiche en Algérie	10
Tableau 07	Principaux ravageurs secondaires des denrées stockées	14
Tableau 08	Principaux ravageurs secondaires des denrées stockées	16
Tableau 09	La faune auxiliaires des denrées stockés	20
Tableau 10	La composition chimique (%) de l'huile essentielle de la <i>M. pulegium</i> L.	26
Tableau 11	La composition chimique (%) de l'huile essentielle de <i>S. aromaticum</i>	30
Tableau 12	Les différentes variétés échantillonnées pour cette étude	34
Tableau 13	Préparation des différentes doses pour les es tests étudiés	44
Tableau 14	Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc DONALD et al. (1970).	47
Tableau 15	Principales espèces inventoriées de blé et pois chiche stockés dans les deux organismes de stockage étudiés	52
Tableau 16	Abondance des familles inventoriées	53
Tableau 17	Fréquence des espèces inventoriées de blé et pois chiche stockés pondant l'année 2019/2020	54
Tableau 18	Le régime alimentaire des espèces inventoriées	56
Tableau 19	Fréquence des espèces de mauvaises herbes inventoriées sur les grains de blé et pois chiche stockés	60
Tableau 20	Caractéristiques physiques des grains de blé et pois chiche stockés	61
Tableau 21	DL ₅₀ des poudres de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i> contre les adultes des espèces étudiées par contact après 7 jours d'exposition.	77
Tableau 22	DL ₅₀ des poudres de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i> contre les adultes des espèces étudiées par fumigation après 7 jours d'exposition.	79
Tableau 23	DL ₅₀ des HE de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i> contre les adultes des espèces étudiées par contact après 7 jours d'exposition.	84
Tableau 24	DL ₅₀ des HE de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i> contre les adultes des espèces étudiées par fumigation en présence de substrat nutritive après 7 jours d'exposition.	87
Tableau 25	DL ₅₀ des HE de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i> contre les adultes des espèces étudiées par fumigation en absence du substrat nutritive après 7 jours d'exposition	89
Tableau 26	DL ₅₀ des extraits hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i> contre les adultes des espèces étudiées par contact après 7 jours d'exposition	96
Tableau 27	DL ₅₀ des extraits hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i> contre les adultes des espèces étudiées par fumigation en présence d'élément nutritif après 7 jours d'exposition	98

Tableau 28	DL ₅₀ des extraits hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i> contre les adultes des espèces étudiées par fumigation en absence de l'élément nutritif après 7 jours d'exposition	100
------------	--	-----

Liste des abréviations	
DL	Dose létale
FAO	Food and Agriculture Organization of United Nations
HE	Huile essentielle / huiles essentielles
ITGC	Institut Technique des Grandes Cultures
Mc	Mortalité corrigée
T	Témoin
CIC	Conseil International des Céréales
USDA	United States Department of Agriculture
NF	Normes France des céréales
JOA	Journal Officiel Algérie des normes des céréales
ISO	Organisation internationale de normalisation

	Table des matières	
xi	Remerciements	
xiii	Résumé	
xv	Abstract	
xvii	Liste des figures	
xix	Liste des tableaux	
xxi	Liste des planches	
xxiii	Liste des abréviations	
xiv	Tables des matières	
xvi		
xvii	Introduction générale	
I.	Chapitre I : Présentation des denrées stockées	04
I.1.	Les céréales	04
I.1.1.	Généralité	04
I.1.2.	Importance de la céréaliculture dans le Monde	05
I.1.3.	le blé	05
I.1.3.1.	Généralité	05
I.1.3.2.	Classification botanique	05
I.1.3.3.	Composition biochimique du blé	06
I.1.3.4.	Production du blé dans le monde	06
I.1.3.5.	Production du blé en Algérie	07
I.2.	Légumineuses	07
I.2.1.	Importance des légumineuses dans le Monde	07
I.2.2.	Pois chiche	08
I.2.2.1.	Classification botanique	08
I.2.2.2.	Composition chimique du pois chiche	09
I.2.2.2.	Production du Pois chiche dans le monde	09
I.2.2.3.	Production du Pois chiche en Algérie	10
I.3.	Stockage et conservation des céréales et légumineuses	10
I.3.1.	Stockage	10
I.3.2.	Méthodes de stockage	10
I.3.3.	Conservation	11
II.	Chapitre II : La faune des denrées stockées	13
II.1.	Généralités	13
II.2.	Principaux insectes nuisibles des denrées stockées	13
II.2.1.	Les ravageurs primaires	14
II.2.2.	Les ravageurs secondaires	16
II.2.3.	Les ravageurs tertiaires	18
II.3.	Les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées	18
II.3.1.	Méthodes traditionnelles	18
II.3.2.	Méthodes de lutte modernes	18
III.	Chapitre III : Plantes aromatiques	25
III.1.	<i>Mentha pulegium</i> L	25

III.1.1.	Généralité	25
III.1.2.	Classification botanique	25
III.1.3.	Composition chimique	25
III.1.4.	Toxicité	27
III.1.5.	Utilisations de l'huile essentielle de la menthe pouliot	27
III.2.	Giroflier (<i>Syzygium aromaticum</i>)	28
III.2.1.	Généralité	28
III.2.2.	Classification botanique	29
III.2.3.	Composition chimique	29
III.2.4.	Toxicité	30
III.2.5.	Propriétés thérapeutiques de l'HE du girofle	30
I.	Chapitre I : Matériel et méthodes	32
I.1.	L'objectif de travail	32
I.2.	Présentation des sites de collecte des échantillons	32
I.3.	Matériel végétal	33
I.4.	Matériel animal	34
I.5.	Inventaire des principaux ravageurs et leur ennemis naturels dans les denrées stockées	35
1.5.1.	Méthode	35
1.5.2.	Analyse d'agrégage	36
I.6.	Analyses physico-chimiques	36
I.7.	Cycle de développement de quelques insectes étudiés	37
I.8.	Evaluation des pertes des principaux insectes nuisibles	37
I.8.1.	Taux de pertes des grains	38
I.8.2.	Pertes de poids	38
I.8.3.	Pouvoir germinatif après l'infestation	38
I.9.	L'effet insecticides des substances botaniques	39
I.9.1.	Collecte des plantes étudiées	39
I.9.2.	Préparation des extraits végétaux	40
I.9.2.1.	Extraction du soluté hydrométhanolique	40
I.9.2.1.1.	Méthode d'extraction par Soxhlet	40
I.9.2.2.	Extraction de l'huile essentielle par entraînement à la vapeur d'eau	42
I.9.3.	Rendement du l'extraction	43
I.9.4.	Les tests biologiques de l'effet insecticide des substances bioactives des plantes étudiées	44
I.9.4.1.	Mode opératoire	44
I.9.4.1.1.	Traitement par contact	44
I.9.4.1.2.	Traitement par fumigation	45
I.9.4.1.3.	L'effet répulsif des substances bioactives	46
I.9.4.1.4.	Taux de mortalité	47
I.9.4.1.5.	Calcul de la DL ₅₀	48
I.9.4.1.6.	Test de germination après traitement	48
I.10.	Analyse statistique	49

II.	Chapitre II : Résultats et discussion	50
II.1.	Etude de l'inventaire de l'entomofaune des denrées stockés	50
II.1.1.	Analyse de l'inventaire	50
II.1.1.1.	Abondance relative de l'entomofaune inventoriée	50
II.1.1.2.	Fréquence des espèces inventoriées de blé et pois chiche stockés	54
II.1.1.3.	Régime alimentaire des espèces inventoriées	55
II.1.1.4.	Analyse d'agréege	59
II.2.	Analyses physico-chimiques des échantillons collectés	61
II.2.1.	Caractéristiques physiques des denrées étudiées	61
II.2.2.	Composition chimiques des denrées étudiées	62
II.3.	Biologie de quelques insectes inféodées	64
II.3.1.	Cycle biologique de <i>Tribolium confusum</i>	64
II.3.2.	Cycle biologique de <i>Trogoderma granarium</i>	66
II.3.3.	Cycle biologique de <i>Callosobruchus maculatus</i>	68
II.4.	Evaluation des dommages et pertes des grains de blé et pois chiche	71
II.4.1.	Evaluation des dommages	71
II.4.2.	Evaluation des pertes de poids	72
II.4.3.	Pouvoir germinative des grains testés	74
II.5.	L'effet insecticide des substances botaniques	76
II.5.1.	Poudres	76
II.5.1.1.	Effet des poudres des plantes par contact	76
II.5.1.2.	Effet des poudres des plantes par fumigation	78
II.5.2.	Huile essentielle	83
II.5.2.1.	Rendement d'extraction	83
II.5.2.2.	Toxicité des huiles essentielles étudiées par contact	83
II.5.2.3.	Toxicité des huiles essentielles étudiées par fumigation	86
II.5.2.4.	Effet répulsive de l'huile essentielle de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i>	90
II.5.3.	Extrait hydrométhanolique	95
II.5.3.1.	Rendement en extrait hydro-méthanoïque des plantes étudiées	95
II.5.3.2.	Toxicité de l'extrait hydrométhanolique par contact	95
II.5.3.3.	Toxicité de l'extrait hydrométhanolique par fumigation	97
II.5.3.4.	Effet répulsif de l'extrait hydrométhanolique de <i>S. aromaticum</i> et <i>M. pulegium</i>	101
II.5.4.	Pouvoir germinatif des grains traités par les substances bioactives	103
II.5.4.1.	Poudre	103
II.5.4.2.	Huile essentielle et l'extrait hydrométhanolique	105
xviii	Conclusion générale	109
xix	Référence bibliographique	
xxx	Annexe	

Les denrées alimentaires stockées représentent une importante part dans l'économie et l'alimentation humaine.

Le secteur des céréales occupe une place vitale en terme socio-économique et en terme de sécurité alimentaire mondiale (Mesterházy *et al.*, 2020). Suivi des légumineuses alimentaires qui représentent de par la superficie qu'elles occupent, une place importante dans le système agraire et l'agroéconomie de nombreux pays du monde (Bacha & Ounane, 2003).

Le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum* Desf.) est la troisième céréale cultivée dans le monde, il est adapté à des environnements plus divers que le blé panifiable. Il est utilisé pour une large gamme de produits alimentaires dans le monde entier (Kadkol & Sissons, 2015 ; Alzuwaid *et al.*, 2020).

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une légumineuse largement cultivée à travers le monde appartenant à la famille des Fabaceae. Il assure la sécurité nutritionnelle mondiale grâce à sa teneur en protéines estimé à 23% (Singh *et al.* 2022 ; Singh 2020 ; Chandora *et al.* 2020). En Algérie, le pois chiche occupe la deuxième position après le haricot, avec une production de 39889 tonnes (FAO, 2022).

Les céréales et les légumineuses sont les produits les plus fréquemment stockés. Elles possèdent une forte concentration de substances nutritives et sont bien adaptées au stockage grâce à leur faible teneur en eau (Appert, 1985 ; García-Lara & Saldivar, 2015 ; Mesterházy *et al.*, 2020). La diversité des produits stockés assurent une niche pour divers organismes vivants (moisissures, mammifères, arthropodes, nématodes et oiseaux) (Oerke & Dehne, 2004 ; Oerke, 2006 ; Hagstrum & Subramanyam, 2009; Oliveira *et al.*, 2014).

D'après FAO, chaque année des pertes importantes ont été remarquées dans les lieux de stockage, reliées à la présence fréquente des ravageurs. Les insectes nuisibles affectent les produits stockés ce qui provoque des très importantes pertes (Pimente *et al.*, 1991; Khare, 1994 ; Benhalima *et al.*, 2004 ; Morgan & Aldred, 2007 ; Jeyasankar, *et al.*, 2014 ; Rajashekar, 2016; Kumar & Kalita, 2017 ; Ahmad *et al.*, 2021). Les pertes économiques de post-récolte causées par les ravageurs représentent 10 à 36% du poids des grains dans le monde (Hagstrum & Phillips, 2017; Fox, 2013; Saldivar & García-Lara, 2015 ; Gitonga *et al.*, 2013). Ils provoquent des dommages de la qualité des produits infestés, causant des problèmes quantitatifs et qualitatifs (Saad *et al.*, 2018 ;

Taddese *et al.*, 2020). La perte totale potentielle mondiale due aux ravageurs varie d'environ 50% pour le blé et environ de 10 à 20% pour le pois chiche (García-Lara & Saldivar, 2015; Phillips & Throne, 2010; FAO, 2019).

La protection des grains entreposés et semences contre les insectes nuisibles a été un problème majeur en raison des effets néfastes et dangereux des insecticides de synthèse et les fumigant conventionnels sur la santé humaine, les animaux et l'environnement (Benhalima *et al.*, 2004 ; Lorini & Filho, 2007; Sh Abou-Elnaga, 2015).

Malgré les insecticides, les champignons entomopathogènes, les bactéries, les méthodes traditionnelles et bien d'autres utilisées contre ces insectes ravageurs, on note une persistance des pertes post récolte. Il est donc important de trouver d'autres moyens de lutte pour appuyer ceux existants (Taponjouet *al.*, 2005; Ngamoet *al.*, 2007; Goudoumet *al.*, 2010).

En effet, des insecticides naturels de faible toxicité pour les mammifères sont utilisés contre une large gamme des insectes nuisibles. Ainsi, ils peuvent être introduits dans le cadre de lutte intégrée contre les insectes des céréales stockées comme alternatives aux pesticides synthétiques (Kim *et al.*, 2006 ; Miresmailli & Isman, 2014 ; Subramanyam & Roesli, 2000).

De nos jours, de nombreuses études sont emmenées vers les moyens de lutte alternatifs contre ces ravageurs. L'étude des activités biologiques des extraits de plantes est d'un grand intérêt. Les activités insecticides et parasitocides des huiles essentielles ont été rapportées dans plusieurs travaux (Bouzouita *et al.*, 2008 ; Cissokho *et al.*, 2015).

C'est dans ce contexte que nous avons envisagé la réalisation de cette étude visant à détecter la qualité physico-chimique du blé et de pois chiche local stockés, puis détecter les différents types d'insectes nuisibles et d'auxiliaires qui s'y trouvent dans les grains stockés et enfin tester l'effet des substances bioactives contre les principaux insectes ravageurs des denrées stockées.

Cette recherche est structurée en deux parties ; la première partie propose une synthèse bibliographique sur les denrées stockées et leurs entomofaunes, puis des données sur les plantes aromatiques étudiées. La seconde partie est une partie expérimentale qui rassemble les méthodes utilisées pour réaliser les objectifs de cette

étude suivi par l'interprétation des résultats obtenus. Le manuscrit est achevé par une conclusion et perspective.

Les céréales et légumes sec constituent une importante ressource alimentaire pour l'être humain et les animaux d'élevage. Blé et pois chiche comptent parmi les espèces les plus utilisées d'où son intérêt socioéconomique. En Algérie, le blé et pois chiche font partie des cultures stratégiques garantissant la sécurité alimentaire. Ces produits stockés assurent une niche pour des divers êtres vivants. Ces derniers représentés par des organismes indésirables et nuisibles, causant d'importantes pertes durant le stockage.

I.1. Les céréales

I.1.1. Généralité

Les cultures céréalières fournissent des nutriments essentiels et de l'énergie dans le régime alimentaire quotidien de l'homme par le biais de la consommation humaine directe ; également par la production de viande, puisqu'elles constituent un aliment majeur pour le bétail. Le terme "céréale" désigne les membres de la famille des Gramineae et détermine neuf espèces : le blé (*Triticum*), le seigle (*Secale*), l'orge (*Hordeum*), l'avoine (*Avena*), le riz (*Oryza*), le millet (*Pennisetum*), le maïs (*Zea*), le sorgho (*Sorghum*) et le triticales qui est un hybride de blé et de seigle (Papageorgiou & Skendi, 2018).

I.1.2. Importance de la céréaliculture dans le Monde

La céréaliculture en tant que spéculation stratégique pour l'alimentation des populations, joue un rôle prépondérant sur le plan socio-économique. Cette filière présente un intérêt certain pour le développement des régions sahariennes et conditionne leur sécurité alimentaire (Boukhalifa, 2015). Elles constituent la base du régime méditerranéen, occupent encore une place primordiale dans la production de denrées agricoles et agroalimentaires en Algérie (Rastoin & Benabderrazik, 2014). Dans le monde, les céréales constituent la principale denrée alimentaire utilisable notamment le blé. Par ailleurs, d'autres espèces sont cultivées à grande échelle telles le millet en Afrique, le riz en Asie et le maïs au Etats-Unis (Iseli-Trösch, 2019).

Selon la FAO (2022), la production mondiale de céréales pour la campagne 2021-2022 a révélé des relevées à 2 813,2 millions de tonnes. Alors qu'une baisse de 38,9 millions de tonnes de la production céréalière provoquée suite à une vague de sécheresse persistante dans les pays de l'hémisphère Nord a été notée au mois de septembre de l'année 2022 donnant une production 2774,3 millions de tonnes.

I.1.3. Le blé

I.1.3.1. Généralité

En Algérie, le secteur des céréales occupe une place vitale en termes socio-économiques et parfois politique. En effet, les céréales en général et le blé en particulier constituent la principale base du régime alimentaire pour le consommateur algérien (Ammar, 2015).

Le blé est une céréale universelle et largement adaptée dans des divers régions, notamment tempérée, subtropicale et tropicale. Il s'agit de la deuxième culture la plus importante pour la consommation humaine après le riz. Le blé cultivé est classé en deux types principaux : le blé panifiable hexaploïde ($2n = 6x = 42$, BBAADD) et le blé dur tétraploïde ($2n = 6x = 42$, BBAADD) (Carson & Edwards, 2009; Finnie & Atwell, 2016).

En ce qui concerne la classification biologique, trois espèces de blé sont les plus couramment cultivées aujourd'hui. La première, *T. aestivum*, forme les classes suivantes : blé tendre rouge d'hiver, blé tendre rouge de printemps, blé tendre blanc.

T. compactum comprend les blés trèfles. La troisième espèce est *T. durum*, qui comprend les classes de blé dur et de blé dur rouge (Grant *et al.*, 2012; Kurt & Evers, 2018; Mohar & Upadhyaya, 2016).

I.1.3.2. Classification botanique

La taxonomie du blé est établie comme suit :

Règne :	Plantae ;
Sous-règne :	Tracheobionta ;
Classe :	Liliopsida ;
Sous-classe :	Commelinidae ;
Ordre :	Cyperales ;
Famille :	Poaceae ;
Sous-famille :	Festucoideae;
Genre :	<i>Triticum</i> ;
Espèce :	<i>Triticum aestivum</i> L. (Blé tendre), <i>Triticum durum</i> Desf. (Blé dur) (Feillet 2000).

I.1.3.3. Composition biochimique du blé

D'après FAO (2020), le grain du blé est essentiellement glucidique avec 75.4 g de glucides digestibles (amidon principalement). Il est riche en substances nutritives nécessaires tels que les protéines (10.7 g), lipides (1.99 g), fibres diététiques (12.7 g), calcium (34 mg), fer (5.37 mg), phosphore (200 mg), sucre (0.85 g), eau (10.4 g), vitamine B1 (0.410 mg), vitamine B9 (41 ug), vitamine B6 (0.378 mg) et de 340 calorie.

Tableau 01 : Composition nutritive du grain de blé (Anonyme, 2016)

Organe	Glucide	Protéine	Lipide	Fibre	Fer	Autres
Enveloppe	63	16	3	43	59	Vitamine B
Albumen	79	7	0	4	7	/
Germe	52	23	10	14	35	Vitamine B oméga-3/6

I.1.3.4. Production du blé dans le monde**Tableau 02 :** Marché mondial du blé (FAO, 2022)

Paramètres (million de tonnes)	Années				
	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23
Production	731.4	759.7	776.0	778.1	777.0
Disponibilités	1 021.0	1 033.8	1 059.8	1 070.3	1 074.1
Utilisation	749.7	746.7	762.0	773.4	772.8
Commerce	168.8	184.0	189.2	194.9	191.3
Stocks de clôture	274.1	283.8	292.2	297.1	299.1

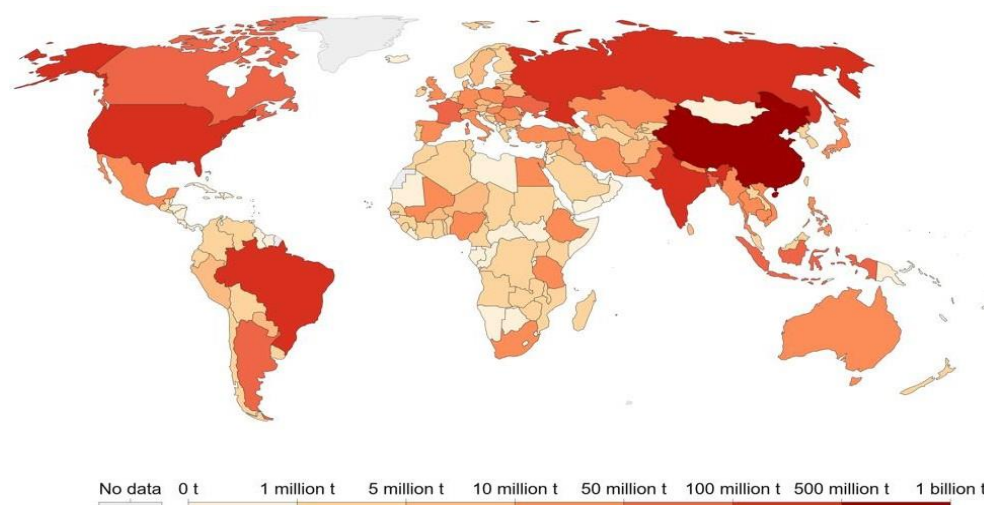


Figure 01 : Production céréalière, mesurée en tonnes (FAO, 2022)

I.1.3.5. Production du blé en Algérie

Tableau 03 : Surface cultivée, Rendement et Production de blé en Algérie (FAO, 2022)

Année	Superficie ha	Rendement hg/ha	Production tonnes
2018	2087003	2436503	3981219
2019	1 974 987	3 876 876	18 630
2020	1848083	16811	3106754

La production nationale de céréales collectée en 2021/2022 a été située entre 27 et 30 millions de quintaux, ce qui a permis à l'Algérie de réduire ses importations céréalières de 25% (Anonyme, 2022).

I.2. Légumineuses

1.2.1. Importance des légumineuses dans le Monde

Les légumineuses à grains (haricot, pois chiche, fève,...) ont un grand potentiel pour atténuer la faim et la malnutrition avec un apport en protéines végétales pour les populations pauvres en ressources des pays en voie de développement ainsi que pour l'alimentation animale dont le soja, la luzerne etc. En outre, les légumineuses à grains possèdent des bactéries symbiotiques fixatrices d'azote dans les nodules des racines, qui fixent leur propre azote, réduisant ainsi, dans de nombreuses situations, le coût des apports

d'azote par les agriculteurs. Elles sont aussi une source importante d'huiles végétales (arachide) et de bois de qualité. Citons le haricot (*Phaseolus vulgaris*) en Amérique Latine, le pois chiche (*Cicer arietinum*), la lentille (*Lens culinaris*) et la fève (*Vicia faba*) dans le bassin méditerranéen, le soja (*Glycine max*) en Asie sans oublier l'arachide (*Arachis hypogea*) et le pois (*Pisum sativum*) à travers tous les continents (Maphosa & Jideani, 2017; Schneider & Huyghe, 2015).

La principale légumineuse à grains, notamment le pois chiche, considérable à l'échelle mondiale constitue des éléments importants des régimes alimentaires pour les peuples végétariens et non végétariens. Ces légumineuses à grains ont la capacité de fixer l'azote, ce qui réduit l'utilisation d'engrais en agriculture, en plus de leur teneur élevée en protéines (Mohar *et al.*, 2013)

I.2.2. Pois chiche

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est la troisième espèce de légumineuse à grains cultivée dans 59 pays contribuant à la sécurité nutritionnelle mondiale grâce à une teneur de 23% de protéines (FAO, 2016). *C. arietinum* L. est un vrai diploïde autogame ($2n \frac{1}{4} 2x \frac{1}{4} 16$) avec un génome de taille moyenne d'environ 750 Mbp, évolué de son géniteur sauvage immédiat, *C. reticulatum* ((Varshney *et al.*, 2013 ; Mohar , 2020).

Le pois chiche se présente principalement sous deux variétés Kabuli et Desi. Les grains de pois chiche Desi sont petits, foncés et ont une surface striée, forme angulaire, avec une couleur sombre et un tégument rugueux. Alors que les kabuli ont de grosses grains à bec de couleur blanche ou beige et de taille plus grande avec un tégument plus lisse (GRDC, 2018; Knights *et al.*, 2011; Muchinsky, 2012).

I.2.2.1. Classification botanique

Règne:	Plantae.
Embranchement:	Spermatophyta ;
Classe:	Magnoliopsida ;
Ordre :	Fabales ;
Famille:	Fabaceae ;
Genre:	<i>Cicer</i> ;
Espèce:	<i>Cicer arietinum</i> L.(USDA, 2008).

I.2.2.2. Composition chimique du pois chiche**Tableau 04 :** Composition chimique des types de pois chiches Kabuli et Desi (Rachwa-Rosiak *et al.*, 2015)

Composants	Variétés de pois chiche (%)	
	Kabuli	Desi
Matière sèche	92.08	91.17
Protéine	24.63	22.76
Fibre brute	6.49	9.94
Amidon	39.12	38.48
Sucres solubles	8.43	7.53
Total des tanins	0.09	0.12

I.2.2.3. Production du Pois chiche dans le monde**Tableau 05 :** Surface cultivée, Rendement et Production des principaux pays producteurs dans le monde en 2020 (FAOSTAT, 2022)

Pays	Superficie (ha)	Rendement (Kg/ha)	Production (tonnes)
Australie	26300	10692	281200
Chine	3056	53560	16368
Ethiopie	220719	20720	4157399
Inde	10948882	10120	11080000
Iran	514284	4406	226595
Mexique	62383	20169	125823
Myanmar	371505	12965	481668
Pakistan	943860	5272	497608
Turquie	511493	12317	630000

I.2.2.4. Production du Pois chiche en Algérie

En Algérie, le pois chiche a occupé la deuxième position après la fève (FAOSTAT, 2017). Les zones favorables à la culture du pois chiche se situent essentiellement à l'Ouest au niveau des plaines de Maghnia, Ain Témouchent, Sidi Bel Abbès, la plaine de Ghris, et le bas Chélif, ainsi qu'au niveau des Hauts plateaux de Saida et Tiaret. A l'Est, au niveau des Hauts plateaux de Bordj Bouarreridj, d'Oum El Bouaghi (Plateaux de Ain M'Lila, Ain Fekroun, Oum El Bouaghi et Ain El Beida), ainsi que le Nord de Tébessa. Le pois chiche de printemps est cultivé dans le Nord-Ouest, le Centre et le Nord-Est du pays, alors que le pois chiche d'hiver est cultivé dans les Hauts Plateaux de l'Est, Centre et Ouest du pays (ITGC, 2018).

Tableau 06 : Surface cultivée, Rendement et Production de pois chiche en Algérie (FAO, 2022)

Année	Superficie ha	Rendement (Kg/ha)	Production (tonnes)
2018	32065	11936	38274
2019	36206	11150	40369
2020	36743	10856	39889

I.3. Stockage et conservation des céréales et légumineuses**I.3.1. Stockage**

C'est une opération qui consiste à entreposer les produits en un lieu déterminé et pour une période donnée. En matière de commercialisation des céréales, le stockage est l'opération qui consiste à placer pour une période donnée, des céréales dans un magasin suivant des normes et des règles qui permettent la bonne conservation des grains (Laurent, 2003).

I.3.2. Méthodes de stockage**a). Stockage traditionnel**

Le stockage dans des silos souterrains (*Matmoura*) : Le paysan Algérien, sur les hauts plateaux, conservait tant bien que mal, le produit de ces champs d'orge et de blé, dans des

enceintes creusées de simple trous cylindriques ou rectangulaires construites dans des zones sèches, en sol stable, généralement argileux ou le niveau de la nappe phréatique est suffisamment bas, c'est ce que l'on appelle (*Elmatmoura*). A un endroit surveillé ou proche de la ferme, la capacité de ces lieux de stockage est variable elle est de l'ordre de quelque mètres cubes (Doumaïndji *et al.*, 1989). C'est une technique utilisée dans plusieurs pays de l'Afrique, au proche orient et en Asie (Bartali, 1990).

b). Stockage en sac

Le stockage en sac a totalement disparu dans les pays développés, par contre, il est encore utilisé dans les pays en voie de développement. Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute ou en polypropylène pour les semences. Les sacs sont entreposés en tas dans divers locaux, magasins ou hangars. Souvent ce type de stockage est provisoire. Dans le cas de forte production et de saturation des divers locaux de grande capacité, l'utilisation des sacs et locaux annexes (hangars et magasins) devient nécessaire (Doumaïndji *et al.*, 2003).

c). Stockage en vrac

Le stockage en vrac est une pratique qui consiste à mettre les denrées dans des silos, hangars (dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans les hangars ouverts à charpente métallique) ou bien les mettre dans d'autres structures. C'est une méthode généralisée dans les pays développés alors qu'elle est encore peu répandue dans les pays en voie de développement, à cause du manque de moyens de transports spécialisés et la possibilité de disposer de structures adaptées. Cependant, seul l'Office National Interprofessionnel des Céréales (OAIC) et quelques entreprises privées disposent de structures qui répondent aux normes. Le contrôle et la surveillance des produits ensachés sont difficiles alors qu'ils sont plus aisés en vrac (Benlameur, 2016).

I.3.3. Conservation

C'est l'action de garder (stocker) un produit de manière à le maintenir autant que possible dans le même état. La conservation des céréales revient donc à stocker ou garder les céréales de façon à ce que leur quantité et qualité demeurent autant que possible intactes (CAV, 2004).

La conservation des denrées alimentaires c'est un ensemble de procédés de traitement permettant de conserver les propriétés gustatives (certains y ajoutent du goût, en particulier ceux qui nécessitent un additif) et nutritives, les caractéristiques de texture et de couleur des denrées alimentaires. Et aussi leur comestibilité, par la prévention des éventuelles intoxications alimentaires (Anonyme, 2012).

La conservation des produits alimentaires stockés est effectuée selon les méthodes suivantes :

a) Séchage

Il est nécessaire de sécher le grain avant de le stocker. La méthode de séchage dépend des conditions locales (climat, saison, volume du produit, matériaux disponible). Il est conseillé d'exploiter au maximum le soleil et le vent et de prendre les mesures appropriées pour éviter que les produits séchés ne soient remouillés par la rosé ou la pluie (Inge de groot, 2004).

b) Ventilation

La ventilation consiste à faire circuler l'air non chauffé dans une masse de grain, ou presque, pour refroidir ou uniformiser la température et le taux d'humidité dans l'enceinte des lieux de stockage. Ce procédé sert à abaisser et à équilibrer la température du grain et à empêcher la migration de l'humidité. Afin d'éviter l'échauffement des grains, la ventilation permet d'évacuer au fur et à mesure la chaleur produite (St-Pierre *et al.*, 2014).

c) Transilage

Le transilage permet une aération importante et rapide du grain, comme il consiste également à faire circuler le grain d'une cellule à une autre pour assurer l'homogénéisation de sa température s'il y a réchauffement, cette technique est très utilisée en Algérie. Du grain au niveau de chaque cellule, en cas d'anomalie, le responsable intervient directement soit en introduisant dans la cellule une dose de ventilation précise soit par transilage (Dib, 2014).

II.1. Généralité

Les ravageurs et les maladies sont les principaux concurrents de l'homme pour les produits agricoles, en particulier lorsqu'il s'agit de cultures pratiquées dans des conditions de forte productivité (Oliveira *et al.*, 2014). Les dégâts provoqués par ces ennemis des cultures constituent un facteur majeur de réduction de la productivité de nombreuses cultures, que ce soit au champ (avant la récolte) ou plus tard lors du stockage (après la récolte). Une moyenne de 35% du rendement potentiel des cultures est perdu à cause des ravageurs avant la récolte et au post-récolte (transport, prétraitement, stockage, transformation, emballage, commercialisation et déchets d'assiette) dans le monde entier (Popp *et al.*, 2013).

Les denrées alimentaires stockées représentent une importante part dans l'économie et l'alimentation humaine. Les céréales et légumes secs sont les produits les plus fréquemment stockés grâce à leur faible teneur en eau (García-Lara & Saldivar, 2015). La production céréalière et légumineuses sont à la base de la sécurité alimentaire mondiale (FAO, 2016 ; Mebarki, 2018, Cruz *et al.*, 2019 ; Mesterházy *et al.*, 2020).

Les cultures stockées sont fréquemment infestées par une diversité des ravageurs (Stejskal *et al.*, 2015). Les insectes nuisibles affectent considérablement les céréales stockées principalement le blé stocké et les légumes secs stockés (pois chiche) ; qui engendrent des pertes très importantes (Rajashekar, 2016, Benlameur, 2016 ; Kumar & Kalita, 2017). Ces nuisibles peuvent entraîner une perte de poids, de qualité, une mauvaise germination des graines, une moindre viabilité et perdent leur valeur commerciale, la consommation ou la plantation (Stejskal *et al.*, 2014, Jones *et al.*, 2018, Rayees *et al.*, 2021)

II.2. Principaux insectes nuisibles des denrées stockées

Dans le monde, 1 660 espèces d'insectes dont 600 espèces de coléoptères ont été signalées comme étant associées aux produits stockés (Hagstrum & Subramanyam, 2009; Hagstrum & Phillips, 2017). Comme dans tout écosystème, on trouve au sein des denrées stockées divers groupes écologiques dont notamment des espèces cléthrophages (des insectes vivant à l'intérieur des grains), psychophages (qui se nourrissent des débris, des grains brisés...etc.), mycétophages (qui se nourrissent des moisissures et de

mycélium), des parasites et enfin, au sommet du réseau trophique, des prédateurs se nourrissant de proies vivantes (harpactophages) ou de leurs cadavres (nécrophages). Les insectes des denrées stockées sont classiquement répartis en trois catégories : les espèces primaires, secondaires et tertiaires (Huchet, 2017).

II.2.1. Les ravageurs primaires

Les ravageurs I^{aires} appelés aussi « à formes cachées » sont capables de s'attaquer à des grains entiers et sains. Ces insectes sont capables de casser l'enveloppe dure des grains sains. certaines espèces pondent leurs œufs à l'intérieur de la graine et les larves mangent le contenu du grain. D'autres pondent leur œufs à la surface du grain et les larves pénètrent l'enveloppe (Inge de Groot, 2004 ; Hill, 2002).

Tableau 07: Principaux ravageurs primaires des denrées stockées

Espèces /Familles	Denrées attaquées et Biologie	Dégâts occasionnés	Références
 <i>Sitophilus granarius</i> (Curculionidae) (Linnaeus, 1758)	Blé : Population multipliée par 20 en 28 jours (30°C à 14% d'humidité).	- Trou dans les grains -Germe et amande dévorés.	McDonough (2012) ; Reichmuth <i>et al.</i> (2007) ; Daglish (2018)
 <i>Trogoderma granarium</i> (Dermestidae) Everts 1898	Blé, riz, millet : Population multipliée par 12 en 28 jours (34 °C, HR 73%). Un cycle de vie est varié de 26 à 220 jours.	- Echauffement des produits stockés, ce qui entraîne la croissance de moisissures et une réduction de la saveur et de la qualité des aliments	Athanassiou <i>et al.</i> (2016) ; Singh <i>et al.</i> (2017) ; Athanassiou & Arthur (2018)

 <i>Rhyzopertha dominica</i> (Bostrichidae) (Fabricius, 1792)	Blé, riz, millet, orge, maïs, sorgho : Population multipliée par 20 en 28 jours 34°C, HR 70%).	- Les adultes et les larves pénètrent dans les grains de céréales et se nourrissent de l'endosperme. -Les préjudices sont causés par les adultes qui détruisent le germe et l'albumine des grains.	Edde (2012) ; Hagstrum <i>et al.</i> (2013) ; Perisic <i>et al.</i> (2018)
 <i>Sitotroga cerealella</i> (Gelechiidae) (Olivier 1789)	Maïs, blé : Population multipliée par 25 en 28 jours à 35°C.	-Trou dans les grains, goût de rance -Les larves se nourrissent de l'intérieur du grain et détériorent le germe de la graine .	Hagstrum & Subramanyam (2009) ; Throne & Weaver (2013) ; Bushra & Aslam (2014)
 <i>Callosobruchus maculatus</i> (Bruchidae) (Fabricius 1775)	Pois chiche : Population multipliée en 28 jours (27°C, HR 70%) ; on compte 75 à 100 œufs par ponte.	-Il exerce une pression qui provoque des trous d'émergence dans les grains ; -Développement de moisissures ; -Perte de poids à sec et de perte de viabilité des grains .	Oke & Akintunde (2013); Bhubaneshwai & Victoria (2014) Mutungi <i>et al.</i> (2014)

II.2.2. Les ravageurs secondaires

Ils sont appelés aussi « à formes libres », ne peuvent déprécier les grains qu'à partir des dégâts causés par les ravageurs primaires (Bekon & Fleurât-Lessard, 1989). Car ils sont incapables de percer l'enveloppe des semences saines. Donc ils se nourrissent des grains cassés (Inge de Groot, 2004)

Tableau 08: Principaux ravageurs secondaires des denrées stockées

Espèces /Familles	Denrées attaquées Condition de prolifération	Dégâts occasionnés	Références
 <i>Tribolium confusum</i> (Tenebrionidae) Jacquelin du Val 1863	Blé dur, blé tendre : Population multipliée par 60 en 28 jours (35°C, HR 80%).	- Germe et amande dévorés. -Sécrétion malodorantes.	Hernandez Nopsa <i>et al.</i> (2015) ; Ahmady <i>et al.</i> (2016) ; Athanassiou & Arthur (2018) ;
 <i>Tribolium castaneum</i> (Tenebrionidae) (Herbst 1797)	Céréales, légumineuses, les épices, oléagineux, les noix, la farine, le riz usiné, les produits de boulangerie : Population multipliée par 60 en 28 jours (35°C, HR 80%).	-Sécrétion malodorantes. -Il peut attribuer une coloration rosée aux denrées	Lee <i>et al.</i> (2013) ; Gigliolli <i>et al.</i> (2016) ; Prakash & Dubey, (2018) ; Attia <i>et al.</i> (2020) ;

 <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Silvanida) (Linnaeus 1758)	Blé, maïs, millet farines, pâtes, fruits secs, noix, viandes sèches : Population multipliée par 60 en 28 jours (32°C, HR 90%).	-Germe et amande dévorés. - Les sécrétions et les excréments produits par cette espèce lors de son alimentation provoquent des réactions allergiques chez l'homme.	Kumar (2017) ; Nika <i>et al.</i> (2020) ; Latifian <i>et al.</i> (2020) ; awadalla <i>et al.</i> (2021)
 <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Laemophloeidae) (Stephens 1831)	Céréales, légumineuses et les graines oléagineuses : Population multipliée par 20 en 28 jours (34 °C, HR 73%).	-Détruit le germe. -Créant des conditions favorables à la croissance de moisissures et de champignons	Wu <i>et al.</i> (2015) ; Abdelghany & Fields, (2017)
 <i>Plodia interpunctella</i> (Byralidae) (Hübner 1813)	Blé, Riz, millet, orge, maïs, sorgho : Population multipliée par 25 en 28 jours (30 °C, HR 70%).	-Attaque du germe dépréciation de la marchandise avec les fils de soie gluants de son cocon.	Gebremichael (2017) ; Mereghetti <i>et al.</i> (2019) ; Jung <i>et al.</i> (2021)
 <i>Ephestia kuehniella</i> (Pyralidae) Zeller 1879	Maïs : Population multipliée par 25 en 28 jours à 300°C.	-Le cocon bouche les machines et les circuits de manutention.	Tarlack <i>et al.</i> (2015) ; Pires <i>et al.</i> (2018) ; Visser <i>et al.</i> (2021)

II.2.3. Les ravageurs tertiaires

Les insectes appelés ravageurs tertiaires se nourrissent des grains cassés, de poussières de grains ou de poudres laissées par les deux groupes précédents (Inge de Groot, 2004).

II.3. Les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées

II.3.1. Méthodes traditionnelles

Cette méthode consiste à l'exposition au soleil qui favorise le départ des insectes adultes qui ne supportent pas les fortes chaleurs ni la lumière intense, à l'utilisation des plantes répulsives ainsi que le mélange des grains avec des plantes qui agissent comme insectifuge, ainsi que l'enfumage qui ne tue pas les insectes mais les éloignent et les empêchent par fumigation (Doumandji *et al.*, 2003).

II.3.2. Méthodes de lutte modernes

a. La lutte préventive

Il est couramment admis que plus de 80% de la lutte contre les insectes repose sur l'intervention sanitaire qui a recours à la :

➤ Protection des locaux de stockage

Avant la mise en stock des denrées, il est indispensable de nettoyer correctement les structures de stockage :

- Balayage correcte des locaux, brossage des murs et colmatage des fissures ;
- Toutes les balayures et détritrus rassemblés doivent être détruits car il pourrait constituer un foyer d'infestation. En magasin il faudra traiter les sacs vides et détruire le vieux sac;
- Comme les locaux de stockage, les alentours des bâtiments, doivent être propres et parfaitement dégagé (Belmouzar, 2004) ;
- La désinsectisation de l'emballage et des locaux de stockages qui doivent être hermétiquement fermés ainsi que la denrée destinée au stockage ;
- Utilisation de l'emballage résistant tels que les sacs en polyéthylène doublé, matière que les insectes sont incapable de percer (Amari, 2014).

➤ **Protection de la denrée**

Avant la mise en stock, le produit doit être correctement nettoyé, la présence de brisures et de fines particules constituent un élément favorable au développement des insectes. Tout nouveau lot doit être considéré à priori comme douteux est correctement inspecté car du tout produit attaqué introduit même en faible quantité peut infester un magasin ou un silo. La lutte contre les insectes sera souvent vaine si l'on ne considère pas que c'est l'ensemble des structures de stockage des denrées stockées qui doit être correctement tenu et si l'on n'observe pas des principes élémentaires pouvant prévenir les infestations (Philippe, 2006).

b. Lutte physique et mécanique

Elles concernent toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. En général, ces techniques ne sont pas efficaces contre les formes cachées. Elles sont recommandées pour pallier aux problèmes des résidus chimiques liés aux différents traitements chimiques appliqués aux denrées stockées. Ainsi plusieurs techniques ont été expérimentées et ont eu des succès divers : l'écrasement mécanique dans les « Entôleur », le traitement par le froid et le chaud, le stockage étanche ou sous atmosphère contrôlée et les radiations ionisantes (Benayad., 2013).

c. Lutte chimique

Largement répandue, en raison de son efficacité, elle doit être appliquée avec discernement pour limiter les risques qu'elle peut faire courir aux consommateurs des denrées. Deux types de traitement sont généralement employés :

➤ Traitement par contact qui consiste à recouvrir les grains, l'emballage ainsi que les locaux de stockage d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact sur les prédateurs, dont l'effet est plus ou moins rapide avec une persistance d'action plus longue (Aidani, 2015).

➤ Traitement par fumigation qui consiste à traiter les grains à l'aide d'un gaz toxique, qu'on appelle fumigant. L'intérêt majeur de la fumigation est de faciliter la pénétration des gaz à l'intérieur du grain et donc de détruire les œufs et larves et nymphes qui s'y développent (Aidani, 2015).

d. Lutte biologique

Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vus ses intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique (Amari, 2014).

➤ **Les ennemis naturels**

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes (Sanon *et al.*, 2002).

Tableau 09: La faune auxiliaires des denrées stockés

Ennemis naturels	Description et biologie	Espèces parasitées	Références
<u>Parasitoïdes</u>			
 <i>Anisopteromalus calandrae</i> (Pteromalidae) (Howard 1881)	-Ectoparasitoïde -Adultes mâles apparaissent entre 14,3 ± 0,04 jours et les femelles entre 16,9 ± 0,1 jours.	-<i>Callosobruchus maculatus</i> -<i>Callosobruchus chinensis</i> -<i>Sitophilus oryzae</i> -<i>Sitophilus granarius</i>	Hansen & Steenberg, (2007) ; Ngamo <i>et al.</i> (2007) ; Yoon <i>et al.</i> (2009)
 <i>Trichogramma evanescens</i> (Trichogrammitidae) Westwood 1833	-Les larves émergent en tant que guêpe adulte en 7 à 14 jours. -la femelle est capable de parasiter jusqu'à 20 à 120 œufs.	-<i>Plodia interpunctella</i> -<i>Sitotrogac realella</i> -<i>Tineola bisselliella</i> -<i>Tribolium castaneum</i> -<i>Lasioderma serricorne</i>	Cruz <i>et al.</i> (1999) ; Copping (2001) ; Porfírio (2013)

	-Durée de développement chez le mâle 13 jours, chez la femelle 14,5 jours sous une température de 28 à 33°C.	-<i>Trogoderma granarium</i> -<i>Bruchidius uberatus</i> -<i>Callosobruchus chinensis</i> -<i>Callosobruchus maculatus</i>	Ndoutoume- Ndong & Rojas-Rousse (2006) ; Rojas- Rousse (2010)
	-Ectoparasitoïde -Le cycle biologique dure environ de 15 à 22 jours.	-<i>Stegobium paniceum</i> -<i>Rhyzopertha dominica</i>. -<i>Sitophilus oryzae</i> -<i>Sitophilus granarius</i> -<i>Callosobruchus maculatus</i>	Niedermayer & Steidle (2013) ; Goodrich (2016) ;
	-Ectoparasitoïde. -se développe en 5 semaines à 25°C.	-<i>Tribolium confusum</i> -<i>Tribolium castaneum</i> -<i>Oryzaephilus mercator</i> -<i>Oryzaephilus surinamensis</i> -<i>Sitophilus granarius</i>, -<i>Sitophilus oryzae</i>	Athanassiou <i>et al.</i> (2005) ; García <i>et al.</i> (2005) ; Amante <i>et al.</i> (2017)

 <i>Cephalonomia tarsalis</i> (Bethyridae) (Ashmead 1893)	-Se développe sous des températures de 16 à 35°C. -La femelle pond 2 œufs dans le segment thoracique de l'hôte.	-<i>Oryzaephilus surinamensis</i> -<i>Sitophilus granarius</i> -<i>Sitophilus oryzae</i> -<i>Sitophilus zeamais</i> -<i>Tribolium castaneum</i>	Collatz & Steidle, (2008) ; Eliopoulos (2016)
 <i>Theocolax elegans</i> (Pteromalidae) (Westwood 1874)	-Femelle pond un œuf à l'extérieur sur chaque hôte. -Le cycle biologique est d'environ 22 jours. -Les adultes meurent entre 5 à 10 jours.	-<i>Rhyzopertha dominica</i>. -<i>Sitophilus oryzae</i> -<i>Sitophilus granarius</i> -<i>Sitophilus zeamais</i> -<i>Callosobruchus spp</i> -<i>Stegobium paniceum</i>	Flinn & Hagstrum, (2002) ; Ribeiro <i>et al.</i> (2014) ; Tang (2016)
 <i>Habrobracon hebetor</i> (Braconidae) Say 1836	- Adultes mesurent environ 3 - 4 mm de long. - Les larves se développent en 10-12 jours puis forment des petits cocons de soie caractéristiques.	-<i>Ephestia elutella</i> -<i>Galleria mellonella</i> -<i>Paralipsa gularis</i> -<i>Sitotroga cerealella</i> - <i>Ephestia kuehniella</i> -<i>Plodia interpunctella</i>	Navarro (2018) ; Pezzini <i>et al.</i> (2020) ; Broschuere (2020)

 <i>Venturia canescens</i> (Ichneumonidae) (Gravenhorst 1829)	-Endoparasitoïde -La durée de développement est de 25 à 30 jours à 25°C	-<i>Plodia interpunctella</i>, -<i>Ephesia kuehniella</i> - <i>Cadra cautella</i> -<i>Amyelois transitella</i> -<i>Dibrachys cavus</i> -<i>Galleria melonella</i> -<i>Pyralis farinalis</i>	Eliopoulos (2006) ; Pompeos <i>et al.</i> (2014) ; Reiland (2011)
<u>Prédateurs</u>			
 <i>Xylocoris flavipes</i> (Anthocoridae) (Reuter 1875)	-Punaise prédatrice -se développe à une température de 20 à 32°C. -Femelle vive jusqu'à 6 semaines, mâle est limité à 5 semaines.	-<i>Acanthoscelides obtectus</i>, -<i>Attagenus unicolor</i> -<i>Cadra cautella</i> - <i>Tribolium castaneum</i> -<i>Rhyzopertha dominica</i>	Murata (2007) ; Saha <i>et al.</i> (2012)
 <i>Teretriosoma nigrescens</i> (Histeridae) (Lewis 1906)	-Coléoptère prédateur. -Le cycle d'évolution est de 50 jours à 30°C et 75% d'HR.	-<i>Prostephanus truncatus</i> -<i>Sitophilus zeamais</i>	Leliveldt (1990) ; Ayertey <i>et al.</i> (1999) ; Bourassa <i>et al.</i> (2001)

➤ **Utilisation des plantes insecticides**

Les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsif, de contact ou fumigant. Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre (Guèye *et al.*, 2011). Des efforts ont été fournis pour développer de nouveaux composés pour substituer à ceux couramment utilisés. L'exploitation de matières premières renouvelables d'origines végétale pour la fabrication de bio-insecticide correspond à la nécessité de répondre aux réalités environnementales (Messaoudene & Mouhou, 2017). Ainsi plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides sont identifiées (Ngamo & Hance, 2007).

➤ **Les huiles essentielles**

Les huiles essentielles de plantes sont l'une des voies les plus importantes explorées dans la régulation des ravageurs, en particulier ces dernières années, car elles ont fait l'objet de nombreuses études. Sa toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti nutritionnelle et inhalatrice (Kéita *et al.*, 2001 ; Aouina & Khelifi, 2018).

III.1. *Mentha pulegium* L.

III.1.1. Généralité

La menthe pouliot appartenant à la famille des Lamiaceae est une des principales familles productrices d'huiles essentielles. Elles sont connues pour produire un large éventail de métabolites secondaires et sont une source riche en terpènes de valeur économique (Andrade, 2018). Le pouliot est originaire d'une vaste zone couvrant l'Asie centrale, le Moyen-Orient, l'Europe et l'Afrique du Nord. Elle a été introduite dans les Amériques, dans certaines parties de l'Asie, au Mozambique, en Australie et en Nouvelle-Zélande. Il s'agit d'une herbe vivace d'une hauteur de 20 à 40 cm, dont les fleurs sont d'un violet pâle, groupées en verticilles au sommet de courtes tiges florales (Casiglia *et al.*, 2017).

Khonche *et al.* (2017) ont montré que la *Mentha pulegium* L. est utilisée dans la médecine traditionnelle autant qu'antagoniste du calcium (Estrada-Soto *et al.*, 2010), anti inflammatoire, anti-oxydant (Kogiannou *et al.*, 2013 ; Moussaid *et al.*, 2011), antibactérien (Ibrahim, 2013), neuroprotecteur (López *et al.*, 2010), acaricide (Rim & Jee, 2006), larvicide (Cetin *et al.*, 2006) et nématocide (Ntalli *et al.*, 2010).

III.1.2. Systématique

Selon Larry (2002) ;

Règne :	Plantae ;
Embranchement :	Magnoliophyta ;
Classe :	Magnoliopsida ;
Ordre :	Lamiales ;
Famille :	Lamiaceae ;
Genre :	<i>Mentha</i>
Espèce :	<i>Mentha pulegium</i> L., 1753



Figure 02: Menthe pouliot (*Mentha pulegium* L.)
(Originale, 2022)

III.1.3. Composition chimique

A partir de l'analyse chromatographique, 18 composés ont été identifiés dans l'huile essentielle de *Mentha pulegium* dont le principal composant est la pulégone (Benlarbi *et al.*, 2014 ; Brahmi *et al.*, 2016). Une composition chimique similaire a été signalée pour cette huile essentielle en Inde, au Portugal et en Turquie, en particulier en ce qui concerne le contenu de pulégone qui est indiqué comme étant le composant majoritaire, mais avec des proportions différentes (Sachin *et al.*, 2012 ; Lakhdar *et al.*, 2015 ; Teixeira *et al.*, 2012).

Tableau 10 : La composition chimique (%) de l'huile essentielle de la *M. pulegium* L.

Composé	Messaoudi <i>et al.</i> (2021) Algérie	Ouakouak <i>et al.</i> (2015) Algérie	Brahmi <i>et al.</i> (2016) Algérie	Salem <i>et al.</i> (2017) Tunisie	Zekri <i>et al.</i> , (2015) Maroc
β-pinene	0.30	0.62	0.20	0.17	0.5
Myrcene	0.16	-	-	-	-
Octanol-3	0.03	< 0.1	0.30	0.10	-
Limonène	1.55	4.70	0.90	0.26	-
p-mentha-3,8-diene	-	-	0.1	1.29	-
Menthone	13.01	6.20	2.7	-	-
Pulégone	74.81	46.41	70.4	55.58	2.32
Carvone	-	1.50	-	-	39.37
Peperitone	3.82	2.63	0.2	0.27	10.05
Piperitenone	-	23.30	-	0.10	10.05
B-Caryophyllene	-	< 0.1	0.50	0.10	0.58

III.1.4. Toxicité

L'emploi des parties aériennes de la menthe pouliot en qualité de condiment et aux doses usuelles, ne présente aucun risque de toxicité ni aiguë, ni chronique (Anton & Annelise, 2005). Il est bien connu qu'une petite dose (<10 ml) d'HE de *M. pulegium* peut causer des nausées, des vomissements, des douleurs abdominales et des étourdissements. Une défaillance de plusieurs organes, qui peut même conduire à la mort, peut se produire par la consommation d'une dose plus importante.

Le composé principalement responsable des effets toxiques de *M. pulegium* est la pulégone, qui confère à la plante le goût typique de la menthe poivrée qui, généralement, est très abondante dans son HE. Ce composé, une fois ingéré, peut agir comme un inhibiteur d'enzymes et présente un organotropisme marqué pour les reins et le foie (Caputo *et al.*, 2021 ; Aouadhi, 2010)

III.1.5. Utilisations de l'huile essentielle de la menthe pouliot

L'huile essentielle de *M. pulegium* a été traditionnellement utilisée au cours des derniers siècles dans la préparation des aliments et comme antiseptique (Mahboubi & Haghi, 2008), antispasmodique, carminative, anti-inflammatoire, anti microbien (Bouyahya *et al.*, 2017 ; Nickavar & Jabbareh, 2018 ; Taalbi, 2016 ; Aimad *et al.*, 2021), stimulant aromatique, analgésique et abortif (Gordon & Khojasteh, 2015 ; Kasrati *et al.*, 2015) et comme insecticide traditionnel et répulsif pour les insectes.

Les connaissances traditionnelles concernant l'utilisation de l'HE de *M. pulegium* comme insecticide traditionnel et répulsif ont conduit à un regain d'intérêt ces dernières années dans la recherche de cette HE comme une alternative possible et écologique aux pesticides synthétiques (Niroumand *et al.*, 2016 ; Attia *et al.*, 2012; Benayad *et al.*, 2012 ; Vojoudi *et al.*, 2014 ; Hanana *et al.*, 2017 ; Abessi *et al.*, 2018 ; Domingues & Santos., 2019 ; Heydarzade *et al.*, 2019 ; Ncibi *et al.*, 2019 ; Ncibi *et al.*, 2020).

III.2. Giroflier (*Syzygium aromaticum*)

III.2.1. Généralité

Le Giroflier est un arbre tropical appartenant à la grande famille des Myrtacées, originaire d'Indonésie, dans la partie sud des Philippines et les îles de Moluques, d'Afrique et d'Amérique du sud, principalement en Brésil, en Haïti, au Kenya, en Malaisie, aux îles Maurice, au Mexique, au Zanzibar, à Madagascar, aux Philippines, en Inde et au Sri Lanka (Penot *et al.*, 2014 ; Gupta *et al.*, 2015 ; Charles, 2013).

Le giroflier est composé de feuilles et de bourgeons (la partie commerciale de l'arbre) et la production de boutons floraux commence quatre ans après la plantation. Par la suite, ils sont récoltés soit à la main, soit en utilisant une phytohormone naturelle au stade de la préfloraison. Il est intéressant de noter qu'elles sont utilisés commercialement à de nombreuses fins médicinales et dans l'industrie de la parfumerie (Cortés-Rojas *et al.*, 2014).

Clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) est considéré comme l'une des épices pouvant potentiellement être utilisées comme conservateurs dans de nombreux aliments, en particulier dans la transformation de la viande, pour remplacer les conservateurs chimiques en raison de ses propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Aussi il est considéré comme une matière source des produits pharmaceutiques et cosmétiques grâce à son composant phénolique comme eugénol, acétate d'eugénol et acide gallique (Francisco *et al.*, 2014 ; Muhamad *et al.*, 2018).

III.2.2. Classification botanique

Classification botanique de giroflier (Goetz *et al.*, 2016)

Règne :	Plantae
Embranchement :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Myrtales
Famille :	Myrtaceae
Genre :	<i>Syzygium</i>



Figure 03 : Structure de giroflier et leurs boutons floraux et fleurs (Benzeggouta, 2015 ; Barbelet, 2015)

Espèce : *Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry, 1939

III.2.3. Composition chimique

L'huile essentielle est le principale constituant chimique du clou de girofle (Saikumari *et al.*, 2016). Il est caractérisée par l'eugénol, l'acétate d'eugénol et le β -caryophyllène mais à des proportions différentes selon les auteurs. Elle est de couleur jaune à jaune pâle, caractérisée par une odeur épicée, puissante, aromatique et aldéhyde (Razafimamonjison *et al.*, 2016).

Tableau 11 : La composition chimique (%) de l'huile essentielle de *S. aromaticum*

Composé	Boughendjioua (2018) Algérie	Tahir <i>et al.</i> (2016) Pakistan	Selles <i>et al.</i> (2020) Tunisie	Bakour <i>et al.</i> (2018) Maroc
α -pinene	0.05	1.93	0.01	-
α -Phellandrene	0.40	-	-	-
α -Terpinene	0.25	-	-	-
Limonène	0.30	-	0.03	-
Eucalyptol	0.50	-	-	-
Linalool	0.75	-	0.01	-
Eugenol	80.00	18.7	78.72	87.03
4-Terpineol	0.22	-	0.02	-
β -Caryophyllene	2.27	-	8.82	0.69
Eugenyl acetate	5.01	15.3	8.74	11.25

III.2.4. Toxicité

L'huile essentielle de clou de girofle est généralement reconnue comme étant sans danger lorsqu'elle est consommée à des concentrations inférieures à 1 500 mg/kg. D'autre part, l'organisation mondiale de la santé (OMS) a établi que la quantité quotidienne acceptable de clou de girofle par jour est de 2,5 mg/kg de poids chez l'homme (Gülçin *et al.*, 2012 ; Cortés-Rojas *et al.*, 2014 ; Kecemi, 2017).

III.2.5. Propriétés thérapeutiques de l'HE du girofle

R. aromaticum est couramment utilisé dans la préparation des aliments, comme agent anticancéreux et comme remède traditionnel pour l'asthme, les troubles du système digestif, les troubles dentaires, les troubles respiratoires, les maux de tête et les maux de gorge dans les pays asiatiques (Mansourian *et al.*, 2014 ; Lobstein *et al.*, 2017).

De plus, en médecine traditionnelle, le clou de girofle est largement utilisé pour le traitement de la dyspepsie, de la gastrite et de la diarrhée. Il est également utilisé comme antipyrétique, aphrodisiaque, apéritif, expectorant, antiémétique, myorelaxant,

analgésique, décongestionnant, anti-inflammatoire et hypnotique (Singh *et al.*, 2012 ; Selles *et al.*, 2020).

Outre les actions antimicrobiennes, antifongiques, antivirales et antioxydantes (Bakour *et al.*, 2018 ; Singh *et al.*, 2015), herbicide (Tworkoski, 2002 ; Dayan *et al.*, 2009) et insecticides (Viteri Jumbo *et al.*, 2014, Ajayi *et al.*, 2018), l'huile essentielle de *S. aromaticum* présente des propriétés anti-inflammatoires, cytotoxiques et anesthésiques (Cortés-Rojas *et al.*, 2014). En outre, son utilisation a été documentée dans diverses applications industrielles et est largement utilisée dans les parfums, les savons et comme agent nettoyant dans les travaux histologiques (Batiha *et al.*, 2020).

Les clous de girofle et ses constituants phytochimique ont eu une importance potentielle dans la lutte contre la maladie COVID-19. Outre les caractéristique de l'huile essentielle de clou de girofle a montré des effets antibactériens remarquables contre les infections de patients immunodéprimés hospitalisés, ce qui suggère son utilité pour prévenir également les infections bactériennes secondaires chez les patients atteints de la maladie COVID-19 (Bahramsoltani & Rahim, 2020 ; Vicidomini *et al.*, 2021).

I.1. Objectif du travail

L'objectif de ce travail de recherche se résume en une étude de la faune entomologique du blé et pois chiche stockés et la caractérisation des principales nuisibles pouvant causer de graves préjudices aux grains stockés. La recherche d'un moyen de lutte regroupant des moyens biologiques respectueux de l'environnement et la santé humaine.

Pour ce faire, nous avons eu recours à un inventaire des espèces d'insectes évoluant sur le blé et le pois chiche stocké au niveau de deux lieux de stockage. Pour donner plus d'importance à la problématique du sujet, nous avons étudié les caractéristiques physico-chimiques du blé et du pois chiche stockés ; les pertes causées par quelques insectes nuisibles et des tests bio-contrôle à base d'espèces botaniques à l'égard de ces déprédateurs de stockage.

I.2. Présentation des sites de collecte des échantillons

Deux locaux de stockage différents ont été choisis, l'un situé à la Coopération des Céréales et Légumes Secs d'Adrar (CCLS), sous un climat aride ; et l'autre à l'Union Coopérative Agricole de Mostaganem sous un climat méditerranéen semi-aride.

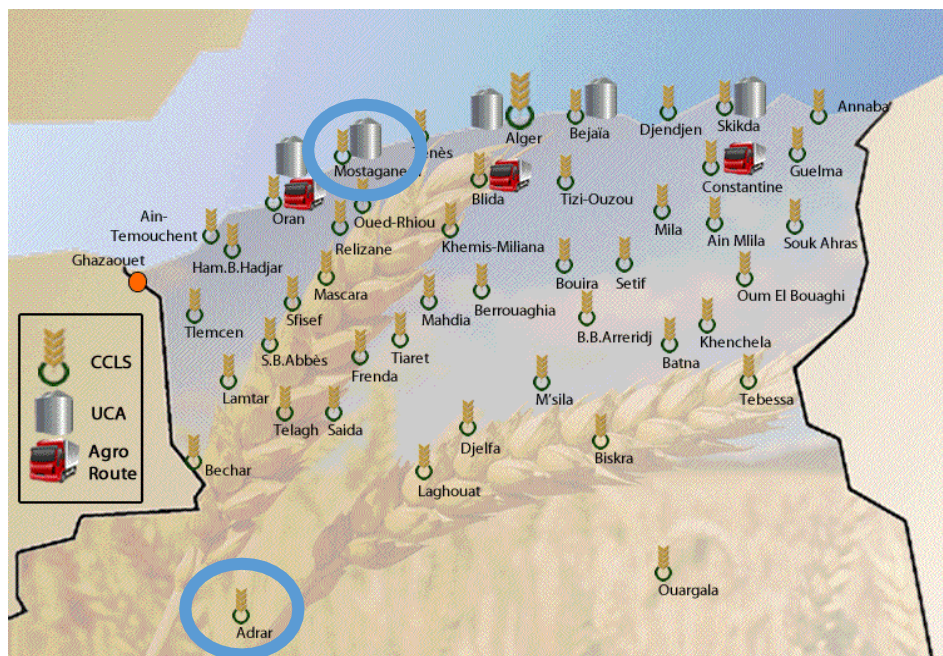


Figure 04: Situation géographique des organismes de stockage étudiés
C.C.L.S. (Adrar) et U.C.A. (Mostaganem)

I.3. Matériel végétal

Le choix des sites a été fait en se basant sur la production, la disponibilité et la diversité des stocks chez les organismes entreposés.

Les échantillons des grains de blé et pois chiche sont collectés auprès de l'UCA Mostaganem et CCLS Adrar. En effet, l'échantillonnage du blé et pois chiche a été réalisé dans les unités de stockage choisies. Les prélèvements des échantillons ont été effectués dès le mois de mars 2019 au mois de mars 2020 à un intervalle de 15 jours pour chaque échantillonnage. Nous avons opté à retenir un silo pour le site d'étude de la wilaya de Mostaganem, où trois cellules ont été choisies pour le prélèvement de blé à raison d'une masse de 1kg/Cellule. Alors que pour le pois chiche, 10 sacs ont été sélectionnés dont 100g furent prélevés (1kg de pois chiche) pour l'étude.

Par ailleurs, pour la wilaya d'Adrar, les prélèvements d'échantillons de blé ont été réalisés selon une méthode différente puisque le stockage est effectué en vrac.

Trois lignes ont fait l'objet des échantillonnages, avec quatre points de collecte à raison de 250g par prise, ceci a permis d'avoir un échantillon de 1 kg par ligne. Toutes les quantités prises sont mélangées dans un sac pour avoir un échantillon homogène et représentatif par ligne. L'échantillonnage concernant le pois chiche a suivi le même principe que celui effectué à l'UCA Mostaganem. Au laboratoire, les échantillons sont analysés afin de récupérer les insectes en vue de les identifier (Fig. 05).

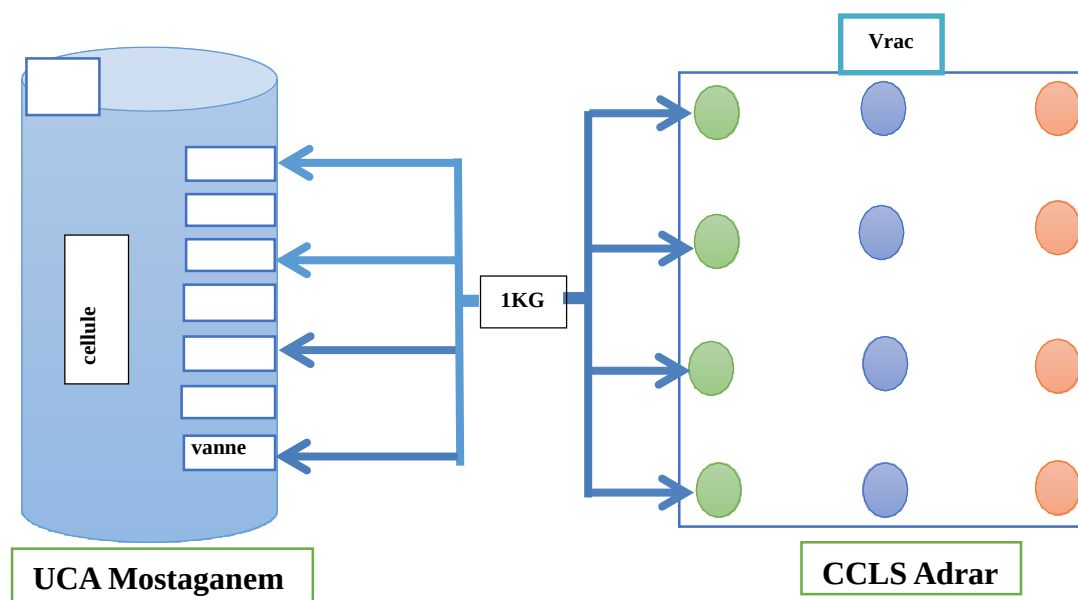


Figure 05 : Dispositif expérimental de l'échantillonnage

Tableau 12 : Les différentes variétés échantillonnées pour cette étude

Variété	Région de production	Type d'irrigation	Climat
Chaîne S (CS)	Sud-Adrar	Pivot	Aride
Vitron R1 (VR1)	Sud-Adrar	Pivot	Aride
Vitron (V)	Tiaret	Aspersion	Semi-aride
Vitron (V)	Ain Temouchent	Goutte à goutte	Semi-aride
Blé dur importé (BDI)	France	Pivot	Semi-continental
Blé tendre local (BTL)	Sud-nord Adrar	Pivot	Aride
Blé tendre importé (BTI)	France	Pivot	Semi-continental
Pois chiche locale (PC)	Ain Temouchent	Goutte à goutte	Semi-aride

I.4. Matériel animal

✓ Elevage de masse :

L'élevage de masse des principaux insectes ravageurs (*Rhyzopertha dominica*, *Tribolium confusum*, *Trogoderma granarium* et *Callosobruchus maculatus*) qui ont fait l'objet des tests a suivi un certain nombre d'élevage. Afin d'arriver à la génération voulue pour l'étude nous avons eu recours à l'utilisation de bocaux cylindriques en verre de 9.5 cm de diamètre et de 11.5 cm de hauteur avec une capacité de 500g de grains de blé et pois chiche, non traités par les insecticides, et déjà infestés par ces déprédateurs, c'est-à-dire portant au moins un stade biologique de l'insecte, soit adultes, œufs ou larves. Les bocaux sont recouverts par une toile moustiquaire à fine maille pour permettre l'aération des insectes et les empêchant de sortir. 30 insectes adultes des différentes espèces étudiées ont été introduites séparément dans des bocaux en verre marqués et étiquetés.

L'élevage s'est déroulé à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de $27 \pm 3^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$ pour permettre un développement favorable à l'insecte. Les adultes sont éliminés après avoir assuré l'accouplement et la ponte, les premières émergences sont apparus en moyenne après 30 jours.

Ensuite, on élimine les adultes émergeant, puis on ajoute 10g de blé et pois chiche aux bocaux contenant les nouvelles générations pour assurer leur bon développement aux mêmes conditions précédentes. 28 à 37 jours après, apparaissent les deuxièmes émergences, la même

méthode est utilisée pour la troisième émergence. Après 10 jours, sont récupérés des jeunes adultes émergents, qui feront l'objet des différents tests de notre étude.



Figure 06 : Dispositif de l'élevage du matériel animal (Originale, 2019)

I.5. Inventaire des principaux ravageurs et leur ennemis naturels dans les denrées stockées

1.5.1. Méthode

L'inventaire de l'entomofaune de blé et pois chiche stocké sur un échantillon se fait après tamisage à l'aide de tamis de 1.0X20 mm pour recueillir facilement les insectes (Fig. 07). En vue de déterminer l'importance numérique des espèces, familles et ordres des spécimens collectés, des observations sous loupe binoculaire et une identification à l'aide de clés de détermination ont été réalisées (Goergen *et al.*, (2005) ; Roth, (1980) ; Böcher *et al.*, (2015) ; Deloble et Tran, (1982) ; Pedersen *et al.*, (1996) ; Khanh, (2005) ; Perkins, (1976) ; Alonso, (2010) ; Azevedo *et al.*, (2010) ; Hackston, (2018)). Puis une évaluation de la fréquence et l'abondance relative furent effectuées.

Abondance relative (AR %) :

$$AR (\%) = \frac{Ni}{N} \times 100$$

A.R. % : Abondance relative ;

Ni : Nombre d'individus de l'espèce étudiée ;

N : Nombre total des insectes inventoriés.

I.5.2. Analyse d'agréage

Les grains collectés ont ensuite suivi une étape d'analyse concernant l'agréage .

L'agréage est une opération technique destinée à évaluer la qualité physique des céréales, afin de déterminer principalement les impuretés et les différents types de grains.



Figure 07: Analyse des échantillons destinés pour l'agréage

I.6. Analyses physico-chimiques

L'étude a été réalisée au laboratoire de séchage solaire de l'Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien de la wilaya d'Adrar. Afin d'évaluer leur valeurs nutritionnelle on a effectué des analyses physico-chimiques pour chaque variété sélectionnée.

Les analyses physico-chimiques du blé et pois chiche ont été déterminées selon les normes suivantes :

- le poids spécifique est déterminé selon la norme NF V03-719 (1988) ;
- la teneur en eau (NA : 1.1.32, 1990 et JO n° 08, 2013) ;
- cendres (ISO 2171, 2007 et JO n° 35, 2006) ;
- teneur en protéines (NF V03-05 AFNOR) , par la détermination de la teneur en azote complet selon la méthode de KJELDAHL (1973) ;
- teneur en lipides (NF. ISO 734 –1, 2000).

I.7. Cycle de développement de quelques insectes étudiés

Le développement larvaire et nymphal se déroule à l'intérieur des grains ou autrement dit des stades cachés. Pour pouvoir observer ces derniers, nous avons utilisé trois boîtes de Petri en plastique, dans chaque boîte nous avons ajouté 08g de grains de blé et pois chiche concassés auxquels nous avons installé un couple de *C. maculatus*, de *T. confusum*, et de *T. granarium* âgés de 24h, qui sont par la suite maintenus à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de $27\pm 3^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative de $70\%\pm 5\%$.

Le suivi consiste à reconnaître et à dénombrer les différents stades biologiques, du stade embryonnaire (œufs) jusqu'à l'émergence des adultes. L'observation s'effectue sous loupe binoculaire, ainsi est déterminée la durée de vie de chaque stade évolutif qui sera noté sur un carnet et réservé pour la partie traitement des résultats.

I.8. Evaluation des pertes causées par les principaux insectes nuisibles

Pour réaliser cette étude, 1000 grains ont été prélevés au hasard puis on détermine leurs poids. Ensuite, quatre lots de blé et pois chiche sont infestés par des adultes (5, 10, 15 et 20 couples) de *T. confusum*, *T. granarium* et *C. maculatus* en cinq répétitions ; et incubés pendant 60 jours. Nous avons choisis la durée maximale de 60 jours pour notre essai, cela en se référant aux travaux réalisés par l'UCA-Mostaganem, qui mentionne que les produits stockés nécessite une durée maximale de stockage de 2 mois (UCA, 2019). Chaque 10 jours, le poids des pertes des grains et l'effectif des individus émergents et morts sont déterminés, ceci sous des conditions moyennes de température et humidité relative de l'ordre de $27\pm 3^{\circ}\text{C}$ et $70\pm 5\%$ (Fig. 08).

I.8.1. Taux de pertes des grains

Selon Semple *et al.* (1992), la proportion des grains attaqués par les espèces étudiées a été calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$A (\%) = [(Na/Na + Ns) \times 100]$$

Na : Nombres de grains attaqués ;

Ns : Nombre de grains sains.

I.8.2. Perte de poids

Selon Huignard, (1985), les dommages causés par les insectes dans les stocks ne sont pas toujours faciles à évaluer. La perte de poids des grains est estimée à l'aide de l'équation ci-dessous :

$$Pd (\%) = [Ps Na - Pa Ns] / [Ps (Na + Ns)] \times 100$$

Pd : Taux de perte de poids ;

Na : Nombres des grains attaqués ;

Ns : Nombre des grains sains ;

Pa : Poids des grains attaqués ;

Ps : Poids des grains sains.

I.8.3. Pouvoir germinatif après infestation

De chaque lots de test, 100 grains ont été prélevés puis placés entre deux couches de coton imbibé d'eau, ensuite mis à l'intérieur dans des boîtes de Petri sans couvercle. Au bout d'une semaine, les grains germés seront dénombrés pour chaque lot. Le taux de germination est donné par la formule suivante :

$$Tg(\%) = (\text{nombre de grains germés} / \text{nombre total des grains testés}) \times 100$$

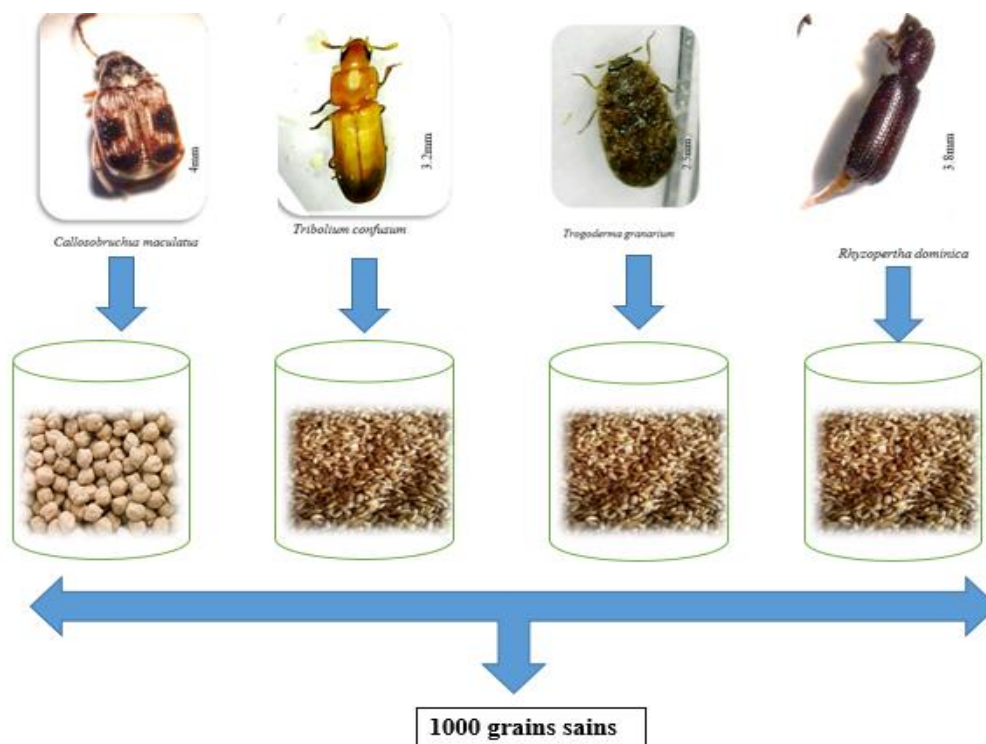


Figure 08: Etapes suivies durant l'évaluation des pertes de grains (Originale, 2020)

I.9. L'effet insecticide des substances botaniques

I.9.1. Collecte des plantes étudiées

Les plantes retenues pour notre étude ont concerné, les clous de girofle (*Syzygium aromaticum*) sèche et les feuilles de la menthe pouliot (*Mentha pulegium*). Le *S. aromaticum* disponible dans le marché de Mostaganem tout au long de l'année a été choisie pour son importance dans la tradition culinaire et médicinale. *M. pulegium* a été récolté aléatoirement sur le terrain de la région de Metarfa Wilaya d'Adrar (Algérie) aux mois de décembre et janvier 2020. Les feuilles récoltées ont été séchées à l'ombre, afin d'éviter l'altération des principes actifs par la lumière. Ces plantes ont été identifiées par Dr. SEKKAL, Enseignante chercheure, botaniste à l'université de Mostaganem.

Une partie est utilisée pour l'extraction des solutions aqueuses et des huiles essentielles et le reste est broyé en poudre à l'aide d'un broyeur pour tester leur effet sur les insectes étudiés.

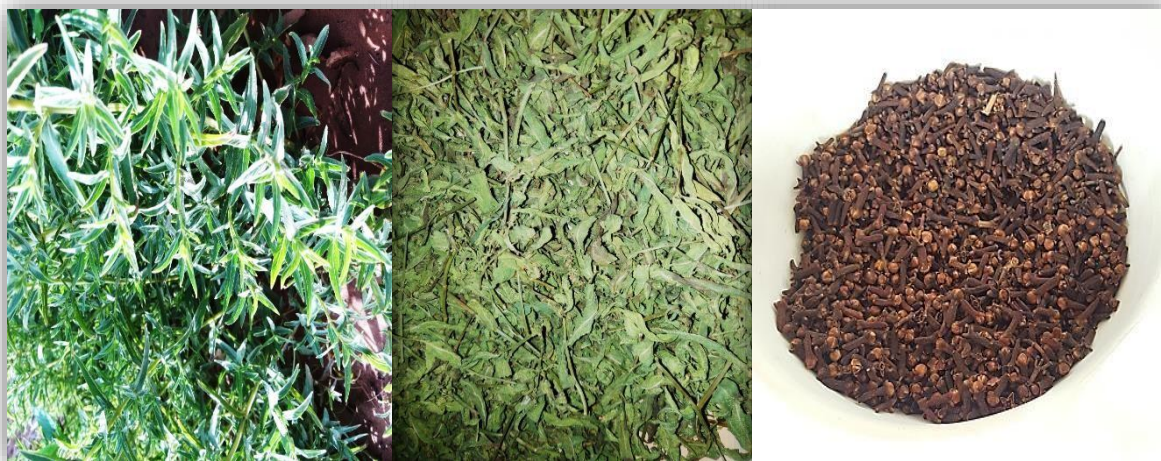
*Mentha pulegium**Syzygium aromaticum*

Figure 09: Plantes testées (Originale, 2020)

I.9.2. Préparation des extraits végétaux

I.9.2.1. Extraction du soluté hydrométhanolique

I.9.2.1.1. Méthode d'extraction par Soxhlet

L'extracteur de Soxhlet est un appareil spécialement conçu pour l'extraction continue solide-liquide. Cet appareil porte le nom de son inventeur : Franz Von Soxhlet (Vongsak *et al.*, 2013 ; Penchev, 2010 ; Grigonis *et al.*, 2005).

Une quantité de 60g de poudre pour chaque plante retenue (girofle et menthe pouliot) est placée dans un récipient traité par solvant de pétrolum d'éther 5ml et laissé sous agitation à une température ambiante. La poudre sèche est ensuite transférée dans une cartouche en papier filtre épais pour être placée dans le réservoir de l'extracteur Soxhlet. Au cours du premier cycle d'extraction en continu, le solvant contenant la matière à extraire retourne dans le ballon par déversements à travers le siphon situé dans le coude latéral. Après plusieurs cycles successifs, l'extract est récupéré par évaporation à sec à une température de 45°C à l'aide d'un rotavapeur. L'extract obtenu est conservé à 6°C et mis à l'obscurité (Fig. 10-11).

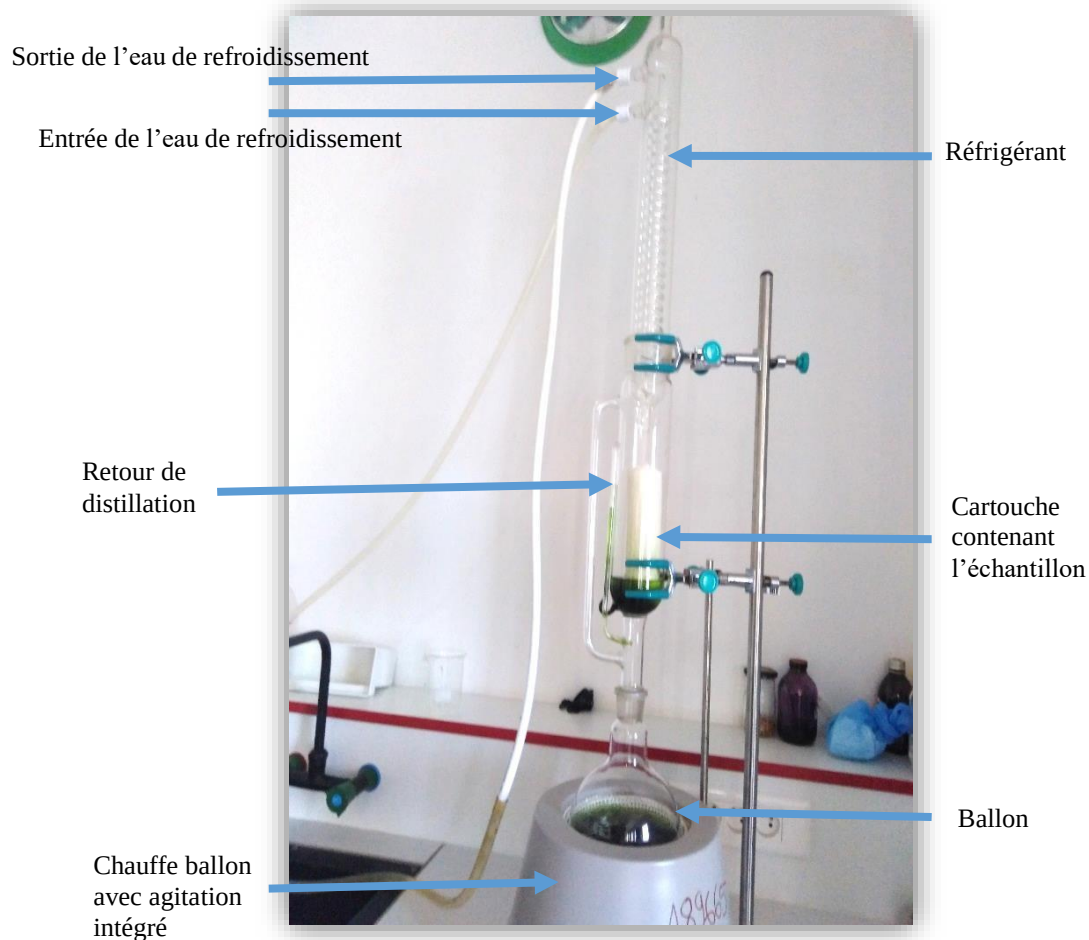


Figure 10 : Montage du dispositif de Soxhlet (Originale, 2020)

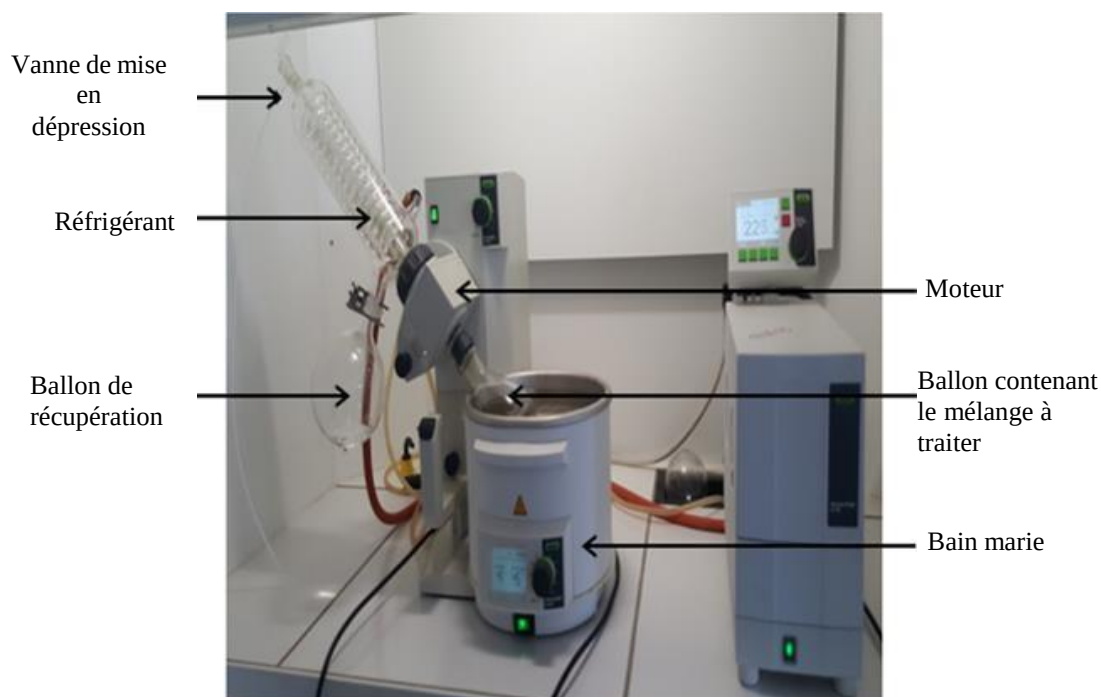


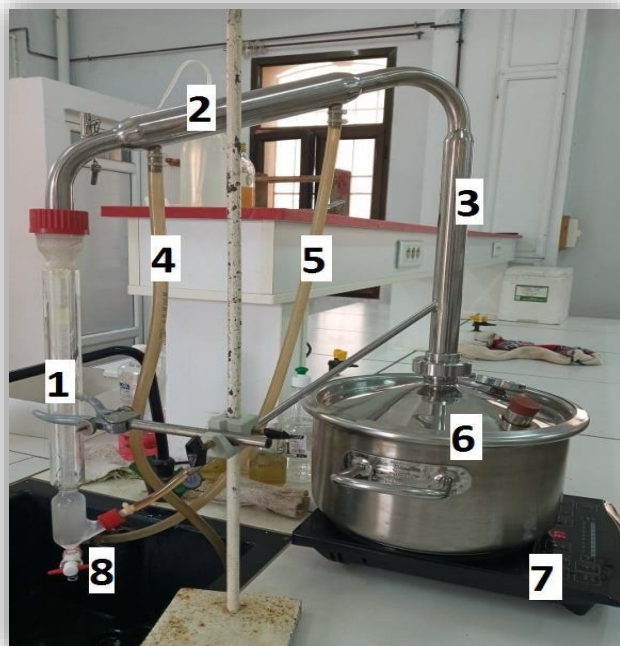
Figure 11 : Dispositif du Rotavapeur (Originale, 2020)

I.9.2.2. Extraction de l'huile essentielle par entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est la méthode la plus utilisée actuellement pour l'extraction des huiles essentielles des plantes aromatiques. Il s'agit d'une méthode douce, qui évite le contact prolongé du végétal avec l'eau en ébullition car cela risquerait d'altérer les différents composants. L'opération dure trois heures (Boelens, 1990 ; Carnat et *al.*, 1998 ; Cicile, 2002 ; Boutamani, 2013).

Pour cette étape, nous avons introduit 2 litres d'eau distillée et 850g de boutons floraux pour les clous de girofle et 850g de feuilles pour la menthe pouliot dans la grille perforée pendant 120 minutes. Le but de cette méthode est d'entraîner avec la vapeur d'eau les constituants volatils des produits bruts. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, pour libérer les molécules contenues et entraîne les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique. La vapeur, chargée de l'essence de la matière première distillée, se condense dans le serpentin de l'alambic avant d'être récupérée dans un essencier. Les parties insolubles dans l'eau de condensation sont décantées pour donner l'huile essentielle surnageant.

Pour séparer l'huile de l'eau, nous avons mis le mélange sous une basse température pour que l'eau devienne solide et l'huile reste liquide, afin de la récupérer aisément. La conservation de l'HE a été faite à l'obscurité à 6°C.



- 1 : un tube gradué ;
- 2 : réfrigérant ;
- 3 : condensateur ;
- 4 : l'entrée de l'eau ;
- 5 : la sortie de l'eau ;
- 6 : une cocotte-minute ;
- 7 : une plaque chauffante ;
- 8 : la sortie de l'eau florale + la matière organique ;

Figure 12 : L'installation de l'appareillage de l'entraînement à vapeur d'eau (Originale, 2020)

I.9.3. Rendement d'extraction

Le rendement de l'extrait / HE est le rapport entre le poids de l'extrait végétal et le poids de la plante à traiter. Il est exprimé en pourcentage, calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = \frac{ph}{Pp} \times 100$$

R : Rendement de l'extrait / HE exprimé en pourcentage (%) ;

Ph : Poids de l'extrait / l'HE en gr ;

Pp : Poids de la masse végétale en gr.

I.9.4. Les tests biologiques de l'effet insecticide des substances bioactives des plantes étudiées

I.9.4.1. Mode opératoire

• Préparation des doses étudiées

Tableau 13: Préparation des différentes doses pour les tests étudiés

Poudre	Extrait hydro-méthanolique	Huile essentielle
0,25% → 0,25g/100g de grains	5% → 2g/100ml	5µl/ cm ³
0,50% → 0,5g/100g de grains	10% → 4g/100ml	10µl/ cm ³
0,75% → 0,75g/100g de grains	15% → 6g/100ml	15µl/ cm ³
1% → 1g/100g de grains	20% → 8g/100ml	20µl/ cm ³
1,50% → 1,5g/100g de grains	25% → 10g/100ml	25µl/ cm ³
2% → 2g/100g de grains	30% → 12g/100ml	30µl/ cm ³

I.9.4.1.1. Traitement par contact

Il s'agit d'appliquer l'extrait hydro-méthanolique, HE et poudres de la *M. pulegium* et *S. aromaticum* directement sur les insectes en présence des grains de blé ou pois chiche. Le traitement se fait par pulvérisation à l'aide d'un atomiseur. Nous avons utilisé des boîtes de Petri contenant 30g de blé dur ou pois chiche avec 30 adultes des spécimens testés. Ces derniers ont été pulvérisés avec six concentrations (Tab. 13). Concernant les poudres, nous avons utilisé 30 bocaux en verre contenant 100g de blé dur ou pois chiche avec 30 adultes pour chaque type d'insecte étudié. Six doses furent utilisées pour chaque substance testées. Les tests de bioactivité sont répétés cinq fois. Des tests témoins ont été suivis pour les différents essais, ou a été utilisée l'eau distillée à la place des extraits botaniques, alors que pour les témoins des tests utilisant les poudres, rien n'a été ajouté au bocaux de grains (Fig. 13).

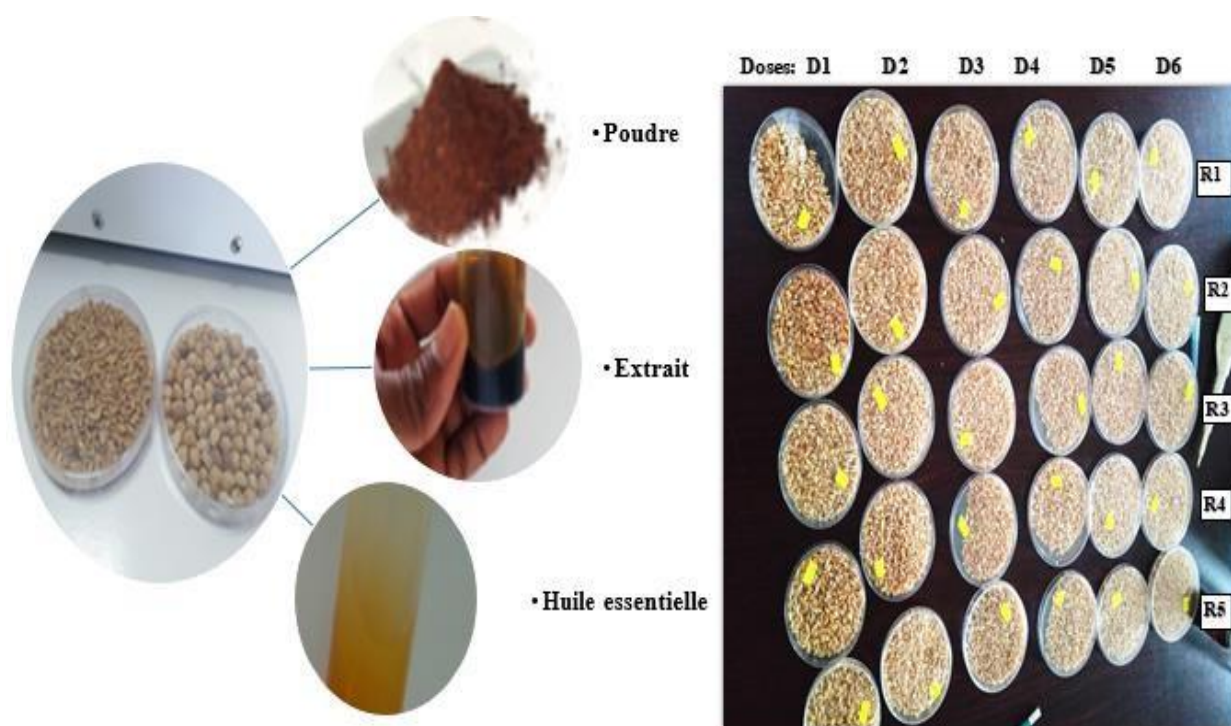


Figure 13 : Dispositif expérimental du test de toxicité par contact (Originale, 2020)

I.9.4.1.2. Traitement par fumigation

Deux méthodes ont été établies pour évaluer ce traitement. La première s'est déroulée par l'utilisation des extraits hydrométhanolique et d'HE sous forme de jet sur du coton qui seront placés dans des bocaux en verre (500 ml) en présence de 30 individus des spécimens testés pour 100g du substrat nutritif (grains). Pour les poudres, une quantité de chaque type de plante a été mise dans un mini sac accroché par un fil au couvercle de chaque bocal ensuite on ferme le tout (Fig. 14).

La seconde s'est déroulée dans des tubes de 75 ml, où nous avons introduit 30 individus des spécimens testés, puis nous avons fixé sur le couvercle de chaque bocal un fil collé à du papier filtre pulvérisé avec des doses d'HE et d'extrait des plantes testées. Les observations ont été réalisées chaque 24h, 48h, 72h, 96h, 120h et 144h à raison de cinq répétitions pour chaque dose. En parallèle, des tests témoin sont réalisés avec de l'eau distillée (Fig. 14).



Figure 14 : Dispositif expérimental du test de toxicité par fumigation (Originale, 2020)

I.9.4.1.3. L'effet répulsif des substances botaniques

Des disques de papier filtre (Wattmen n°1) de 11cm de diamètre ont été divisés en deux parties égales pour les six doses de l'extrait et de l'HE testées. Des dilutions de 0,5ml d'acétone ont été préparées pour chaque dose. Une moitié du papier est traitée avec l'extrait et l'huile additionnée d'acétone et l'autre moitié est traitée avec de l'acétone uniquement.

Après évaporation du solvant, le disque a été reconstitué au moyen d'une bande adhésive puis placé dans une boîte de Petri au centre de laquelle on dépose 10 individus. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque dose d'HE et d'extrait hydrométhanolique (Fig. 15).

Par la suite, les individus sont dénombrés sur chaque partie du disque. Le pourcentage de répulsion est calculé par la formule suivante :

$$PR (\%) = [(Nac - Nsh) / (Nac + Nsh)] \times 100$$

Nac : Nombre d'individus présents sur la partie traitée uniquement avec l'acétone ;

Nsh : Nombre d'individus présents sur la partie traitée avec la solution huileuse.

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V (Mc DONALD *et al.* 1970), qui sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 14: Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald *et al.* (1970)

Classe	Intervalle de répulsion	Propriété de la substance traitée
Classe 0	PR<0,1%	Non répulsive
Classe I	10_20%	Très faiblement répulsive
Classe II	20_40%	Faiblement répulsive
Classe III	40_60%	Modérément répulsive
Classe IV	60_80%	Répulsive
Classe V	80_100%	Très répulsive



Figure 15 : Dispositif expérimental du test de répulsivité (Originale, 2020)

I.9.4.1.4. Taux de mortalité

La mortalité a été observée quotidiennement pendant 7 jours. Les individus testés ont été affirmés morts lorsqu'il n'y a eu aucune réponse à la palpation avec une épingle pointue sur l'abdomen.

Les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbott qui se présente comme suit:

$$MC \% = (M - Mt \times 100) / (100 - Mt)$$

MC : La mortalité corrigée ;

M : Pourcentage de morts dans la population traitée ;

Mt : Pourcentage de morts dans la population témoin.

I.9.4.1.5. Calcul de la DL50

L'efficacité du nuage toxique est mesurée par la DL50, qui représente la quantité de substance toxique qui provoque la mort de 50% des individus d'un même lot. Il a été conclu du tracé de la ligne de régression ; en tenant compte des valeurs des probits des taux de mortalité corrigées, en ordonnée par le tableau BLISS, et du logarithme décimal de la dose en abscisse ; les taux de mortalité corrigées sont convertis en probit. Ces probits sont reportés sur le logarithme népérien pour évaluer la dose létale (DL50) selon la méthode de Miller et Tainer (1944). Pour ce calcul, nous nous sommes intéressés au septième jour de traitement. L'écart-type (ET) de la DL50 est calculé à l'aide de la formule de Ghosh (1984).

I.9.4.1.6. Test de germination après traitement

Après 45 jours d'application des traitements, les grains sont soumis au test de germination qui consiste à prendre 100 grains au hasard de chaque échantillon traité puis mis dans du coton imbibé d'eau et placés à l'intérieur de boîtes de Petri sans couvercle. Toutes les boîtes de Petri ont ensuite été placées dans une étuve à une température ambiante normale de 27°C. Au bout d'une semaine, les grains germés seront dénombrés pour chaque échantillon. Le taux de germination est donné par la formule suivante :

$$Tg(\%) = (\text{nombre de grains germés} / \text{nombre total des grains testés}) \times 100$$

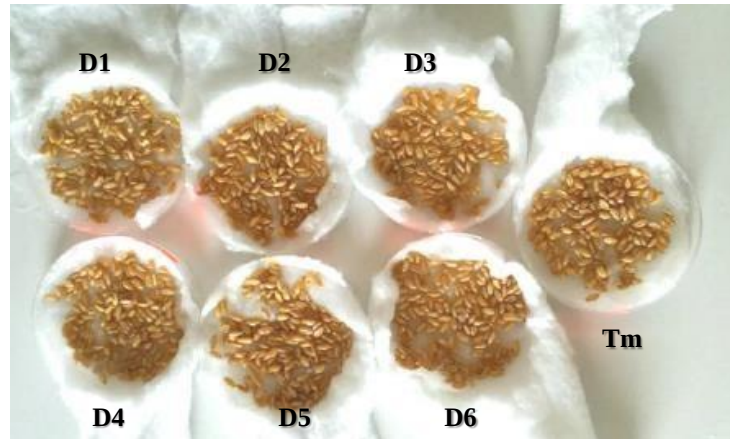


Figure 16 : Dispositif du test de germination (Originale, 2020)

I.10. Analyse statistique

Les données relatives au pourcentage de grains endommagés, les pertes de poids et le taux de la mortalité des spécimens testés ont été soumises à l'analyse de variance (ANOVA) et le test de Tukey à $P < 0,05$. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS pour Windows® (version 26.0).

II.1. Etude de l'inventaire de l'entomofaune des denrées stockées

L'inventaire de l'entomofaune des produits stockés correspond à une collecte de spécimens permettant de faire une approche sur la diversité des espèces et individus d'insectes rencontrés dans les locaux de stockage. L'inventaire cible tous les stades de l'insecte mais une spécificité est réservée à l'adulte car c'est le stade qui permet une identification plus précise.

II.1.1. Analyse de l'inventaire

Au cours de cette étude, il nous a été permis de déterminer différents ordres, familles, genres des différentes espèces d'insectes échantillonnés. Parmi les espèces inventoriées, nous avons identifié 4 ordres, 13 familles et plusieurs genres et espèces inféodées au blé et pois chiche stockés. A chaque échantillonnage, il a été observé la disparition ou l'apparition de nouvelles espèces, à l'exception de quelques insectes qui ont été présents durant toute la période d'étude.

II.1.1.1. Abondance relative de l'entomofaune inventoriée

L'inventaire de l'entomofaune du blé et pois chiche a permis de mettre en évidence la présence d'un groupe d'insecte assez important sur stockage. Les résultats de l'abondance relative (AR%) ont montré la présence de nombreux insectes regroupés sous différents ordres ; tels que les coléoptères, lépidoptères, hyménoptères et psocoptères.

L'inventaire de la faune entomologique a permis de mettre la lumière sur l'importance des coléoptères comparativement aux autres espèces. En effet, une forte abondance relative de 97.09% a été enregistrée pour ces derniers, suivie par les psocoptères avec 1.6%, les lépidoptères avec 1.18% et les hyménoptères avec 1.13%.

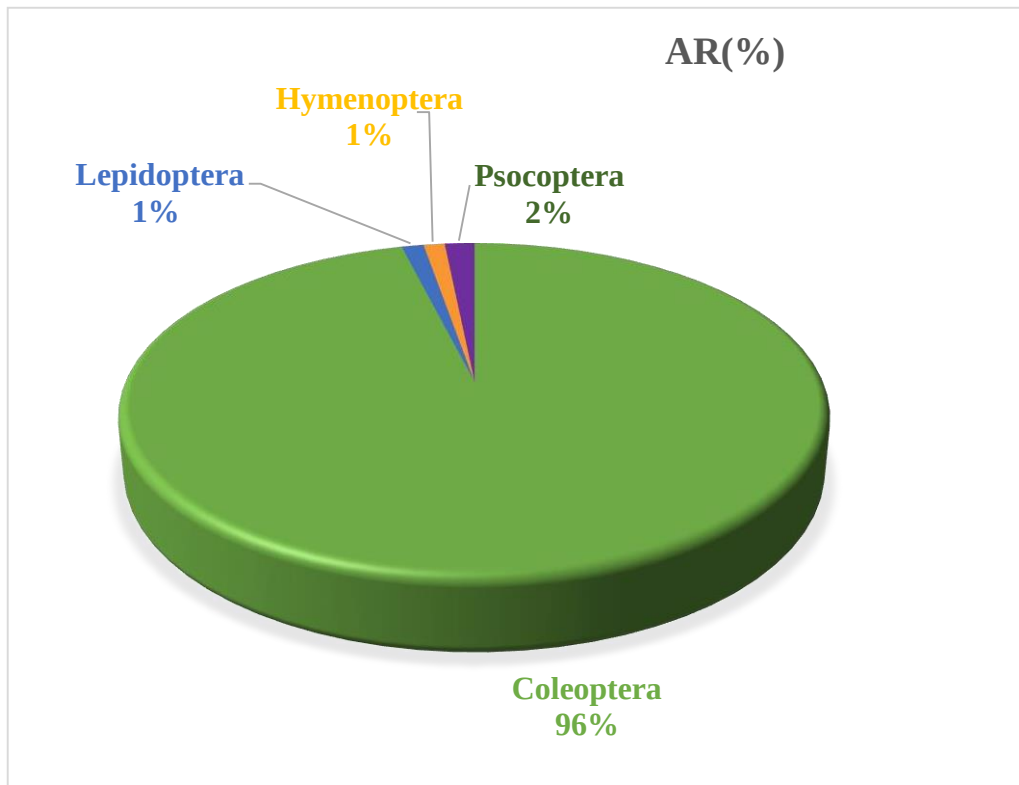


Figure 17 : Abondances relative des ordres inventoriés

Les résultats de l'inventaire réalisé à la CCLS d'Adrar et l'UCA de Mostaganem ont montré une grande diversité dans les espèces inféodées sur blé et pois chiche stockés. Certains sont inventoriés comme spécifique à seulement un hôte, soit le blé (*Sitotroga cerealella*, *Sitophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis*,...) ou bien le pois chiche (*Callosobruchus maculatus*) et les autres dont *Trogoderma granarium*, *Anisopteromalus calandrae* et *Theocolax elegans* comme espèces généralistes (Tab. 15).

Tableau 15 : Principales espèces inventoriées de blé et pois chiche stockés dans les deux organismes de stockage étudiés

Espèces	
UCA Mostaganem	CCLS Adrar
<i>Rhyzopertha dominica</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i>
<i>Trogoderma granarium</i>	<i>Trogoderma granarium</i>
<i>Tribolium confusum</i>	<i>Anisopteromalus calandrae</i>
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Theocolax elegans</i>
<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>Liposcelis bostrychophilus</i>
<i>Sitophilus granarium</i>	
<i>Callosobruchus maculatus</i>	
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	
<i>Plodia interpunctella</i>	
<i>Rhyzopertha dominica</i>	
<i>Ephestia kuehniella</i>	
<i>Sitotroga cerealella</i>	
<i>Liposcelis bostrychophilus</i>	
<i>Venturia canescens</i>	
<i>Anisopteromalus calandrae</i>	
<i>Theocolax elegans</i>	
<i>Cephalonomia tarsalis</i>	

L'inventaire de la faune entomologique a montré une diversité des familles inféodées aux blé et pois chiche. Les familles des ravageurs a représenté une très large gamme tels que les; Dermestidae (23.07%), Bruchidae (33.28%) et Bostrichidae (26.13%) qui sont fréquemment abondantes.

Tableau 16 : Abondance des familles inventoriées

Famille	Genre	Espèce	Nom commun	AR%
Ravageurs				
Bostrichidae	<i>Rhyzopertha</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius 1792)	Capucin des grains	26.13
Bruchidae	<i>Callosobruchus</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius 1775)	Bruche des grains	33.28
Curculionidae	<i>Sitophilus</i>	<i>Sitophilus granarium</i> (Linnaeus 1758)	Charançon du blé	3.11
		<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus 1763)	Charançon du riz	
		<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky 1855	Charançon du maïs	
Dermestidae	<i>Trogoderma</i>	<i>Trogoderma granarium</i> Everts 1898	Dermeste des grains	23.07
Tenebrionidae	<i>Tribolium</i>	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val 1863	Tribolium des grains	7.31
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens 1831)	Cucujide des grains	0.17
Silvanidae	<i>Oryzaephilus</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus 1758)	Silvain des grains	0.88
Gelechiidae	<i>Ephestia</i>	<i>Ephestia kuehniella</i> Zeller 1879	Teigne de la farine	1.89
	<i>Sitotroga</i>	<i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier 1789)	Teigne des grains	
Pyalidae	<i>Plodia</i>	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner 1813)	Pyrale des fruits secs	1.05
Liposcélididés	<i>Liposcelis</i>	<i>Liposcelis bostrychophilus</i> Badonnel 1931	Psoque de stockage	2.49
Auxiliaires				
Ichneumonidae	<i>Venturia</i>	<i>Venturia canescens</i> (Gravenhorst 1829)	Guêpe parasitoïde	0.07
Pteromalidae	<i>Anisopteromalus</i>	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard 1881)	Mini guêpe	
	<i>Theocolax</i>	<i>Theocolax elegans</i> (Westwood 1874)	Mini guêpe	0.35
Bythylidae	<i>Cephalonomia</i>	<i>Cephalonomia tarsalis</i> (Ashmead 1893)	Mini guêpe	0.20

II.1.1.2. Fréquence des espèces inventoriées de blé et pois chiche stockés

Les résultats obtenus ont montré une forte diversité au sein des coléoptères nuisibles, avec une dominance très élevée par ordre d'importance de *Rhyzopertha dominica*, *Trogoderma granarium*, *Callosobruchus maculatus* et *Tribolium confusum* durant toute la période d'étude.

Les espèces de *Sitophilus granarium*, *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*, *Sitotroga cerealella*, *Liposcelis bostrychophilus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Cephalonomia tarsalis* et *Anisopteromalus calandrae* sont apparues modérément au cours de cette étude. Par ailleurs, une faible présence de *Plodia interpunctella*, *Venturia canescens*, *Cryptolestes ferrugineus* et *Theocolax elegans* a été observée par rapport aux autres espèces.

Tableau 17 : Fréquence des espèces inventoriées de blé et pois chiche stockés pendant l'année 2019/2020

Espèces	Blé	Pois chiche
<i>Tribolium confusum</i>	+	-
<i>Sitophilus granarium</i>	+	-
<i>Sitophilus oryzae</i>	+	-
<i>Sitophilus zeamais</i>	+	-
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	-	-
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	-	-
<i>Trogoderma granarium</i>	+	+
<i>Rhyzopertha dominica</i>	+	-
<i>Callosobruchus maculatus</i>	-	+
<i>Plodia interpunctella</i>	+	-
<i>Sitotroga cerealella</i>	+	-
<i>Ephestia kuehniella</i>	+	-
<i>Liposcelis bostrychophilus</i>	-	-
<i>Venturia canescens</i>	+	-
<i>Anisopteromalus calandrae</i>	+	+
<i>Cephalonomia tarsalis</i>	+	-
<i>Theocolax elegans</i>	+	-

+++++ : Très fréquent (10 à 15 individus), +++ : Assez fréquent (07 à 10 individus), ++ : Peu fréquent (04 à 07 individus), + : Rare fréquent (01 à 04 individus), - Absence

II.1.1.3. Régime alimentaire des espèces inventoriées

Les insectes collectés lors de notre étude ont noté une variabilité vis-à-vis des régimes alimentaires de chaque spécimen. On a signalé que les ravageurs étaient les plus dominants avec un nombre de 13 espèces suivie par les parasitoïdes avec 4 espèces.

Tableau 18: Le régime alimentaire des espèces inventoriées

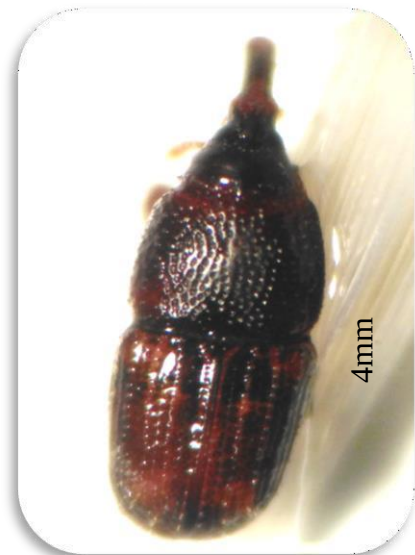
Ordre	Famille	Genre	Espèce	Régime alimentaire
Coleoptera	Bostrichidae	<i>Rhyzopertha</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius 1792)	Ravageur primaire
	Bruchidae	<i>Callosobruchus</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius 1775)	Ravageur primaire
	Curculionidae	<i>Sitophilus</i>	<i>Sitophilus granarium</i> (Linnaeus 1758)	Ravageur primaire
			<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus 1763)	Ravageur primaire
			<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky 1855	Ravageur primaire
	Dermestidae	<i>Trogoderma</i>	<i>Trogoderma granarium</i> Everts 1898	Ravageur primaire
	Tenebrionidae	<i>Tribolium</i>	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val 1863	Ravageur secondaire
	Laemophloeidae	<i>Cryptolestes</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens 1831)	Ravageur secondaire
	Silvanidae	<i>Oryzaephilus</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus 1758)	Ravageur secondaire
Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Ephestia</i>	<i>Ephestia kuehniella</i> Zeller 1879	Ravageur secondaire
		<i>Sitotroga</i>	<i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier 1789)	Ravageur primaire
	Pyalidae	<i>Plodia</i>	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner 1813)	Ravageur secondaire
Psocoptera	Liposcélididés	<i>Liposcelis</i>	<i>Liposcelis bostrychophilus</i> Badonnel 1931	Ravageur occidentale
Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Venturia</i>	<i>Venturia canescens</i> (Gravenhorst 1829)	Endoparasitoïde œuf-larve
	Pteromalidae	<i>Anisopteromalus</i>	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard 1881)	Ectoparasitoïde larve-pupe
		<i>Theocolax</i>	<i>Theocolax elegans</i> (Westwood 1874)	Ectoparasitoïde larve
	Bythylidae	<i>Cephalonomia</i>	<i>Cephalonomia tarsalis</i> (Ashmead 1893)	Ectoparasitoïde larve-pupe



Sitophilus zeamais



Sitophilus granarium



Sitophilus oryzae



Trogoderma granarium



Callosobruchus maculatus



Rhyzopertha dominica



Oryzaephilus surinamensis



Cryptolestes ferrugineus



Tribolium confusum

Planche 1 : Les principaux insectes identifiés sur les grains de blé et pois chiche (X 40) (Originale, 2020)



Ephestia kuehniella



Sitotroga cerealella



Liposcelis bostrychophilus



Theocolax elegans



Cephalonomia tarsalis



Anisopteromalus calandrae



Venturia canescens



Larve de *T. granarium*



Larve de *T. confusum*

Planche 2 : Les principaux insectes identifiés sur les grains de blé et pois chiche (X 40) (Originale, 2020)

II.1.1.4. Analyse d'agrégage

Les échantillons collectés ont regroupés tous les éléments organiques et non organiques tels que : les insectes, les grains endommagés, les grains cassés et les grains de plantes adventices. Ces derniers représentent une biodiversité très importante et qui causent des pertes au rendement et qualité de blé et pois chiche stocké (Fig. 18).

Au cours de notre étude, la présence de plantes adventices a montré une variabilité sur les deux hôtes. En outre, *Mantisalca salmantica*, *papaver rhoeas*, *Emex spinosa* et *Medicago italica* ont été les plus fréquentes, alors que, *Malva sp.*, *Scorpiurus vermiculatus* et *Scorpiurus muricatus* ont noté une faible présence sur le blé et une absence totale sur le pois chiche (Tab. 19).



Figure 18 : Les impuretés collectés sur les grains de blé et pois chiche (Originale, 2022)

a : *Mantisalca salmantica* **b :** *Scorpiurus vermiculatus* **c :** *Aegilops ventricosa* **d :** *Avena sp* **e :** *Medicago italica* **g :** *Emex spinosa* **h :** *Scorpiurus muricatus* **i :** *Malva sp* **j :** *Sinapis arvensis* **k :** *papaver rhoeas* **l :** *Polygonum aviculare* **m :** Impuretés diverses **n :** les grains cassés **o :** les larves et adultes des insectes.

Tableau 19 : Fréquence des espèces de mauvaises herbes inventoriées sur les grains de blé et pois chiche stockés

Nom commun	Nom scientifique	Blé	Pois chiche
Centauree de Salamanque	<i>Mantiscalca salmantica</i>	+ + + + + +	+ + +
Egiloque ventru	<i>Aegilops ventricosa</i>	+ + +	-----
Moutarde des champs	<i>Sinapis arvensis</i>	+ + + + + +	-----
Mauve	<i>Malva sp</i>	+ + +	-----
Coquelicot des champs	<i>papaver rhoeas</i>	+ + + + +	+ +
Renouée des oiseaux	<i>Polygonum aviculare</i>	+ + +	-----
Emex épineux	<i>Emex spinosa</i>	+ + + +	+ +
Chenillette à une fleur	<i>Scorpiurus vermiculatus</i>	+ +	-----
Folle avoine	<i>Avena sp</i>	+ + +	-----
Luzerne d'Italie	<i>Medicago italica</i>	+ + +	+ + + + +
Chenillette sillonnée	<i>Scorpiurus muricatus</i>	+ +	-----

+ + + + + : Très fréquent (15 à 25 grains), + + + : Assez fréquent (10 à 15 grains), + + : Peu fréquent (05 à 10 grains), + : Rare fréquent (01 à 05 grains), - Absence

Discussion

Les denrées alimentaires stockées sont sujettes aux attaques d'un grand nombre d'insectes, certaines sont spécifiques alors que d'autres peuvent infester tous les produits stockés.

Le blé stocké assure une niche écologique de 218 espèces d'entomofaune et 29 espèces sur pois chiche stocké dans le monde. En Algérie, il existe 124 espèces d'insectes des produits stockés (Hagstrum & Subramanyam, 2009).

Au terme de cette étude, l'inventaire a révélé la présence de 17 espèces d'insectes appartenant à 13 familles et 4 ordres.

De nombreuses recherches ont été menées sur l'entomofaune des céréales et légumes secs stockés des différentes régions du monde, mettant en exergue l'importance des ravageurs des denrées stockées sur la qualité nutritionnelle de ces derniers (Ngamo *et al.*, 2007 ; Hagstrum & Subramanyam, 2009 ; Arthur *et al.*, 2009 ; Schöller & Prozell, 2014 ; Oliveira *et al.*, 2014 ; Hagstrum & Phillips, 2017 ; Athanassiou & Arthur, 2018 ; Morrison *et al.*, 2021).

En effet, Momar *et al.*, (2011) notent que la majorité des problèmes phytosanitaires des denrées stockées au Sénégal et en Afrique sont causés par les insectes et les rongeurs.

De plus, en Algérie Aoues *et al.* (2017) signalent que les ravageurs des céréales stockés représentent une richesse entomologique. Ils démontrent la présence de 8 espèces dont 05 coléoptères, 01 lépidoptère, 01 hyménoptère et 01 acarien. Aussi, Lakhial (2018) a inventorié dans son étude 7 espèces d'insectes sur le blé stocké. Benlamour (2016) a révélé 8 espèces

d'insectes sur le blé et 7 espèce sur pois chiche, répartis en 05 ordres (Diptère, Coléoptère, Lépidoptère, Hémiptère et Névroptère).

L'analyse de l'abondance montre que les principaux nuisibles de stockage sont *R. dominica*, *T. granarium* et *C. maculatus* en raison de leur abondance et en fonction des pertes qualitatives et quantitatives causées. Ces résultats sont soutenus par les recherches réalisées par Ngamo & Hance (2007) ; Momar *et al.*, (2011) ; Badr (2014) ; Antary & Thalji (2017) ; Solà cassi (2017) ; Aoues *et al.*, (2017) ; Athanassiou & Arthur (2018) ; khellaf & kermiche (2020).

Au cours de notre étude, il nous a été permis d'identifier 11 espèces d'adventices lors de l'agréage de nos échantillons dont les plus fréquentes étaient *Mantisalca salmantica*, *Papaver rhoeas*, *Emex spinosa* et *Medicago italica*. Alors que Fenni (2003) et Hannachi *et al.* (2010) ont reporté dans leurs travaux de recherche la présence de 24 espèces de mauvaises herbes ; dont *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas* et *Malva sylvastris* étaient parmi les plus communes.

II.2. Analyses physico-chimiques des échantillons collectés

II.2.1. Caractéristiques physiques des denrées étudiées

Les résultats des caractéristiques physiques sont reportées dans le tableau 20. Les dimensions des grains des variétés de blé sont similaires. En effet, la longueur des grains mesure entre 5 mm (BTL, BTI et CS) et 8 mm (V, VR1 et BDI) et de 9 mm pour le pois chiche ; avec une variance significative ($p= 0,048$). La largeur des grains est hautement significatives ($p= 0,000$) et s'étale entre 2 mm et 5 mm pour toutes les variétés étudiées.

Cependant, pour le poids spécifique des variétés de blé des moyennes variables ont été relevées. Un PS très élevé fut enregistré pour le BDI avec 80 kg/hl, suivi des valeurs variant entre 76 et 78 kg/hl enregistrée pour les BTI, V, VR1 et CS.

BTL a montré un faible PS avec une moyenne de 69 kg/hl. Ces résultats montrent une différence significative au seuil ($p \leq 0,05$, $p= 0,000$).

Tableau 20 : Caractéristiques physiques des grains de blé et pois chiche stockés

Paramètres	CS	VR1	V	BDI	BTL	BTI	PC
Longueur(mm)	6,7±0,13 ^a	8±0,21 ^a	7±1,01 ^a	8±0,34 ^a	5,3±1,11 ^a	6,3±0,51 ^a	9±2,41 ^a
largeur(mm)	2,7±1,02 ^a	3,7±1,15 ^a	3,3±0,61 ^a	3,7±0,53 ^a	2,7±0,10 ^a	4±1,21 ^a	5±1,81 ^a
Poids spécifique (Kg/hl)	78,6±3,01 ^b	78,43±1,71 ^b	77±2,58 ^b	80,33±0,41 ^b	69,63±1,91 ^a	76,87±2,72 ^a	/

Les valeurs sont des moyennes ± Ecart type pour $n=3$ suivies de lettre(s) différente(s) sont significativement différentes à $P < 0,05$ (test de Tukey).

II.2.2. Composition chimique des denrées étudiées

Les résultats de la composition nutritionnelle des variétés étudiées sont représentées dans la figure 19. Les variétés de blé dur local et de pois chiche ont montré un bon caractère selon les normes nationales et internationales (Codex Alimentaires, 1995 ; JONA, 2013).

En effet, sur l'ensemble de variétés analysées nous avons observé une différence significative au seuil ($p < 0,05$) de la valeur protéique avec des teneurs de 19,25%, 15,96% et 15,16% pour les PC, CS et VR1 respectivement ; tandis que les autres variétés ont été moins riches en protéine avec des valeurs significatives variant entre 10 et 14%.

Les données obtenues lors de l'analyse des taux de cendres ont été significativement intéressantes mais variables ($p = 0,014$), enregistrant des valeurs entre 0,7 et 2,7% pour toutes les variétés testées. L'ANOVA a permis de montrer qu'il n'y avait pas de différence significative ($p < 0,05$) pour la teneur lipidique des variétés étudiées, ou a été enregistrée des moyennes allant de 1 à 5%.

Les teneurs en eau, en matière sèche et en acidité grasse ont représenté des données non significatives ($P > 0,05$) concernant toutes les variétés étudiées.

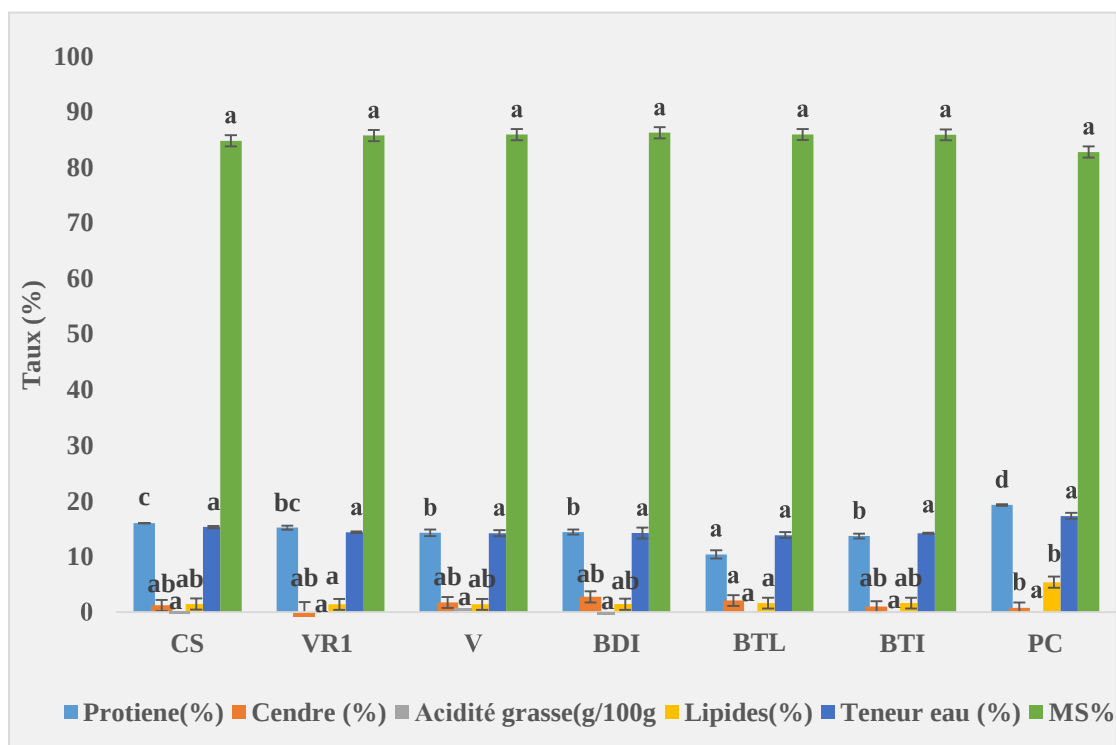


Figure 19 : Composition chimique des grains de blé et pois chiche étudiés

Discussion

Les analyses physico-chimiques des denrées étudiées notent des résultats très importants mettant en relief la qualité nutritionnelle des variétés de grains testés.

Nos résultats sont confortés par les travaux de Songre-Ouattara *et al.* (2015), qui signalent que le poids spécifique (PS) et les dimensions comme la longueur et la largeur des grains représentent les principaux caractères physiques aidant à différencier les variétés de céréales.

Les résultats révèlent une signification de l'ensemble des analyses de la variance avec des valeurs compatibles aux normes de codex alimentaire (1995), à la FAO (2007) et aux normes algériennes (2013). En effet, les PS obtenus sont compris dans l'intervalle de 72-82kg/hl comme reporté par Calvel (1984), ce qui certifie que nos denrées sont de première qualité et appartiennent à la catégorie des blés très lourds (Williams,1998). Les données enregistrées démontrent une variabilité au sein de la physiologie des grains, liés vraisemblablement aux conditions environnementales (Zouaoui,1993 ; Chaker, 2003). Effectivement, les deux zones climatiques aride pour Adrar et Tiaret et semi-aride à subhumide pour Ain Temouchent ceci pour les variétés locales et humide pour les variétés importées montrent une nette influence sur la physiologie des grains. Selon Songre-Ouattara *et al.* (2015), tous ces caractères physiques représentent d'importants critères commerciaux pouvant conditionner la sélection et l'achat des grains.

De même, les analyses chimiques ont montré une différence significative aux paramètres testés. La teneur en protéines du grain du blé est le critère le plus important pour l'appréciation de la qualité, cette teneur est conditionnée d'après les auteurs d'un côté par le facteur génotype et d'un autre par les conditions culturales (Cherit, 2000 ; Feillet, 2000). La teneur en protéines des grains des blés testés a noté des taux entre 10 et 15% ; ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Boudreau & Menard (1992) ; Codex Alimentaires (1995) ; Mahaut (1996) ; Feillet (2000) ; Saulnier (2012) ; Kebbab & Ogal, (2015) et El Hade El Okki (2015). Par ailleurs, le pois chiche a enregistré une teneur de 19% comprise dans les normes alimentaires (15-22%) et confirmé par les résultats de Rahmani (1992) ; Mazari Et Ourahmoune (1997) ; Ammouche (2002) ; FAO & OMS, (2007) ; Singh *et al.* (2013) ; Upadhyaya *et al.* (2016) et Djaid (2018).

Les résultats de l'analyse des cendres ont mis en exergue la qualité des variétés locales de blé et pois chiche qui étaient comprises entre 0.8 et 1,71%, ils sont similaires à ceux rapportés par Godon & Willm (1991) ; Bar (1995) ; Codex Alimentaires (1995), et se situe dans l'intervalle des produits de qualité supérieure.

La teneur en eau étaye que nos échantillons sont proches des résultats obtenus par Gacem *et al.* (2011) ; Kebbab & Ogal (2015) ; Messaâdi & Samaï (2016). De plus, il est dans

l'intervalle de la valeur maximale fixée par la législation algérienne qui est de 14,5% (FAO, 1996 ; JORA, 2007, 2013). Cette valeur a été exigée par Codex STAN (1991, 1989) (14 à 16%).

Les grains de blé contiennent environ 1,5 à 2,5% de lipides, ces valeurs sont consolidés par les travaux de Campion & Campion (1995) ; Samson & Morel (1995) ; Cherdouh (1999) ; Wieser *et al.* (2020). En outre, Yadav (2007), Wallace *et al.* (2016), Jukanti *et al.* (2012), USDA (2021) et Madurapperumage *et al.* (2021) estiment que la matière grasse du pois chiche est de 3,8 à 10,20% ; ces données sont en accord avec les notre. Egalement, les résultats de l'acidité grasse ont été significatifs et rentrent dans les normes alimentaires. Les valeurs de 0,029% et 0,033% en acidité enregistrées sur les blés sont semblables aux données de Feillet (2000) et Kebbab & Ogal, (2015).

II.3. Biologie de quelques insectes inféodées

II.3.1. Cycle biologique de *Tribolium confusum*

Les adultes collectés de *T. confusum* de nos échantillonnages des différentes unités, nous ont permis de suivre leur développement biologique. Le suivi de leur cycle biologique a été réalisé dans des conditions contrôlées de laboratoire, dans une étuve sous des conditions de température de 30°C et une humidité relative de 75% et une photopériode 12/12.

Les résultats obtenus ont montré que la femelle de tribolium pond les œufs à la surface des grains avec un effectif moyen de 20 ± 8 œufs. Après 2 ± 1 jours d'incubation, on note l'émergence du premier stade larvaire. *T. confusum* a accompli sa phase larvaire en 21 ± 2 jours avec 8 stades. La phase nymphale a enregistré une durée de 2 ± 1 jours, ceci a donné la naissance à des imagos en 4 ± 1 jours. Le cycle biologique de *T. confusum* à partir de la ponte des œufs jusqu'à l'émergence des adultes a été réalisée durant 29 ± 5 jours (Fig. 20). Ces résultats sont en accord avec les études préliminaires de Balachowsky (1936) ; Lepesme (1944). Howe (1956, 1960) ; Lerner & Ho, (1961) Dawson (1965) ; Raychaudhury & Butz (1965) ; Pai (2009) et Scheff & Arthur (2018) qui ont signalé que le cycle biologique de *T. confusum* s'accomplissait de 4 à 10 semaines selon les conditions de température et d'humidité relative.

Dans les travaux de Bell (2011), il a été rapporté que les adultes de *T. confusum* peuvent vivre plus de 3 ans, bien qu'une durée de vie de 1 à 6 mois soit plus typique en laboratoire. Le cycle développement est de 20 jours à 38°C avec un optimum de 30 jours à 32°C, la population peut être multipliée par 60 sur une nourriture optimale en 28 jours à 70% d'humidité relative.

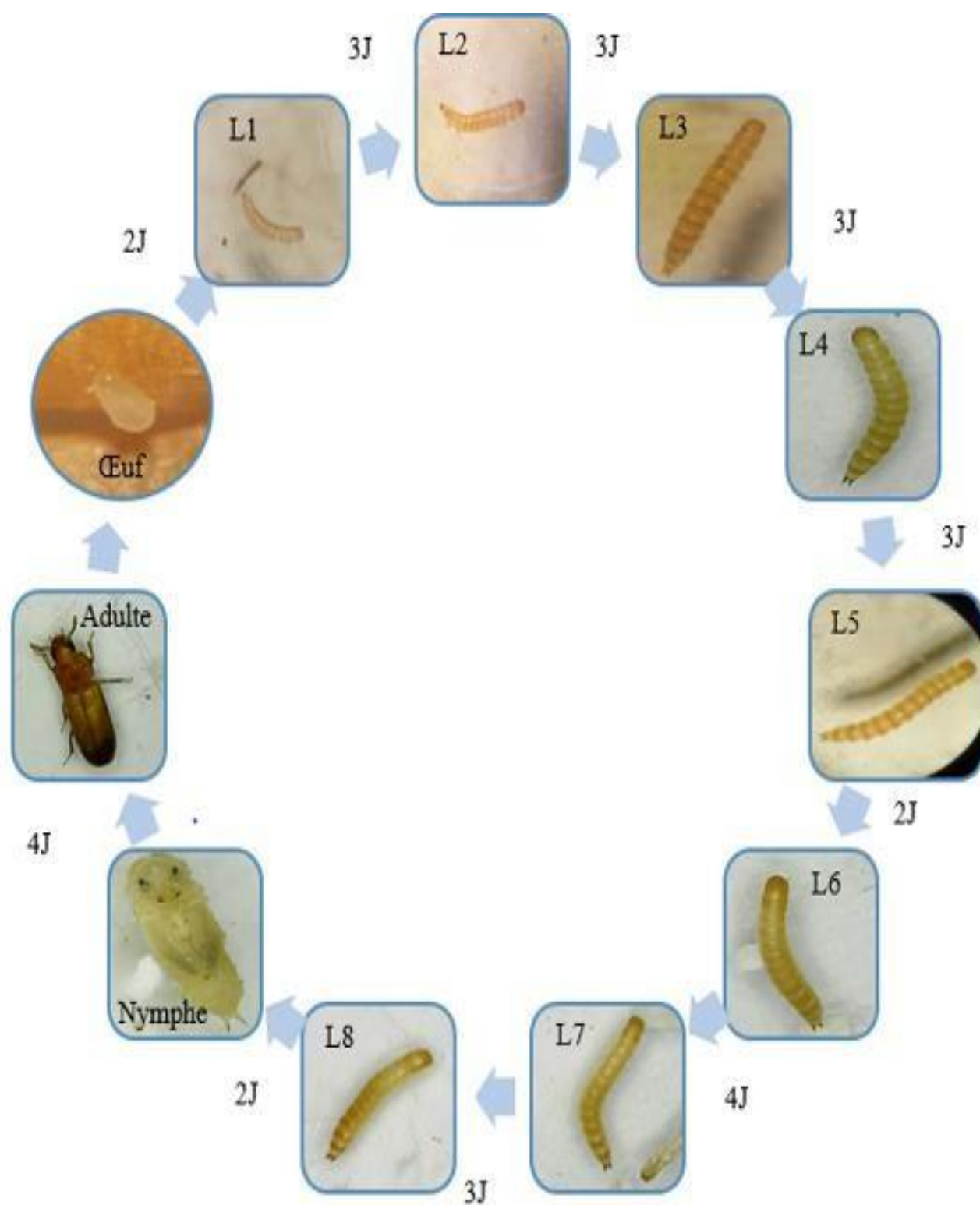


Planche 3 : Cycle biologique de *Tribolium confusum* (Originale, 2020)

II.3.2. Cycle biologique de *Trogoderma granarium*

Le suivi de la biologie de *T. granarium* a évolué dans des conditions contrôlés de 30°C de température et 75% d'humidité relative. Les femelles de *T. granarium* ont pondu leurs œufs sur la surface des grains de blé, avec une moyenne d'œufs de 28 ± 6 par femelle. Ces résultats sont différents de ceux signaler par Burges (1957) et Athanassiou *et al.* (2010 ; 2016), où la ponte des femelles a noté 45 à 80 œufs avec un cycle de vie allant entre 39 et 45 jours à 30°C.

L'étude du cycle de vie dans des conditions de laboratoire contrôlées conduit à un développement normal des insectes et l'ensemble du développement est achevé en 41 ± 2 jours. Cette observation est presque similaire à celle de Karnavar (1972), Kulkarni *et al.* (2015), Golizadeh & Abedi, (2016) et Ghimire *et al.* (2017).

Par ailleurs, Musa & Dike (2009) ont montré que le développement de *T. granarium* nécessite 37 à 40 jours sous une moyenne de T° de $25 \pm 5^\circ\text{C}$ et une HR $70 \pm 5\%$; ou jusqu'à 220 jours dans des conditions climatiques défavorables. Alors que, Yadav & Srivastava (2017) estiment qu'un cycle de vie complet de *T. granarium* peut durer 25,5 jours à 35°C, 29 jours à 40°C, 32 jours à 32°C et 31,5 jours à 30°C.

Les différentes phases du cycle biologique de *T. granarium* ont débuté par l'éclosion des œufs qui a nécessité une durée d'incubation de 4 ± 2 jours. Cinq stades larvaires de *T. granarium* ont été identifiés et confirmés en fonction des cinq exuviations. Une durée de 27 ± 2 jours a été nécessaire pour l'accomplissement de la phase larvaire. La nymphose a été obtenue en une durée de 9 ± 3 jours. Ces résultats sont similaire avec les travaux de Delobel & Tran (1983), Hill (2003) et Yadav & Srivastava (2017), où le nombre de stades larvaires relevé a varié de 4 à 11 selon les conditions d'élevage, avec en moyenne 5 à 6 stades pour les mâles et 6 à 7 pour les femelles.

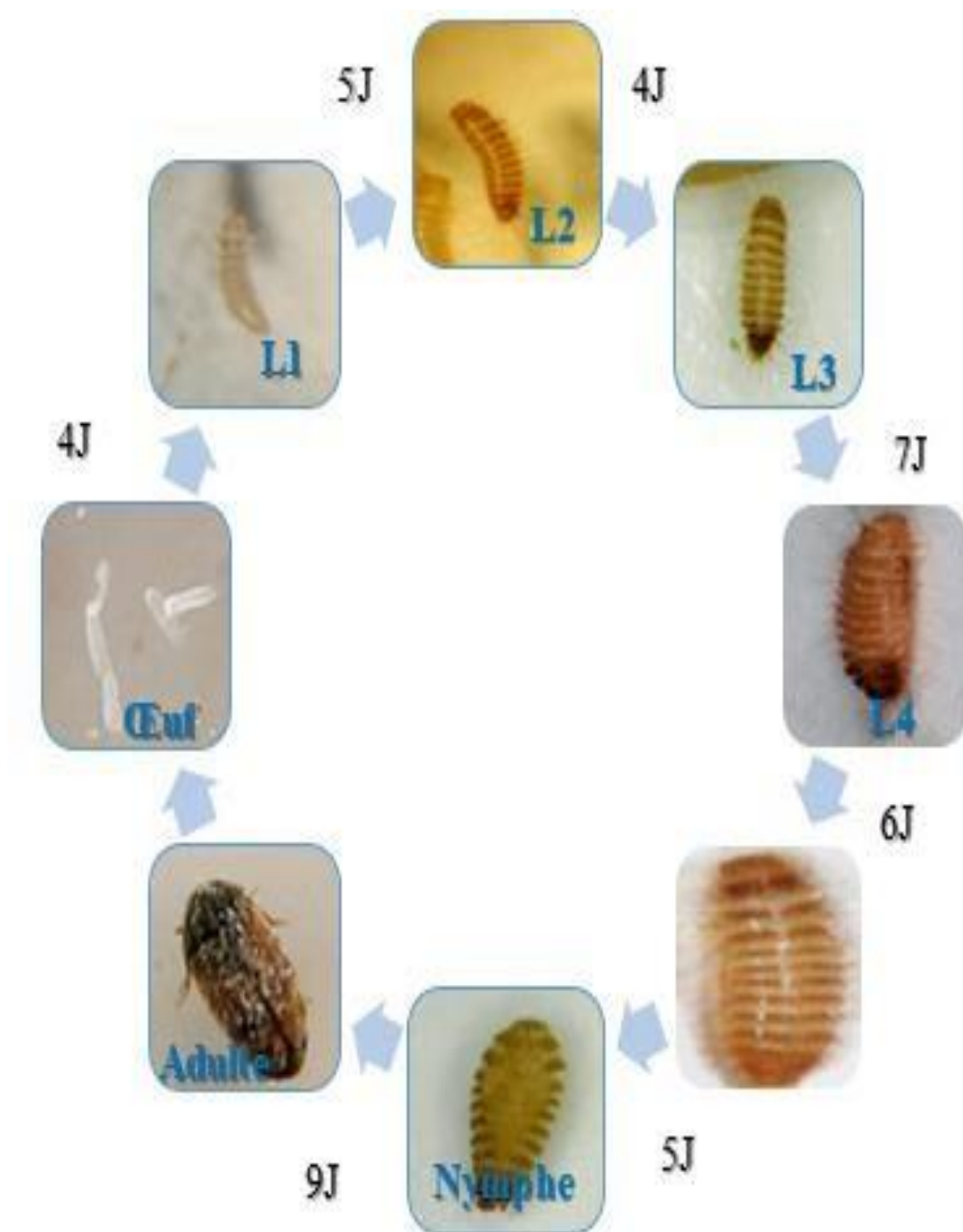


Planche 4 : Cycle biologique de *Trogoderma granarium* (Originale, 2020)

II.3.3. Cycle biologique de *Callosobruchus maculatus*

Le suivi de développement de *C. maculatus* a été effectué dans une étuve réglée à une T° de 30°C et une HR de 75%, on a suivi les différents stades biologiques de l'insecte, du stade œuf à l'émergence des adultes. On a constaté que les femelles pondaient leurs œufs sur la surface des grains de pois chiche et que le développement larvaire et nymphal se déroulaient à l'intérieur des grains.

Les résultats obtenus montrent un dimorphisme sexuel entre le mâle et la femelle de *C. maculatus* grâce à leur différence de taille (Fig. 20). En effet, les femelles de *C. maculatus* possèdent une taille plus grande comparativement aux mâles comme reporter par Benell et Lachoub (2001). Balachowsky (1962) signale que l'adulte de *C. maculatus* mesure en moyenne 2,8 à 3,5 mm, avec un corps de coloration sombre rougeâtre, une tête noire, des antennes et un pronotum de couleur clair ou brun. Les mâles ont des antennes noires avec les 4 premiers articles roux et des femelles entièrement rouges.



Figure 20 : Femelle et male de *C. maculatus* (Originale, 2020)

La ponte des œufs de la femelle de *C. maculatus* a été réalisée après l'accouplement à la surface du grain du pois chiche, ce qui a donné une fécondité moyenne de 34 ± 9 œufs. L'incubation a été réalisée en une durée moyenne de 2 ± 3 jours, résultant de l'apparition du premier stade larvaire. Le développement larvaire s'effectue en 4 stades avec une moyenne de vie de 20 ± 1 jours et suivie d'une nymphose. Ces stades sont cachés à l'intérieur du grain et durent en moyenne 20 ± 2 jours ; puis l'émergence des adultes est obtenue en une durée moyenne

de 8 ± 2 . Cela s'accorde avec les travaux de Singh et Taylur (1978) et Sales et *al.* (2000), qui soulignent que *C. maculatus* F. contamine les grains au champ et continue à se multiplier une fois introduit dans les entrepôts ; et ceux de Southgate (1978), qui note que *C. maculatus* accomplit son cycle à l'intérieur de la graine, de l'œuf jusqu'au stade adulte.

Le cycle de développement de *C. maculatus* a révélé une durée moyenne de 32 ± 3 jours, cela sous des conditions moyennes de température et d'humidité relative respectivement de 30°C et 75%.

Nous avons constaté dans cette étude que *C. maculatus* passe par quatre stades larvaires. Nos résultats s'alignent avec ceux obtenus par Hoffman et Labeyrie (1962), Balachowsky (1962), Rodger (1975). Le développement larvaire de *C. maculatus* est influencé par la température ambiante. Puisqu'il peut être très rapide autour de son optimum de 15 à 20 jours à une température de 32°C , si l'insecte se développe dans des graines qui constituent son habitat préférentiel ; et au contraire, il se prolonge pendant plusieurs mois si les conditions sont défavorables (Delobel, 1999).

Par ailleurs, les résultats obtenus par Kellouche (2005), signale un cycle biologique de *C. maculatus*, sur les graines de pois-chiche proche de ceux obtenus lors de notre essai avec une durée évolutive moyenne de 28 ± 3 jours sous des conditions de 30°C et 75% d'HR.

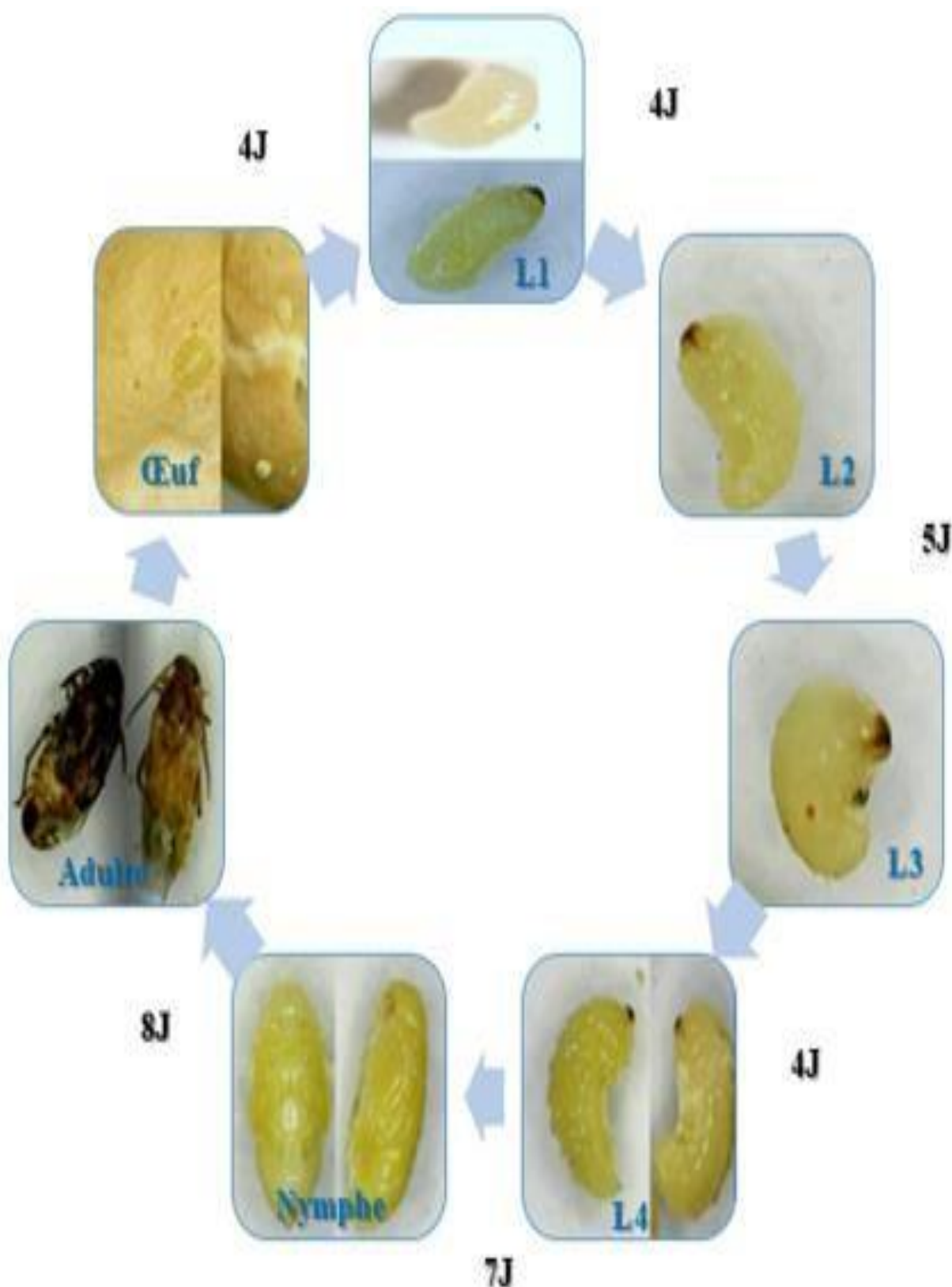


Planche 5: Cycle biologique de *Callosobruchus maculatus* (Originale, 2020)

II.4. Evaluation des dommages et pertes des grains de blé et pois chiche

Des analyses physico-chimiques des deux variétés de blé locale choisies : Chainé S (CS) et Vitron (V) ont été réalisées dans l'objectif d'évaluer les pertes de *T. confusum*, *R. dominica*, *T. granarium* et *C. maculatus* sur le pois chiche (PC) pendant une période de deux mois d'essai.

II.4.1. Evaluation des dommages causée par les coléoptères étudiés

Après deux mois de stockage, les résultats obtenus ont montré que les grains du CS ont été peu sensible à l'infestation de *T. confusum* et *R. dominica*, conforté par l'analyse statistique avec ($P=0,000$) de dommages. En effet, les dommages ont augmenté avec l'accroissement du nombres des couples ; dont 20 couples ont provoqué des dommages de 19% et 31% respectivement pour *T. confusum* et *R. dominica* sur la variété V. au cours de cette étude on remarque des taux de mortalité des individus de tribolium et capucin plus important sur CS que V (Annexe 3). Par ailleurs, des dommages enregistrés sur la variété CS ont dépassé les 46%, alors que sur la variété V, 21% de dommages fut enregistré pour 20 couples de *T. granarium* ; avec l'émergence d'importants effectifs pour les deux variétés (Annexe 3). D'après ces résultats nous avons constaté que CS est une variété moins sensible aux attaques de *T. confusum* et *R. dominica* que de *T. granarium*.

Alors que *C. maculatus* sur PC a provoqué des dommages assez importants dès le premier lot (5 couples) étudié avec 21% de dommages, pour atteindre une valeur maximale de 78% dans le dernier lot (20 couples). Une nouvelle génération a été observée à la fin de cet essai (Annexe 3, Fig. 21).

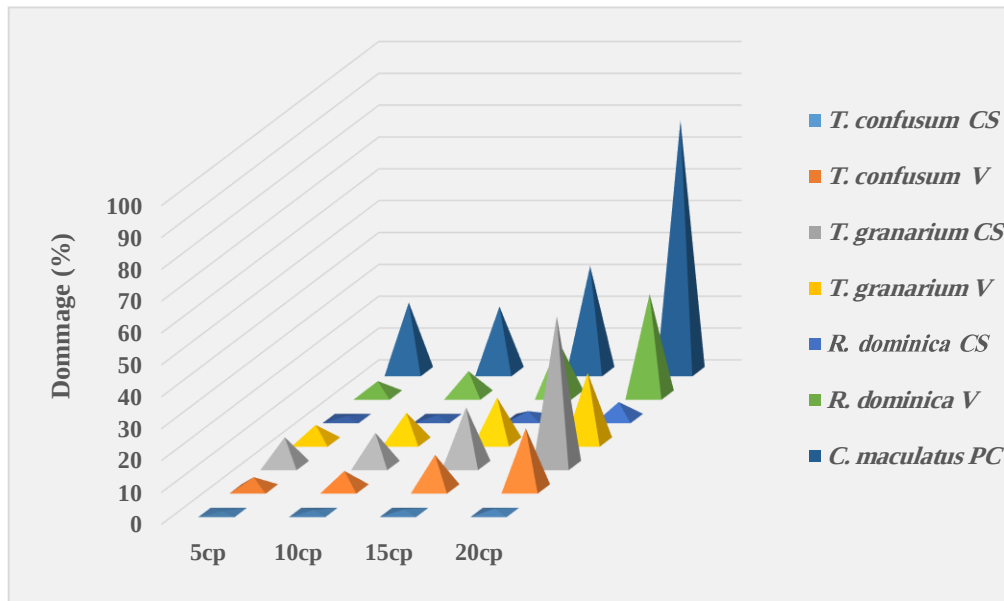


Figure 21 : Dommages causée par les principaux coléoptères étudiés sur blé et pois chiche

II.4.2 Evaluation des pertes de poids causée par les coléoptères étudiés

Les résultats des pertes de poids chez les grains de blé et pois chiche provoquées suite aux infestations des espèces étudiées sont exprimés dans la figure 22. Le taux de perte de poids des grains testés était significativement affecté par le nombre de couples ($P < 0,05$). Au lots de 5cp, les cinq ravageurs signalés ont provoqué des pertes de poids faibles ne dépassant pas les 3%.

Par ailleurs, nous constatons une perte plus importante avec une augmentation des effectifs des couples ; ceci a induit une forte perte de la quantité des grains de V avec des taux de 3,85% et 7,93% respectivement pour *T. confusum* et *R. dominica* ; et un taux de 10,78% de perte provoqué par *T. granarium* sur les grains CS.

L'espèce *C. maculatus* a causé des pertes de poids plus importantes sur pois chiche comparativement aux autres déprédateurs relevés sur blé. Nous avons enregistré des taux de 3,78% 7,28% 9,69% et 14,06% respectivement pour les lots de 5, 10, 15 et 20 couples.

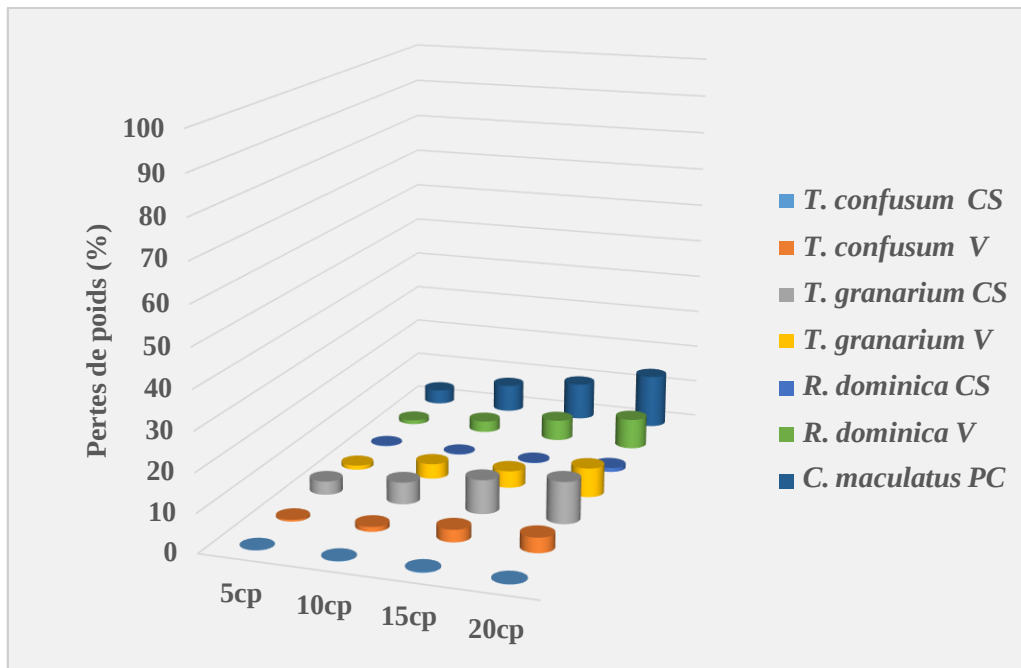


Figure 22 : Pertes de poids causée par les principaux coléoptères nuisibles sur blé et pois chiche

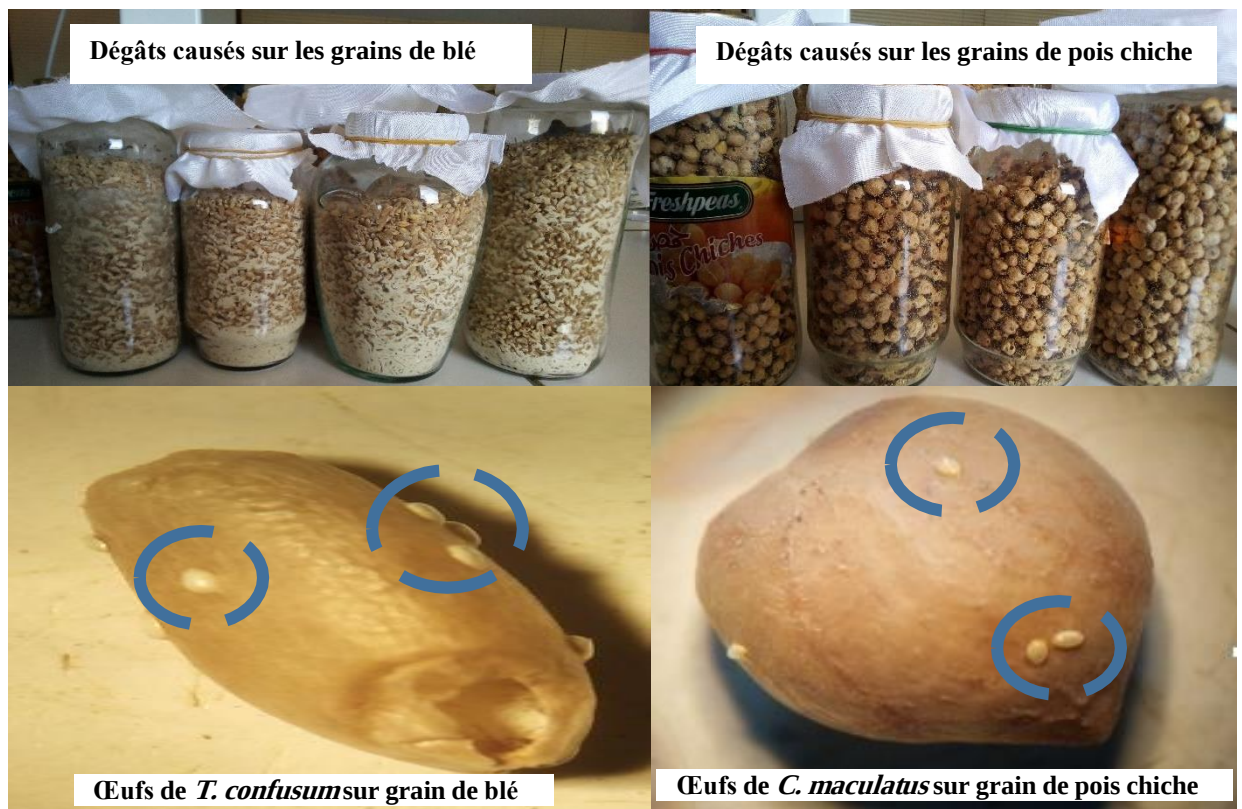


Figure 23 : Dommages et pertes de blé et pois chiche causés par les principaux nuisibles de stock (Originale, 2020)

II.4.3. Pouvoir germinatif des grains testés après l'infestation

Les résultats concernant l'effet de l'abondance des couples de *T. confusum*, *R. dominica*, *T. granarium* et *C. maculatus* sur le pouvoir germinatif du blé et pois chiche sont consignés dans la figure 24.

Les relevés notés pour ce test ont mis en exergue l'impact de l'effectif des couples des espèces testées sur le taux de germination de chaque variété testée. En effet, l'augmentation des couples a provoqué la diminution du taux de germination. L'ANOVA a permis de noter une différence significative du taux de germination pour les variétés étudiées ($P < 0,05$).

Dans les lots de 5 couples, nous avons révélé une germination très importante de l'ordre de 87,67% sur les grains de CS infesté par *T. confusum*, suivi d'un taux de germination de 84% noté sur les grains de V attaqué par *R. dominica*. Alors que, des taux de germination moindre ont été enregistrés sur V, CS et PC avec des valeurs de 61,33%, 56,67% et 49,33% respectivement pour les 20 couples de *T. confusum*, *T. granarium* et *C. maculatus*.

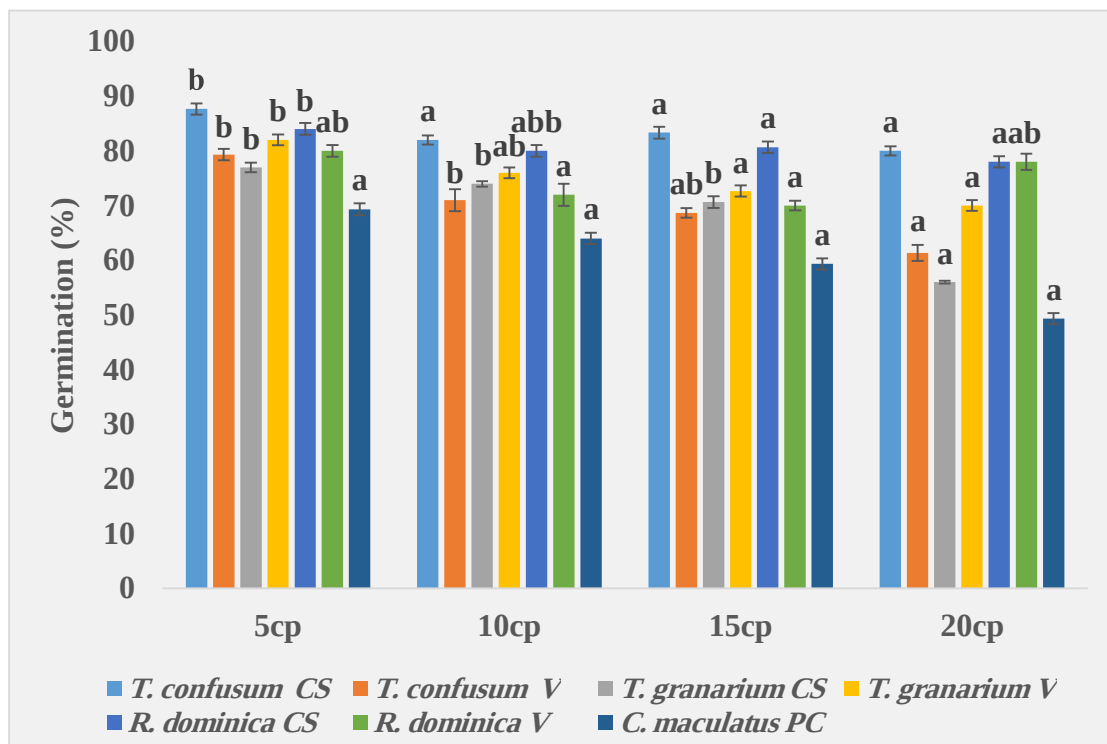


Figure 24 : Taux de germination des grains des variétés testées vis-à-vis des couples des espèces étudiées

Discussion

En Algérie, les dommages causés aux produits stockés peuvent atteindre 64% ; ces pertes sont dues aux activités de recherche de nourriture des insectes, des micro-organismes et des animaux. Ainsi qu'aux mauvaises manipulations et aux modifications physiques et chimiques, qui sont toutes interdépendantes. En cas d'infestation grave par ces parasites, on observe une perte de poids importante accompagnée d'une dégradation de la qualité (FAO, 2019).

Les résultats obtenus montrent que les insectes nuisibles provoquent de fortes pertes aux grains stockés. Aussi, une sensibilité différente a été démontrée selon les denrées stockées et leurs variétés vis-à-vis des déprédateurs de stockage. Selon Throne *et al.* (2002) ; Toews *et al.* (2003), Makate (2010), Siwale *et al.* (2010), Chuck-Hernández *et al.* (2013) et Waongo *et al.* (2018), la sensibilité des variétés de céréales vis-à-vis des attaques des insectes nuisibles de stockage est liée aux compositions chimiques et/ou physiques des grains. De plus, Arthur *et al.* (2012), Arthur *et al.* (2020) et Perišić *et al.* (2021) notent que les dommages causés par les insectes sont relativement liés à la sensibilité des grains et la qualité nutritionnelle de ces derniers.

Durant cette étude étalée sur deux mois, nous avons constaté un taux de perte de poids très important avec un taux de 10% et 14% noté sur la plus forte densité des couples pour *T. granarium* et *C. maculatus* respectivement. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par González-Torralba *et al.* (2013), ces derniers ont montré que les pertes de poids des grains de blé pouvaient atteindre des taux de 6 à 8% durant une période de cinq mois de stockage. Une augmentation de la durée de stockage avec une température et une humidité favorable peuvent assurer l'infestation des insectes qui entraînent une perte significative du poids des grains (Sujitha *et al.*, 2018; Taddese *et al.*, 2020; Tefera, 2012).

Par ailleurs, des dommages dépassant les 50% ont été enregistrés durant notre étude ; ceci s'aligne aux résultats de Khanal *et al.* (2021) qui rapportent qu'après 90 jours les dommages enregistrés sur les grains de blé infestés par *Sitophilus oryzae* ont été de 83% avec 50.95% de pertes de poids ; et de ceux de Shah *et al.* (2000), kallouche *et al.* (2004) et Yédomon (2013) avec des pertes dépassant les 50% provoqué par *C. maculatus* après un mois de stockage. Alors que, les travaux de Athanassiou *et al.* (2010 et 2016) ont signalé que les grains des céréales endommagés par *T. granarium* peuvent atteindre des pertes entre 10 et 25%.

Des études préliminaires ont articulé que les pertes provoquées par *R. dominica* et *S. oryzae* surviennent après un cycle de développement pondérale de 4,65% à 17% (Ratcliffe, 1941 ; Bekon & Flerat- Lessard, 1989). Aussi, Aidani *et al.* (2015) ont souligné après un mois de stockage, des pertes en poids importants causées par *R. dominica* avec un taux de 1,7% à 6,93%.

Par ailleurs, une augmentation de la durée de stockage avec des conditions de température et d'humidité relative favorable peuvent assurer la croissance des moisissures ainsi que l'infestation des insectes qui entraînent une perte significative du poids des grains (Sujitha *et al.*, 2018; Taddese *et al.*, 2020; Tefera, 2012; Throne *et al.*, 2002).

L'insecte peut provoquer une perte consistante de germination sur les semences puisque les larves se nourrissent particulièrement du germe (Stejskal *et al.*, 2015). Quel que soit le type de dégât à la graine peut provoquer une altération significative de sa capacité à produire une plante saine (Pérez *et al.*, 2008). Les dommages accélèrent la perte de nutriments pendant les phases initiales de la germination des graines et les graines ne parviennent pas à se développer en plantules normales (Kalsa *et al.*, 2019). Notre résultat montre que la germination des grains est réduite significativement avec l'augmentation de la densité des couples des espèces étudiées.

De plus, les résultats obtenus ont bien établi que les individus de *T. granarium* préfèrent se nourrir du germe des grains de céréales, provoquant des dégâts aux grains de céréales et entraînant des pertes de germination considérables (Jood *et al.*, 1992 ; Rajput *et al.*, 2015).

II.5. L'effet insecticide des substances botaniques testées

II.5.1. Poudres

II.5.1.1. Effet des poudres des plantes par contact

Les résultats de l'effet des poudres de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes de *T. granarium*, *T. confusum*, *R. dominica* et *C. maculatus* après sept jours de l'expérimentation sont présentées dans les figures ci-dessous.

On constate que les poudres de clous de *S. aromaticum* et des feuilles de *M. pulegium* ont montré une forte mortalité entre 40 à 100% pour les adultes de *T. granarium*, *R. dominica* et *C. maculatus* pour les six doses testées. Par ailleurs, une mortalité faible ($\leq 10\%$) a été enregistrée à la première dose pour les deux poudres botaniques contre les adultes de *T. confusum* ; puis une augmentation des taux de mortalité avec l'augmentation des doses jusqu'à atteindre 23% et 59% respectivement pour *S. aromaticum* et *M. pulegium* à la dernière dose. Ces résultats

révèlent une variation hautement significative ($p \leq 0.05$) entre les taux de mortalité, selon les doses des poudres et les adultes étudiés.

Le témoin relatif aux poudres de *S. aromaticum* et *M. pulegium* note aucune mortalité durant la période d'étude sur les adultes de *T. granarium* et *T. confusum* comparativement aux adultes de *R. dominica*, une mortalité ne dépassant pas les 3% a été notée sur *C. maculatus*.

Les DL_{50} ont été déterminées à partir des équations de probit, ce qui nous a permis de constater que les poudres de *S. aromaticum* et *M. pulegium* sont beaucoup plus toxiques sur les adultes de *C. maculatus*, *R. dominica* et *T. granarium* que sur les adultes de *T. confusum* (Annexe 4, Tableau 21).

Tableau 21 : DL_{50} des poudres de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes des espèces étudiées par contact après 7 jours d'exposition.

Poudre	Espèces	DL_{50} (g/100g des grains)
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Tribolium confusum</i>	8.12
	<i>Trogoderma granarium</i>	3.63
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	5.57
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	3.98
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Tribolium confusum</i>	1.51
	<i>Trogoderma granarium</i>	1.86
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	4.46
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	1.91

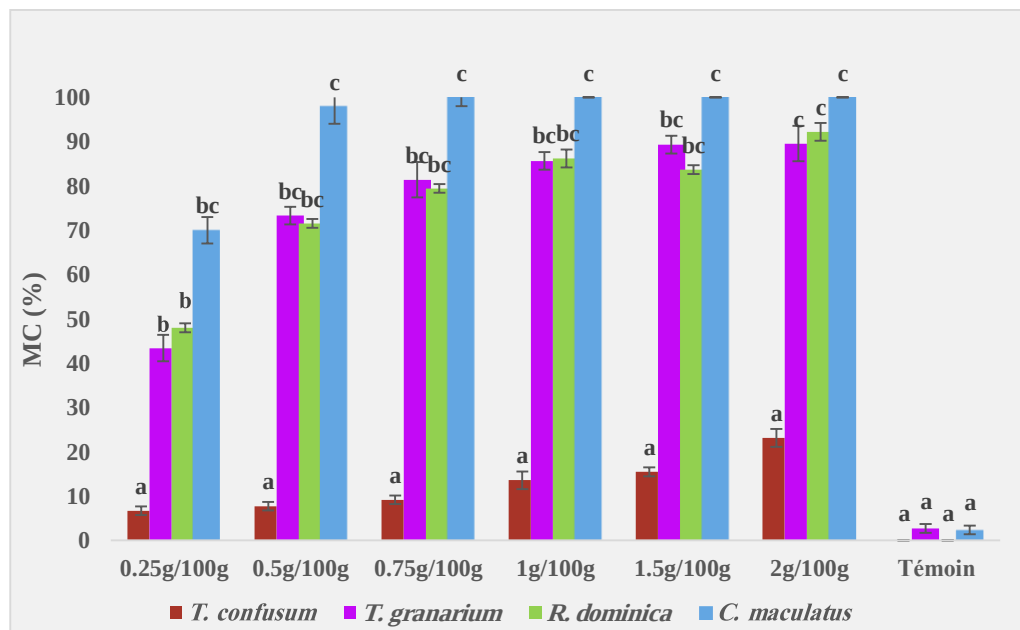


Figure 25: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de poudre de *S. aromaticum*

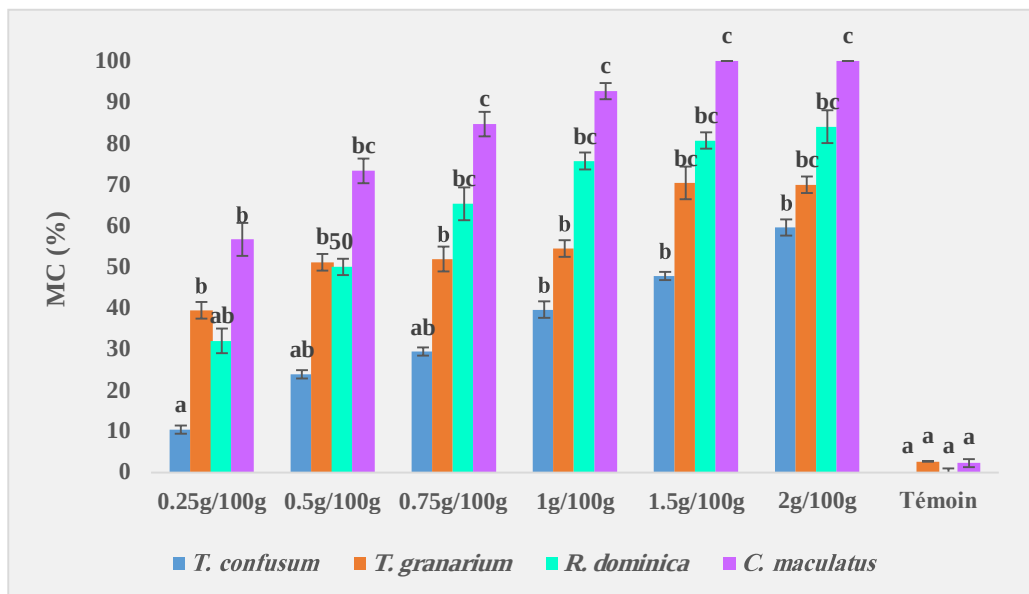


Figure 26: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de poudre de *M. pulegium*

II.5.1.2. Effet des poudres des plantes par fumigation

Les figures 27 et 28 ont montré que les poudres testées comme fumigant ont provoqué une mortalité très importante après sept jours de l'exposition aux concentrations différentes sur les adultes des coléoptères étudiés. Egalement aux adultes de *C. maculatus* une mortalité significative de 100% a été enregistrée sous l'effet de la poudre de *S. aromaticum* et de 88% notée par la poudre de *M. pulegium* à la concentration de 2g/100g de grains. D'une part, la poudre de clous de girofle a provoqué la mortalité la plus élevée pour le capucin des grains, avec un taux de 78% à 2g/100 g de grains.

De plus, une mortalité significative de l'ordre de 53% et 40% a été enregistrée respectivement pour la poudre à la concentration de 2g/100g de grains de *S. aromaticum* et *M. pulegium* à l'égard des adultes de *T. confusum*. Par ailleurs, on a observé une mortalité faible des adultes du Khapra des grains traités par *S. aromaticum* et *M. pulegium* à la dose 2g/100 g de grains avec des taux de 41.33% et 29% respectivement. Ces résultats montrent une signification variable ($P < 0.05$) entre les taux de mortalité et poudres botaniques étudiées.

Les valeurs DL_{50} de l'effet des poudres de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les coléoptères étudiés sont présentées dans le tableau 22 et Annexe 05.

Tableau 22 : DL₅₀ des poudres de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes des espèces étudiées par fumigation après 7 jours d'exposition.

Poudres	Espèces	DL ₅₀ (g/100g des grains)
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Tribolium confusum</i>	6.53
	<i>Trogoderma granarium</i>	3.46
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	3.54
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	1.58
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Tribolium confusum</i>	7.67
	<i>Trogoderma granarium</i>	6.92
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	1.82
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	1.15

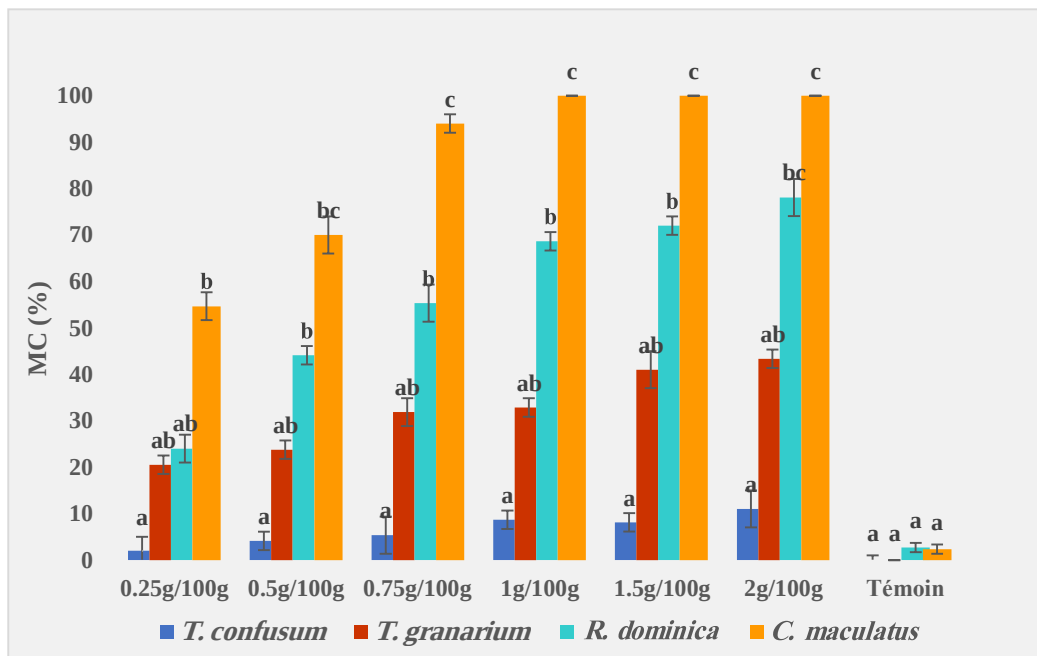


Figure 27: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de poudre de *S. aromaticum*

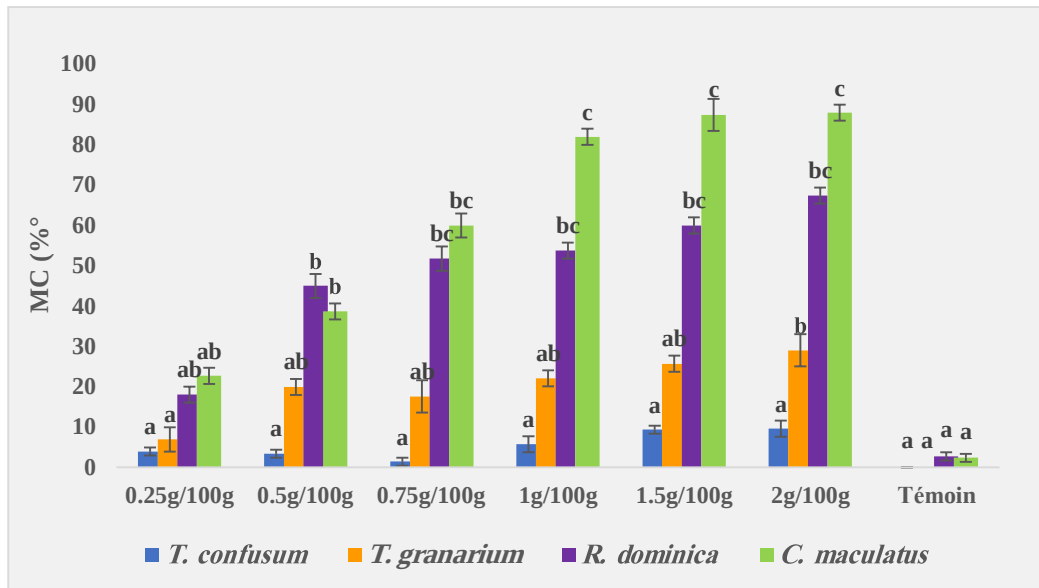


Figure 28: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de poudre de *M. pulegium*

Discussion

Les poudres botaniques ont fait l'objet de recherches approfondies et ont remporté un franc succès dans la lutte contre les parasites des produits stockés. Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui à l'origine, protègent les végétaux des herbivores (Deravel *et al.*, 2014).

Dans cette partie de l'étude, les espèces végétales testées lorsqu'elles ont été appliquées sous forme de poudres en contact et fumigant ont montré une activité adulticide contre *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. confusum* et *T. granarium*. La toxicité de la poudre par contact a varié selon l'espèce testée, la dose utilisée et le temps d'exposition ; sa toxicité est beaucoup plus importante à fortes doses. *S. aromaticum* a montré la plus forte activité insecticide que *M. pulegium* contre les coléoptères étudiés à une dose optimale de 2g/100 g de grains, ces résultats sont en accord avec ceux signalés par Swella & Mushobozy (2007); Hamza *et al.* (2016) ; Swamy & Raja (2018); Allali *et al.* (2018) et Allali *et al.* (2021).

L'effet des clous de girofle peut également être due à la mort des larves d'insectes qui n'ont pas pu se débarrasser complètement de leur exosquelette et qui est resté généralement lier

à la partie postérieure de leur abdomen (Oigiangbe *et al.*, 2010). En effet, Oparaeke & Daria (2005), Kafle & Shih (2013), Kedia *et al.* (2015) et Mario *et al.* (2021) rapportent que la poudre de clou de girofle a été étudiée comme solution contre les ravageurs urbains et agricoles et s'est avérée posséder des propriétés pesticides.

La mortalité des adultes des espèces étudiées a observé dans cette étude un accroissement avec la quantité de clous de girofle appliquée, et la durée d'exposition. Cette augmentation était due aux métabolites secondaires et les composants volatils qui exercent de forts effets toxiques sur les insectes ; ces résultats sont confirmés par les travaux effectués sur *S. oryzae* et *C. maculatus* qui signalent une mortalité atteignant les 100% suite à une exposition de 3 jours à une faible ou forte dose de poudre de clou de girofle (Kellouche & Soltani, 2004 ; Ntonifor *et al.*, 2010 ; Rasha *et al.*, 2012 ; Ashamo *et al.*, 2013; Ileke *et al.*, 2014; Germinara *et al.*, 2015; Zafar *et al.* 2018 ; Krzyżowski *et al.*, 2020).

Les poudres de feuilles de *M. pulegium* ont eu une efficacité importante sur le dermeste et tribolium des grains testés. Law – Ogbomo & Enobakhare (2007) illustrent que les poudres des feuilles des plantes aromatiques présentent un effet sur les insectes comme ils peuvent agir en tant que barrière physique, en bloquant les stigmates et empêchant la respiration. Ainsi l'efficacité de l'application de feuilles en poudre augmentait avec l'augmentation de leur concentration (Fernando & Karunaratne, 2013). Les poudres de *M. pulegium* a un bon potentiel bioinsecticide pour contrôler les infestations des coléoptères des denrées stockées (Bouchikhi Tani, 2011 ; Kumar *et al.*, 2011). Aimad *et al.* (2021) déduisent que les poudres des feuilles de la menthe pouliot ont une forte toxicité sur les différents stades de *C. maculatus* ; ce résultat est similaire au notre, où on a pu démontrer une toxicité puissante sur le stade adulte des insectes testés avec une mortalité très élevée, augmentant en fonction des doses et de la durée d'exposition.

Les résultats de cette étude indique que les poudres des clous de girofle ont la capacité d'empêcher la perte de poids des grains traités, ceci peut s'expliquer par l'action biochimique des poudres empêchant les activités métaboliques des insectes et induisant des taux de mortalité élevés au sein des adultes du ravageur. Ces résultats sont en accord avec les recherches préliminaires de Adedire *et al.* (2011) et Ileke *et al.* (2014).

Les poudres testées ont eu un effet fumigant très important sur les deux nuisibles de stockage. En effet, Farhana *et al.* (2006) et Nenaah & Ibrahim (2011) rapportent que les poudres

des plantes aux propriétés fumigantes et répulsives sont plus efficaces contre les produits stockés ravageurs que les poudres de plantes ne présentant qu'un seul mode d'action.

II.5.2. Huile essentielle

II.5.2.1. Rendement d'extraction

a). *Mentha pulegium*

L'extraction de l'huile essentielle de *M. pulegium* a donné un rendement de 5,17%. La matière organique obtenue après l'extraction est une substance huileuse d'une odeur très forte et d'une couleur jaune clair.

Le rendement obtenu a été plus élevé à comparer à d'autres études réalisées sur différentes localités, telles que l'Iran (0,65%) (Kamkar *et al.*, 2010), le Portugal (0,7%) (Mata *et al.*, 2007), la Turquie (0,3-1,2%) (Baser *et al.*, 2012), le Maroc (2,7%) (Ait-Ouazzou *et al.*, 2012), la Tunisie (1.5%) (Salem *et al.*, 2017) et même en Algérie (1.8% à 3.21%) (Benabdallah *et al.*, 2018 ; Abid & Mordjani, 2019 ; Yakoubi *et al.*, 2020 ; Aouadi *et al.* 2022). Mais reste inférieur au rendement obtenu en 2013 par Zekri *et al.* et en 2017 par Bouyahya *et al.* avec respectivement 5.29 à 6.2%.

b). *Syzygium aromaticum*

Le rendement en huile essentielle de *S. aromaticum* a été exprimé en pourcentage. Il a été constaté que cet extrait présenter une teneur considérable estimée à 7,93%. Cette teneur reste supérieure aux résultats reportés par Hossain *et al.* (2014), Atmani & Baira (2015), Hemalatha *etal.*, (2016) et Boukhatem (2017) sur la même espèce ; et inférieure à ceux obtenus par Houari (2015) et Houinsou *et al.* (2014), respectivement avec 10.60% à 17.08%.

D'une manière générale, le rendement de l'extraction selon Djeugap *et al.* (2011) et Naili (2013) varie en fonction de l'espèce végétale, des propriétés génétiques des plantes, de l'origine géographique, de l'organe utilisé dans l'extraction, des conditions de séchage, de la durée d'extraction, du pH, de la température du solvant, de la nature et la concentration du solvant utilisée dans l'extraction ou le fractionnement et de sa polarité.

II.5.2.2. Toxicité des huiles essentielles étudiées par contact

Le traitement effectué sur les adultes de *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. confusum* et *T. granarium* par l'HE de *S. aromaticum* et de *M. pulegium* par contact direct à différentes doses testées corrobore avec le temps d'exposition présenté dans les figures ci-dessous.

On a remarqué que la mortalité des individus apparaissait dès les premières heures après l'exposition. Le taux de mortalité des adultes étudiés change selon les doses testées. En effet plus la dose d'HE est forte, plus le taux de mortalité augmente. Le taux de mortalité obtenu

après 24h d'exposition a dépassé les 60% pour toutes les espèces traitées par l'HE de *S. aromaticum* et de *M. pulegium* (Annexe 06).

En fonction du temps, on remarque une mortalité très élevée entre 80 et 98% notée chez les lots traités par la dose 5 et 10µl/cm³ de l'HE de *S. aromaticum* et de *M. pulegium* pour toutes les espèces examinées après sept jours de traitement. Une mortalité totale de 100% a été relevée pour tous les insectes testés, enregistrée pour les doses 15 µl/cm³, 20 µl/cm³, 25 µl/cm³ et 30µl/cm³ après sept jours d'exposition.

Par ailleurs, le témoin a enregistré des taux de mortalité nuls concernant *R. dominica*, *T. confusum* et *T. granarium*, par contre sur les adultes de *C. maculatus* un taux de 1, 62% a été noté.

L'ANOVA de l'effet des deux HE testées à l'égard des adultes de *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. confusum* et *T. granarium* a permis de constater une différence significative ($P < 0.05$) entre les doses testées. Le test Tukey a permis d'identifier quatre groupes homogènes.

De plus, Le calcul des DL₅₀ montre des corrélations entre le taux de probit de mortalité corrigée et le logarithme de la concentration (Annexe 07). Les DL₅₀ des espèces étudiées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 23 : DL₅₀ des HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes des espèces étudiées par contact après 7 jours d'exposition.

Poudre	Espèces	DL ₅₀ (µl/ cm ³)
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Tribolium confusum</i>	4.26
	<i>Trogoderma granarium</i>	2.75
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	3.80
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	3.39
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Tribolium confusum</i>	3.98
	<i>Trogoderma granarium</i>	3.80
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	4.26
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	4.17

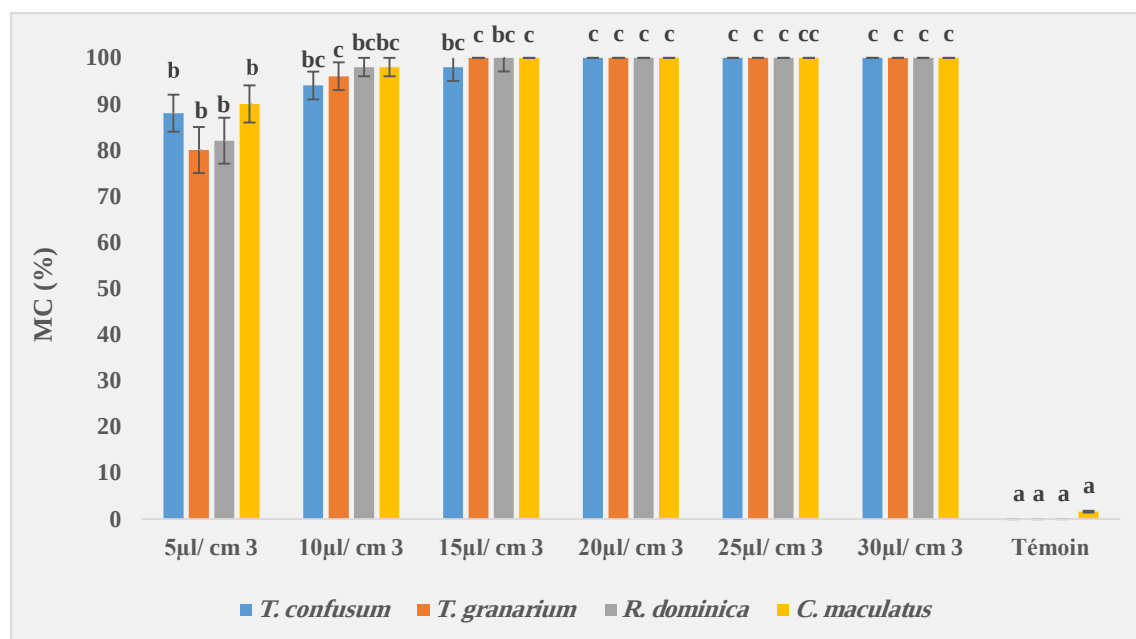


Figure 29 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de l'HE de *S. aromaticum*

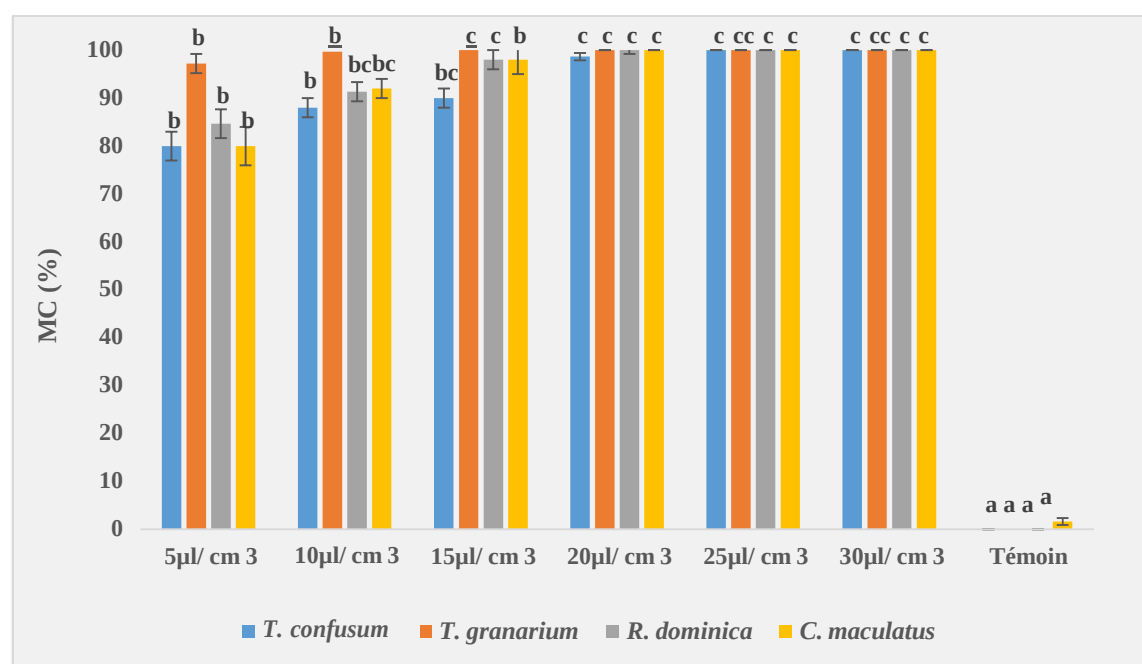


Figure 30 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct d'HE de *M. pulegium*

II.5.2.3. Toxicité des huiles essentielles étudiées par fumigation

L'essai par fumigation, nous acquiesce le traitement des adultes des coléoptères testés par inhalation de l'odeur de l'huile essentielle de *S. aromaticum* et *M. pulegium* à différentes doses. La mortalité provoquée par les doses testées et le temps d'inhalation de l'HE en présence des grains sont présentés dans les figures 31 et 32.

On constate une mortalité faible dès le premier jour de traitement par l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* avec des taux dépassant les 8% enregistrés pour tous les adultes étudiés (Annexe 08).

En effet, on distingue que les adultes de *R. dominica*, *C. maculatus* et *T. granarium* ont été très sensibles à l'HE de *S. aromaticum* en provoquant des taux de mortalité entre 19 et 80% enregistrés pour toutes les doses ; par contre une faible mortalité a été notée sur les adultes de *T. confusum* avec un taux maximum de 45% à la dose $30\mu\text{l}/\text{cm}^3$ après sept jours d'étude. Par ailleurs, l'HE de *M. pulegium* a montré que la mortalité des adultes de *C. maculatus* augmentait avec l'augmentation de la dose de l'HE. En revanche, la dose $30\mu\text{l}/\text{cm}^3$ a apporté un effet plus puissant et plus rapide avec 100% de mortalité, suivi par une mortalité à 90% mentionnée sur *R. dominica*. Les taux de mortalité signalés sur l'ensemble des spécimens étudiés ont significativement varié en fonction des doses et du temps d'exposition.

De plus, le témoin a enregistré des taux de mortalité nuls concernant *R. dominica*, *T. confusum* et *T. granarium* et de 2,12% notés sur les adultes de *C. maculatus*.

L'ANOVA de l'effet des deux HE testées à l'égard des adultes *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. confusum* et *T. granarium* permet de constater une différence significative ($P < 0.05$) entre les doses testées. Le test Tukey a permis d'identifier cinq groupes homogènes.

Le calcul des DL_{50} montre des corrélations entre le probit des taux de mortalité corrigée et le logarithme de concentration. Les DL_{50} des espèces étudiées sont présentés dans le tableau 24 (Annexe 09). On constate que l'HE de *M. pulegium* a une propriété insecticide fumigante plus forte que l'HE de *S. aromaticum*.

Tableau 24 : DL₅₀ des HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes des espèces étudiées par fumigation en présence de substrat nutritive après 7 jours d'exposition.

Poudre	Espèces	DL ₅₀ (µl/ cm ³)
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Tribolium confusum</i>	35.48
	<i>Trogoderma granarium</i>	9.33
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	15.13
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	15.48
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Tribolium confusum</i>	21.38
	<i>Trogoderma granarium</i>	13.80
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	9.55
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	6.92

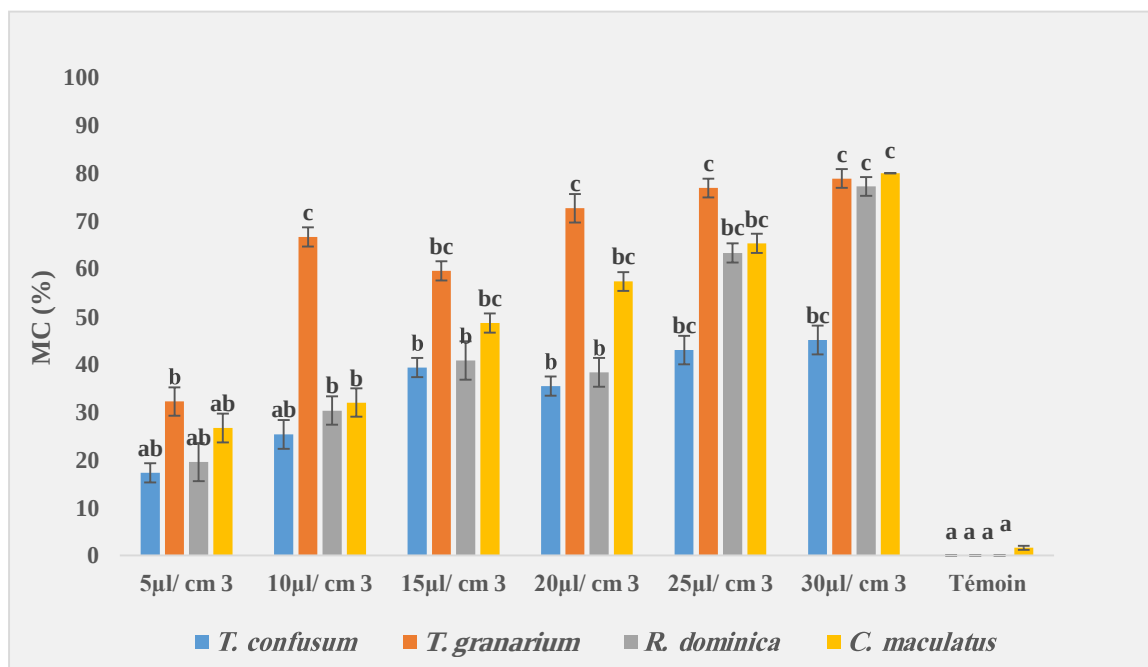


Figure 31 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de *S. aromaticum* en présence de substrat nutritif

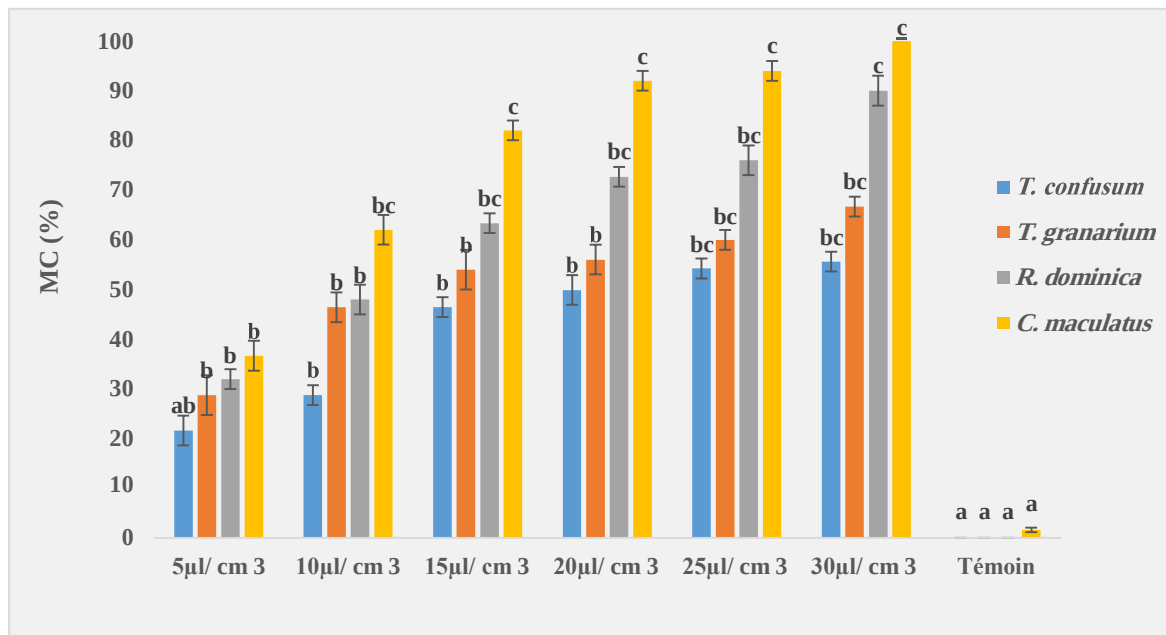


Figure 32 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de *M. pulegium* en présence de substrat nutritif

En outre, les figures 33 et 34 indiquent la mortalité révélée par les deux HE utilisées par fumigation en absence du substrat nutritif, ces dernières sont très élevées sur toutes les doses testées. En revanche une mortalité importante dès le premier jour d'exposition avec un taux dépassant les 30% a été observée pour tous les spécimens testés (Annexe 10).

Par ailleurs, un taux dépassant les 60% pour tous les adultes testés fut enregistré jusqu'à atteindre une mortalité totale signalée à la dose 25 et 30 µl/cm³ de l'HE de *M. pulegium*. En comparant l'HE de *S. aromaticum* qui a démontré une mortalité importante avec des taux de 83,76, 83,33, 88, 100% établi sur les adultes de *T. confusum*, *T. granarium*, *R. dominica* et *C. maculatus* à la dose 30 µl/cm³. Ces résultats montrent une différence significative ($P < 0.05$) entre la mortalité et les doses des deux HE expérimentées en fonction du temps.

De plus, le témoin a enregistré des taux de mortalité nuls concernant *R. dominica*, *T. confusum* et *T. granarium*, tandis qu'un taux de 2,12% de mortalité a été noté pour les adultes de *C. maculatus*.

L'ANOVA de l'effet des deux HE testées à l'égard des adultes de *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. confusum* et *T. granarium* permet de constater une différence significative ($P < 0.05$) entre les doses testées. Le test Tukey a permis d'identifier cinq groupes homogènes pour *S. aromaticum* et quatre groupes homogènes pour *M. pulegium*.

Le calcul des DL_{50} montre des corrélations entre le probit des taux de mortalité corrigée et le logarithme de la concentration (Annexe 11). Les DL_{50} des espèces étudiées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 25 : DL_{50} des HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes des espèces étudiées par fumigation en absence du substrat nutritif après 7 jours d'exposition

Poudre	Espèces	DL_{50} ($\mu\text{l}/\text{cm}^3$)
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Tribolium confusum</i>	2.09
	<i>Trogoderma granarium</i>	1.23
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	10.71
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	9.12
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Tribolium confusum</i>	2.95
	<i>Trogoderma granarium</i>	4.47
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	6.92
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	7.41

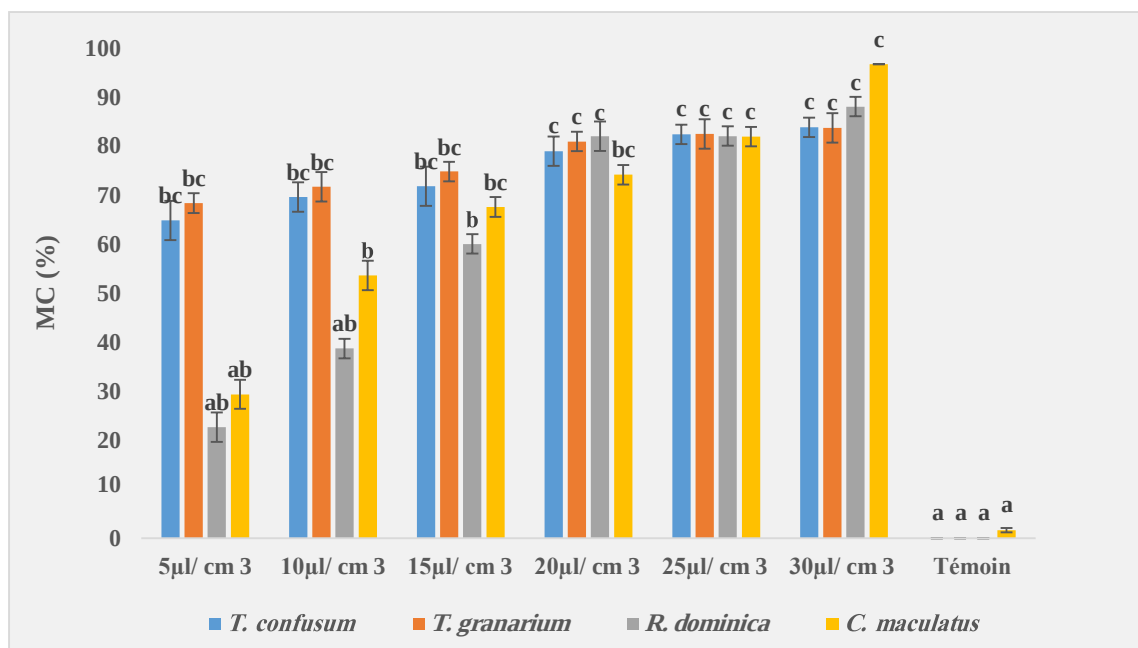


Figure 33 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de *S. aromaticum* en absence du substrat nutritif

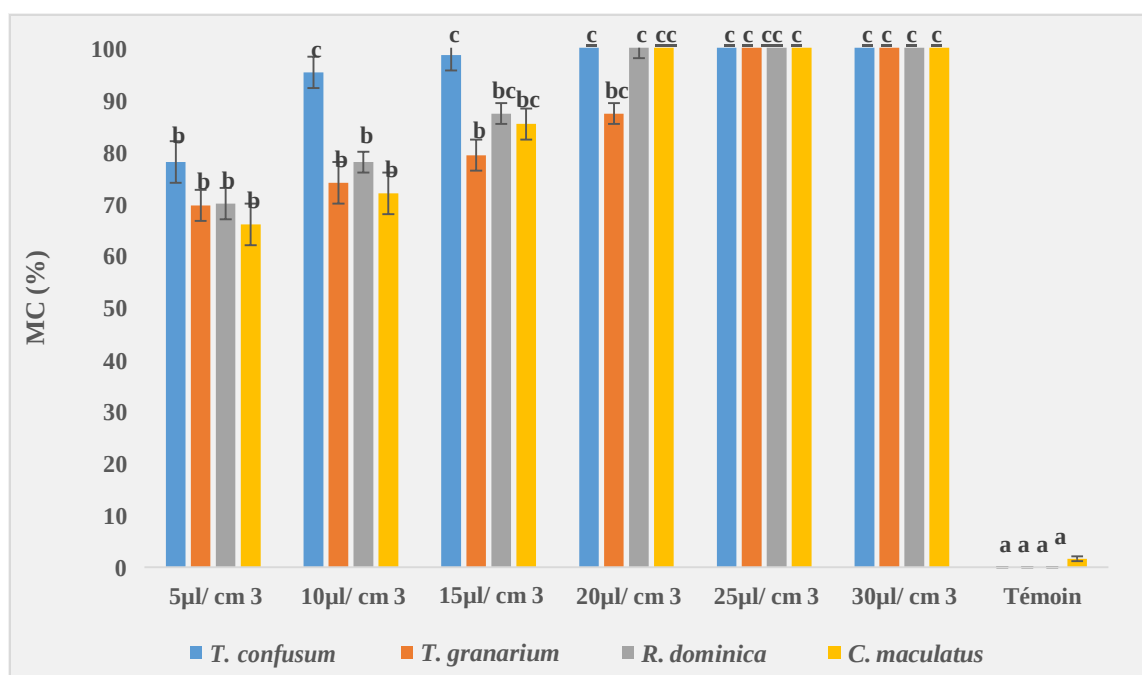


Figure 34 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de *M. pulegium* en absence du substrat nutritif

II.5.2.4. Effet répulsif de l'huile essentielle de *S. aromaticum* et *M. pulegium*

Les figures 35 et 36 représentent la répulsivité des adultes étudiés à l'égard des doses d'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium*.

Les différentes doses testées de l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* ont provoqué des taux de répulsion de 25 à 96% vis-à-vis des adultes des nuisibles examinés après deux heures de traitement. Selon le classement de Mc Donald (1970), pour tous les espèces étudiés, l'HE de *S. aromaticum* a montré un effet faiblement répulsif (Classe II) à la dose 5 µl/cm³. Puis, une répulsivité modérée (classe III) à la dose 10µl/cm³. Par ailleurs, l'HE de *M. pulegium* à la dose 5 et 10µl/cm³ montre une répulsivité faible (Classe II), la dose 15µl/cm³ fait partie de la classe III modérément répulsive, les doses 20 et 25µl/cm³ regroupées à la classe IV sont considérées comme répulsive. La dose 30µl/cm³ à un effet très répulsif (Classe V) mentionné pour les deux HE. Ces résultats étalent un effet significatif de la répulsivité des doses des HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* en fonction du temps d'exposition.

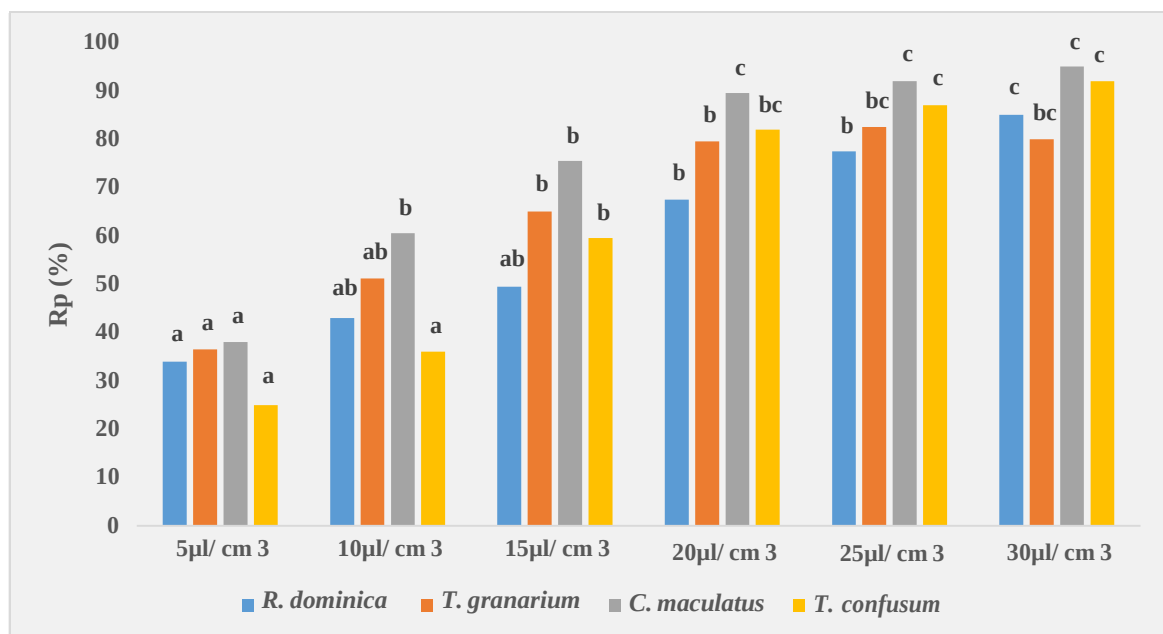


Figure 35 : Taux de répulsion d'HE de *S. aromaticum* à l'égard des adultes des espèces étudiées

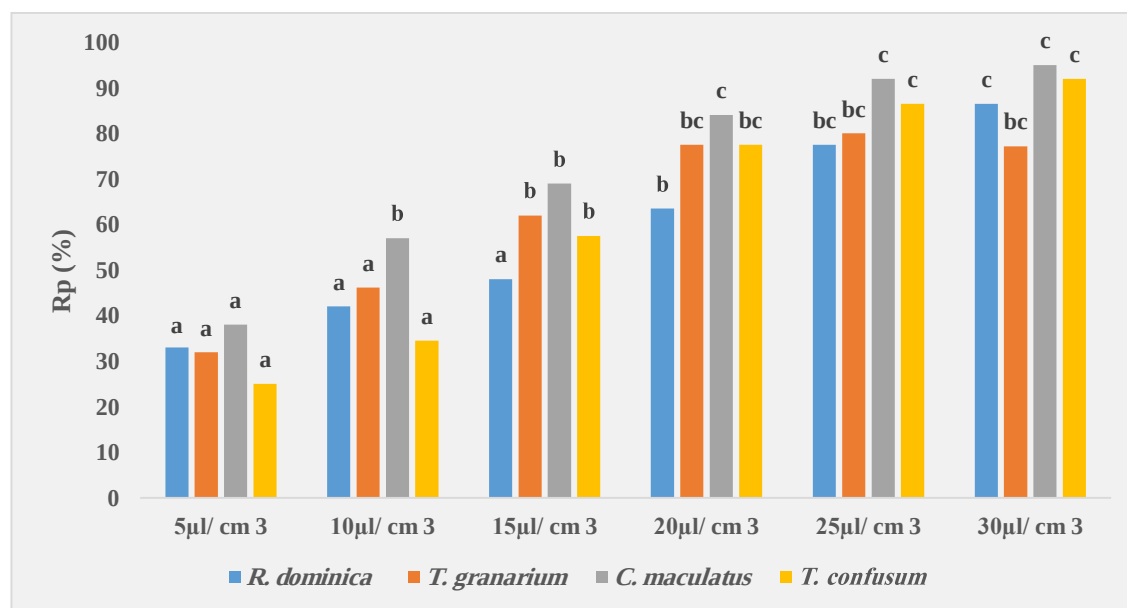


Figure 36: Taux de répulsion d'HE de *M. pulegium* à l'égard des adultes des espèces étudiées

Discussion

L'intérêt pour les biopesticides a augmenté en réponse au problème de l'impact des pesticides chimiques à large spectre sur l'environnement, la santé et l'apparition d'une résistance aux pesticides chimique (Regnaut, 2006). Plusieurs recherches récentes ont été basées sur l'effet des huiles essentielles des plantes aromatiques contre les insectes nuisibles de blé et pois chiche stockés.

Les huiles essentielles ont récemment fait l'objet d'une grande attention en raison de leurs multiples fonctions en tant qu'agents antimicrobiens, antifongiques, anti-tumoraux et insecticides (De Souza *et al.*, 2005). Les huiles essentielles de plantes appartenant aux familles des Asteraceae, Ranunculaceae, Myrtaceae, Brassicaceae, Apiaceae, Piperaceae, Lamiaceae, Lauraceae et Verbenaceae ont démontré une répulsion contre les insectes de l'ordre des coléoptères (Nerio *et al.*, 2009).

Les huiles essentielles sont volatiles et peuvent agir comme des fumigants, ce qui offre la possibilité de les utiliser pour la protection des produits stockés (Lee *et al.*, 2001), comme insecticides de contact (Tapondjou *et al.*, 2002) et comme agents répulsifs (Kim *et al.*, 2003, Park *et al.*, 2003, García *et al.*, 2005, Arezoo *et al.*, 2019).

A travers les tests effectués, on estime que *S. aromaticum* se distingue parmi les espèces végétales produisant des huiles essentielles ayant un potentiel insecticide pour la lutte contre les parasites de stockage. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Paranhos *et al.* (2006) ; Correa (2011) ; Afonso *et al.* (2012) ; Jairoce *et al.* (2016) ; El-Gizawyet *al.*(2018) ; Elmahdyet *al.* (2018) ; Kim *et al.* (2019) ; Ikawat *et al.* (2020) ; Matos *et al.* (2020) ; Ramlal *et al.* (2020).

De nombreux chercheurs ont mis en valeur l'activité larvicide de certains extraits végétaux et huiles essentielles contre de nombreux insectes céréaliers stockés (Abdel Fattah & Al Ghamdi, 2005 ; Kim *et al.*, 2012 ; Madkour *et al.*, 2013 ; Karso & Al Mallah, 2014 ; Fatehia, 2015 ; Gharsan 2019).

Par ailleurs, nos résultats de l'effet toxique de l'huile essentielle de *S. aromaticum* contre les adultes des coléoptères testés par contact ont indiqué une toxicité qui a augmenté en fonction des concentrations et de la durée d'exposition. Ces données sont confirmées par les travaux de recherche de Kim *et al.* (2003), qui ont démontré que les effets toxiques des huiles essentielles dépendaient du ravageur, de l'essence testée et de la durée d'exposition. En outre, il serait liée à la composition chimique, qui à son tour dépend de la source, de la saison, des

conditions écologiques, de la méthode d'extraction, du temps d'extraction et de la partie de la plante utilisée (Ketoh, 1998 ; Keita *et al.*, 2001 ; Sung *et al.*, 2001).

Une corrélation positive est observée entre le taux de mortalité et la concentration utilisée ; où on a enregistré un taux variant entre 80 et 100% pour les doses de 5 à 30 μ l/cm³. Ces résultats similaires à ceux obtenus par Lale (1991), Zidan *et al.* (1993) et Wuttiwong *et al.* (2019) notant que l'huile essentielle de *S. aromaticum* a manifesté une activité insecticide par contact vis-à-vis de *R. dominica* et *C. maculatus* marquant une toxicité de 90 à 100% à la dose de 30 μ l/ml.

De même, Kellouche et Soltani (2004) ont montré que l'huile essentielle des clous de girofle réduisait fortement la longévité de *C. maculatus* ; et qu'une dose allant de 4 à 5 μ l/g était suffisante pour obtenir une mortalité totale, en trois jours d'exposition.

Ahmed (2010), Abo-El-Saad *et al.* (2011) et Boraie (2016) ont montré que l'huile de *S. aromaticum* possède des effets potentiels contre les adultes *C. maculatus*, *S. oryzae*, *S. paniceum*, *T. castaneum* et les adultes et les larves de *T. granarium* comme fumigant ou agent répulsif contre les insectes ravageurs des produits stockés. Ces résultats sont en accord avec nos résultats.

L'effet fumigant de l'HE *S. aromaticum* contre *T. confusum* a mentionné une faible sensibilité avec un taux maximum de mortalité de 45% à la dose 30 μ l/cm³. Ces résultats sont confirmés avec ceux de Tapondjou *et al.* (2004) et Amrani (2018) qui ont signalé que l'huile essentielle de *S. aromaticum* possède une très faible toxicité à l'égard de *T. confusum* par inhalation en raison d'un taux de mortalité moyen voire nulle dans plusieurs répétition, à certaines doses et sur quelques périodes. Par contre, une efficacité de l'huile essentielle de *S. aromaticum* par contact directe de *T. confusum* a été constatée montrant un taux de mortalité de 100%. L'efficacité des huiles essentielles sur *T. confusum* dépend de la composition brute de l'huile et de la sensibilité de l'insecte.

A travers notre étude une activité répulsive de l'HE *S. aromaticum* a été signalée contre les espèces étudiées avec un taux de 60 à 90% noté à la dose 20 μ l/cm³. Des résultats similaires ont été mentionnés par Zeng *et al.* (2010), où le pouvoir répulsif et la toxicité de l'huile essentielle de *S. aromaticum* et de ses deux principaux composants chimiques : 2-méthoxy-4-(2-propényle)-phénol (D5) et trans-caryophyllène (D6) sur *R. dominica*, *S. oryzae* et *T. castaneum* fut testé. Ils démontrent que D5 avait une répulsion la plus élevée sur les 3

espèces de ravageurs testées, avec des taux moyens dépassant les 92%, ce qui correspondait au principal composant ayant une activité répulsive.

De son côté Zeng *et al.* (2010) ont mentionné que l'huile de girofle à une activité répulsive et toxique sur les trois principales espèces d'insectes ravageurs des céréales stockées, à savoir : *R. dominica*, *S. oryzae* et *T. castaneum* avec une mortalité de 80% signalée pour *R. dominica*.

De même, sur la base des résultats de Ngoh *et al.* (1998), Huang *et al.* (2002), Trongtokit *et al.* (2005), Zapata *et al.* (2010) et Abo-El-Saad *et al.* (2011) déduisant que la forte activité répulsive de l'huile *S. aromaticum* pourrait être due à l'eugénol, le principal constituant de l'huile (48,92%), qui s'est révélé être un puissant répulsif contre de nombreux parasites.

M. pulegium et ses HE sont utilisées dans divers usages traditionnels, y compris dans la lutte contre les déprédateurs des denrées stockées (George *et al.*, 2009, Bourarach *et al.*, 2011 ; Cristos *et al.*, 2014 ; Cheraghi Niroumand *et al.*, 2016 ; Bouyahya *et al.*, 2017 ; Domingues & Santos, 2019).

Après traitement de contact par l'huile essentielle de *M. pulegium* on a noté une mortalité totale pour les doses 15 à 30 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$ pour les adultes de *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. confusum* et *T. granarium*. Des données similaires ont été relevées avec les travaux de Benayad *et al.* (2008), Abdelli *et al.* (2016), Sahari (2018) montrant que d'huile de *M. pulegium* a tué tous les individus de *S. oryzae*, *S. granarius* et *T. confusum* aux doses de 5 à 20 $\mu\text{l}/\text{ml}$.

Les résultats obtenus ont montré que l'huile de *M. pulegium* avait un effet insecticide fumigant contre les coléoptères testés. Ces résultats sont confirmés par Kumar *et al.* (2011) qui ont montré que l'huile de *M. pulegium* avait une action fumigante contre plusieurs ravageurs de stockage largement étudiés.

De plus, nos résultats montrent que l'effet fumigant de l'HE de *M. pulegium* a donné une très forte efficacité en absence de l'élément nutritif. Ces résultats sont certifiés par ceux mentionnés par Ncibi (2020) qui montre que l'HE de *M. pulegium* a un effet fumigant plus efficace contre les adultes de *R. dominica*, avec une mortalité totale à la dose 23,58 $\mu\text{l}/\text{l}$ air en absence de substrats nutritifs et seulement 80,71% de mortalité en présence substrats nutritifs 3537,73 $\mu\text{l}/\text{l}$ air.

De même, Karahacane (2015) a signalé que l'HE *M. pulegium* a une propriété insecticides contre *T. castaneum* et provoque une mortalité entre 86 et 100% par inhalation à la dose 50µL/l'air. Zekri *et al.* (2013) révèlent que la fumigation de l'huile essentielle de *M. pulegium* a un effet insecticide contre *S. oryzae* provoquant une mortalité de 100% après quatre jours de traitement à une concentration de 2 µl/ L.

II.5.3. Extrait hydrométhanolique

II.5.3.1. Rendement de l'extrait hydro-méthanolique des plantes étudiées

Dans cette étude, le rendement de l'extrait hydro-méthanolique de *S. aromaticum* et de *M. pulegium* obtenu après évaporation a été déterminé par rapport à la matière végétale (les clous secs et broyés). Le poids de l'extrait méthanolique est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation) et le poids du ballon vide, ce qui nous a permis l'obtention d'un poids net de 40.35g (8%) et 53.61g (11%) pour *S. aromaticum* et de *M. pulegium* respectivement.

II.5.3.2. Toxicité de l'extrait hydrométhanolique par contact

A cours de cette étude, il nous a été permis d'étudier les effet insecticides des extraits de clous de girofle et de la menthe pouliot sur les adultes testés. Des taux de mortalité inférieurs de 35% ont été notés sur les deux extraits testés pour toutes les espèces étudiées (Annexe 12).

Les résultats montrent que la mortalité maximale obtenue par contact est enregistrée pour l'extrait de *S. aromaticum* avec des taux de 95.52, 69.55, 62.12 et 51.58% respectivement sur les adultes de *C. maculatus*, *R. dominica*, *T. confusum* et *T. granarium*, ceci après sept jours de traitement ; et de 88, 65.75, 62.48 et 50.18% notés pour l'extrait de *M. pulegium* sur les adultes de *C. maculatus*, *T. confusum*, *R. dominica* et *T. granarium* respectivement (Fig. 37 et 38).

Par ailleurs, le témoin a enregistré des taux de mortalité nuls concernant *R. dominica*, *T. confusum* et *T. granarium* et de 1,62% notés sur les adultes de *C. maculatus*.

L'ANOVA de l'effet des deux extraits testés à l'égard des adultes de *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. confusum* et *T. granarium* permet de constater une différence significative ($P < 0.05$) entre les doses testées. Le test Tukey a permis d'identifier quatre groupes homogènes pour *S. aromaticum* et cinq groupes homogènes pour *M. pulegium*.

Le calcul des DL_{50} montre des corrélations entre le probit des taux de mortalité corrigés et le logarithme de la concentration (Annexe 13). Les DL_{50} des espèces étudiées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 26 : DL_{50} des extraits hydrométhanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes des espèces étudiées par contact après 7 jours d'exposition

Poudre	Espèces	DL_{50} (g/100ml)
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Tribolium confusum</i>	4.90
	<i>Trogoderma granarium</i>	25.12
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	3.63
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	3.02
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Tribolium confusum</i>	7.08
	<i>Trogoderma granarium</i>	13.80
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	6.03
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	3.47

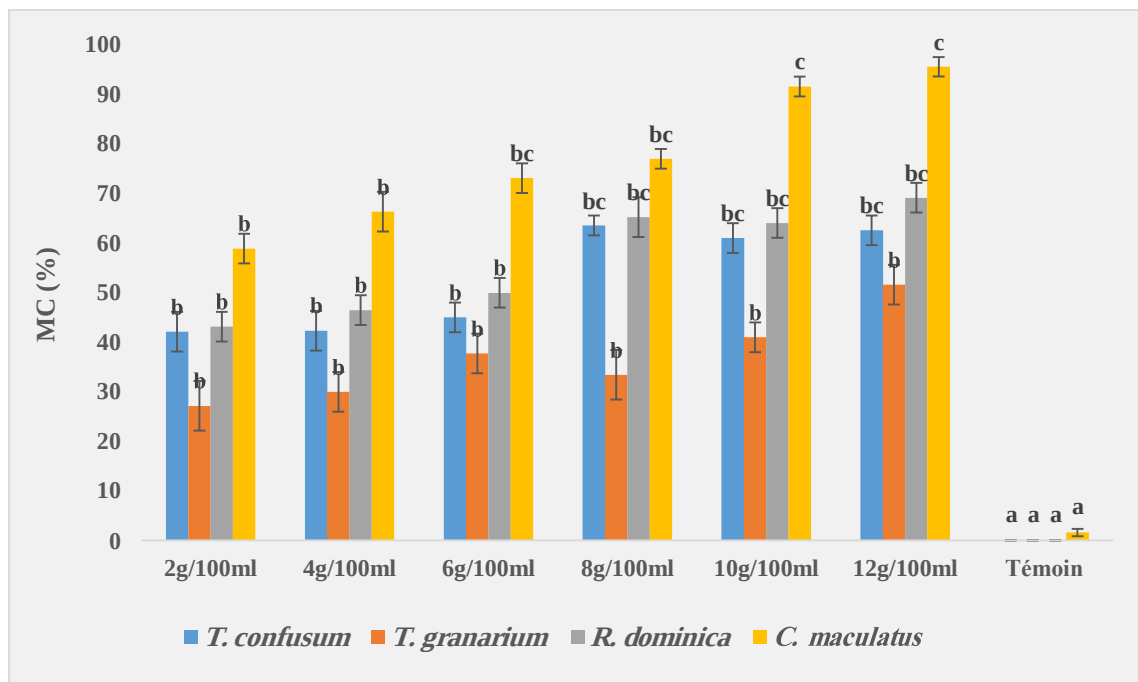


Figure 37: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de l'extrait hydrométhanolique de *S. aromaticum*

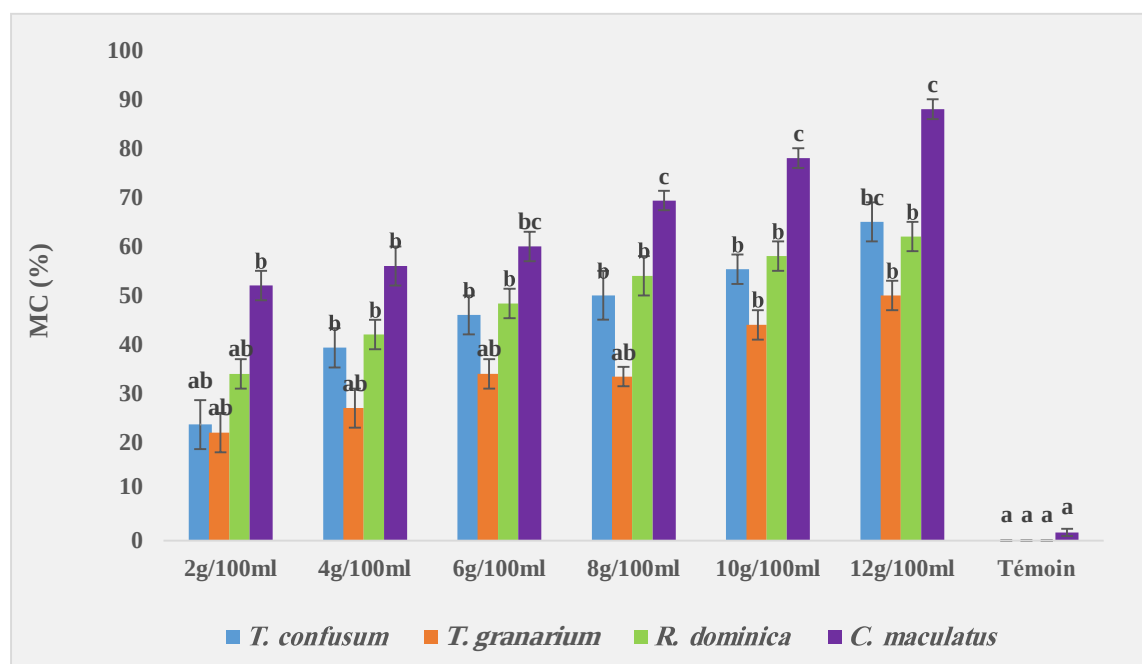


Figure 38 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de l'extrait hydrométhanolique de *M. pulegium*

II.5.3.3. Toxicité de l'extrait hydrométhanolique par fumigation

Les figures 39 et 40 représentent la toxicité des extraits hydrométhanolique par fumigation sur les adultes des coléoptères testés en présence de blé et pois chiche comme un élément nutritif.

En effet, une mortalité très faible fut enregistrée dès le premier jour de traitement avec un taux ne dépassant pas les 40% pour tous les adultes testés (Annexe 14). On remarque que

l'extrait de *S. aromaticum* et *M. pulegium* ont montré un effet moindre sur les adultes de *R. dominica*, *T. confusum*, *C. maculatus* et *T. granarium* avec un taux de mortalité ne dépassant pas les 60% après sept jours de traitement.

Par ailleurs, le témoin a enregistré des taux de mortalité nuls concernant *R. dominica*, *T. confusum* et *T. granarium*, alors qu'un taux de 2,12% a été noté sur les adultes de *C. maculatus*.

L'ANOVA de l'effet des deux extraits testés à l'égard des adultes de *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. confusum* et *T. granarium* permet de constater une différence significative ($P < 0.05$) entre les doses testées. Le test Tukey a permis d'identifier quatre groupes homogènes pour *S. aromaticum* et cinq groupes homogènes pour *M. pulegium*.

Le calcul des DL_{50} montre des corrélations entre le probit des taux de mortalité corrigée et le logarithme de la concentration (Annexe 15). Les DL_{50} des espèces étudiées sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 27 : DL_{50} des extraits hydrométhanoliques de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes des espèces étudiées par fumigation en présence d'élément nutritif après 7 jours d'exposition

Poudre	Espèces	DL_{50} (g/100ml)
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Tribolium confusum</i>	19.95
	<i>Trogoderma granarium</i>	12.59
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	9.33
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	11.22
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Tribolium confusum</i>	25.11
	<i>Trogoderma granarium</i>	15.84
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	11.48
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	12.02

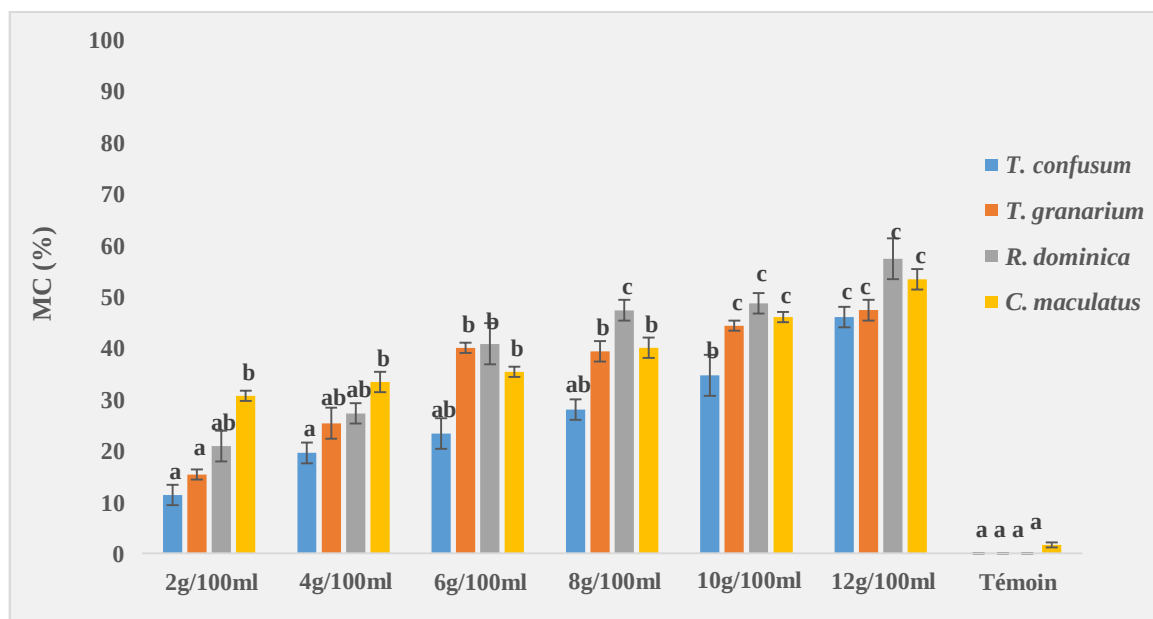


Figure 39 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydrométhanolique de *S. aromaticum* en présence d'élément nutritif

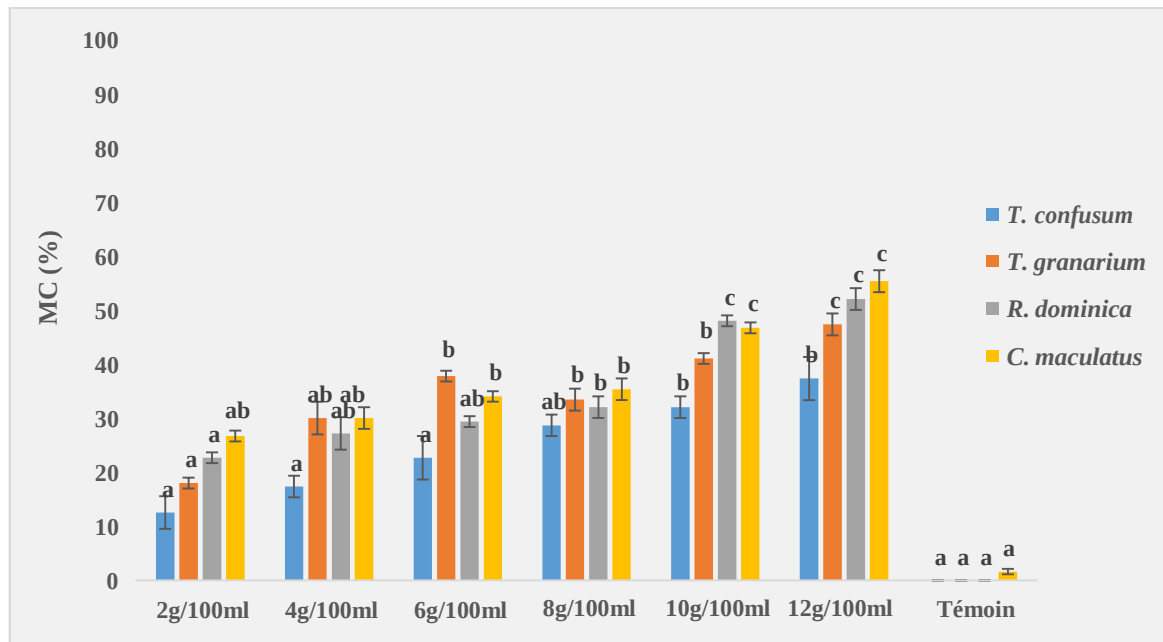


Figure 40: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydrométhanolique de *M. pulegium* en présence d'élément nutritif

D'autre part, une mortalité importante a été observée après le premier jour de traitement où on a enregistré un taux dépassant les 20% pour tous les adultes examinés en absence de l'élément nutritif (Annexe 16).

Une mortalité très élevée fut enregistrée sur tous les insectes testés, qui a dépassé les 60% après l'exposition à l'extrait de *S. aromaticum* ; puis un taux de mortalité important allant de 50 à 73% signalé pour l'extrait de *M. pulegium* pour tous les spécimens étudiés en absence de l'élément nutritif. Ces résultats montrent un effet significatif qui varie ($P < 0.05$) en fonction de la mortalité due à l'effet des doses et le temps d'application (Fig. 41 et 42).

Le calcul des DL_{50} montre des corrélations entre le probit des taux de mortalité corrigée et le logarithme de la concentration (Annexe 17). Les DL_{50} des espèces étudiées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 28 : DL₅₀ des extraits hydrométhanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* contre les adultes des espèces étudiées par fumigation en absence de l'élément nutritif après 7 jours d'exposition

Poudre	Espèces	DL ₅₀ (g/100ml)
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Tribolium confusum</i>	8.71
	<i>Trogoderma granarium</i>	7.08
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	6.92
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	6.16
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Tribolium confusum</i>	10.96
	<i>Trogoderma granarium</i>	12.58
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	6.76
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	6.02

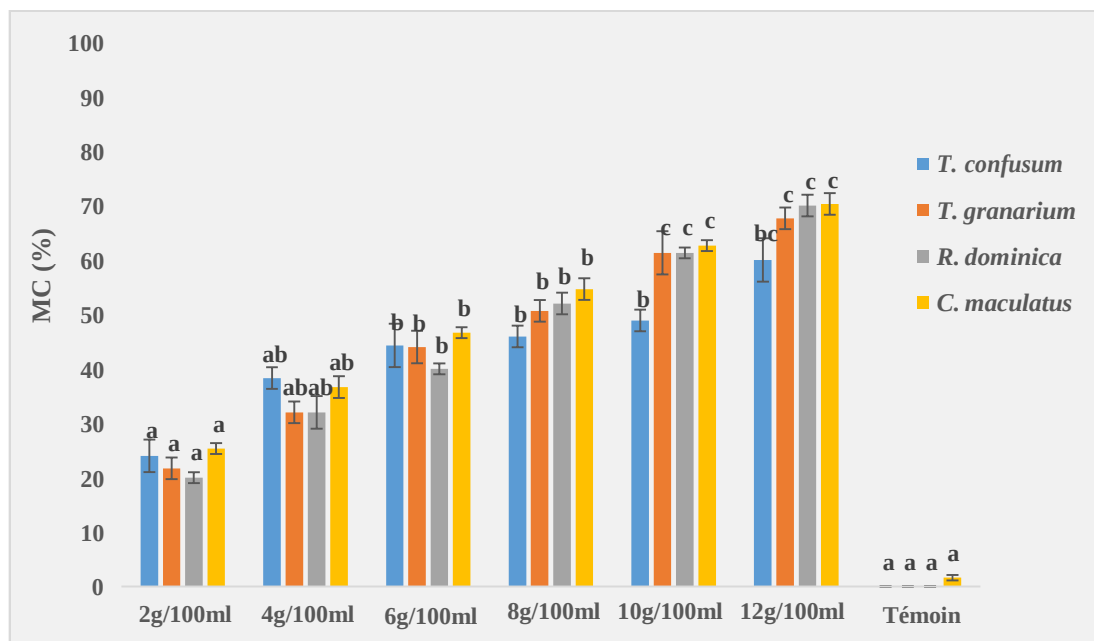


Figure 41 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydrométhanolique de *S. aromaticum* en absence de l'élément nutritif

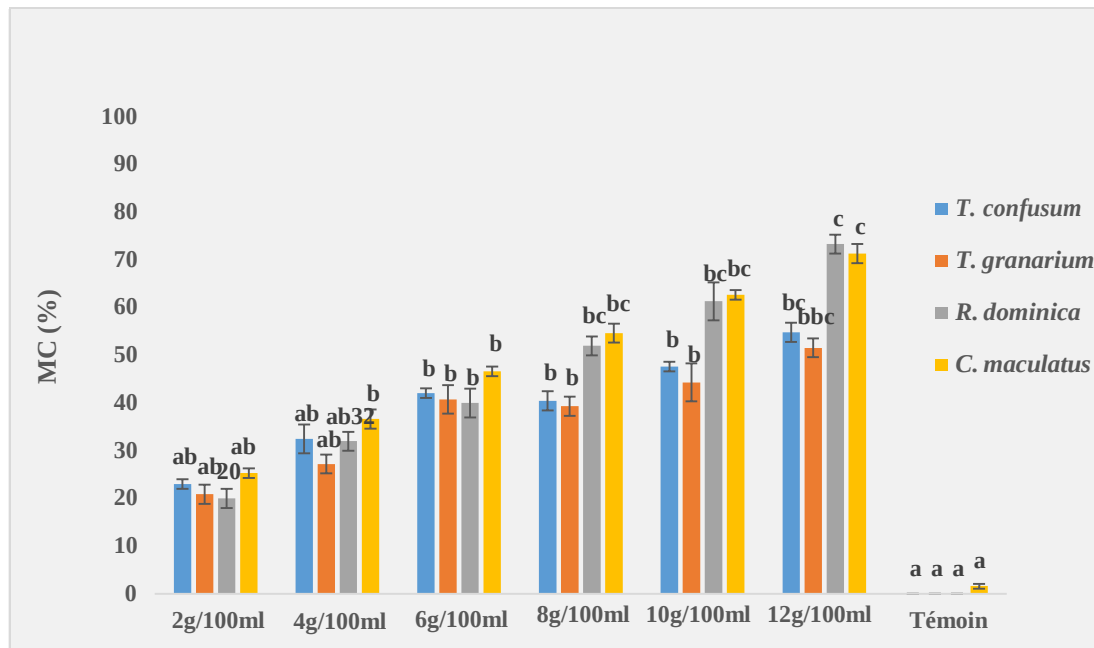


Figure 42 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydrométhanolique de *M. pulegium* en absence de l'élément nutritif

II.5.3.4. Effet répulsif de l'extrait hydrométhanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium*

Les figures 43 et 44 représentent la répulsivité des adultes étudiées à l'égard de l'extrait hydrométhanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium*.

Lors de cet essai, il nous a été permis de constater que les différentes doses testées de l'extrait de *S. aromaticum* ont noté des taux très faiblement répulsif qui ont été inférieurs à 20% vis-à-vis des adultes de *T. confusum*. Avec le même extrait, un taux de mortalité dépassant les 60% enregistrés sur les adultes de *R. dominica* et *C. maculatus*, ces derniers appartiennent à la classe IV indiquant son état répulsif. Encore, les adultes de *T. granarium* ont noté des taux de répulsion de l'ordre de 55.87 placé dans la classe III connue comme modérément répulsive.

Par ailleurs, Les différentes doses testées de l'extrait de *M. pulegium* ont provoqué des taux de répulsion de 16 à 66% vis-à-vis des adultes examinés après deux heures de traitement. Selon le classement de Mc Donald, toutes les espèces étudiées ont montré un effet faiblement répulsif (Classe II) avec la dose 2 g/ml. Par ailleurs, à la dose 12 g/ml on a noté une répulsivité de toutes les espèces regroupées à la classe IV qui ont montré une répulsivité sauf

pour les adultes de *T. confusum* qui ont été classés comme faiblement répulsifs (Classe II). Ces résultats signalent un effet significatif ($P < 0.05$) de la répulsivité des doses de l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* en fonction du temps d'exposition.

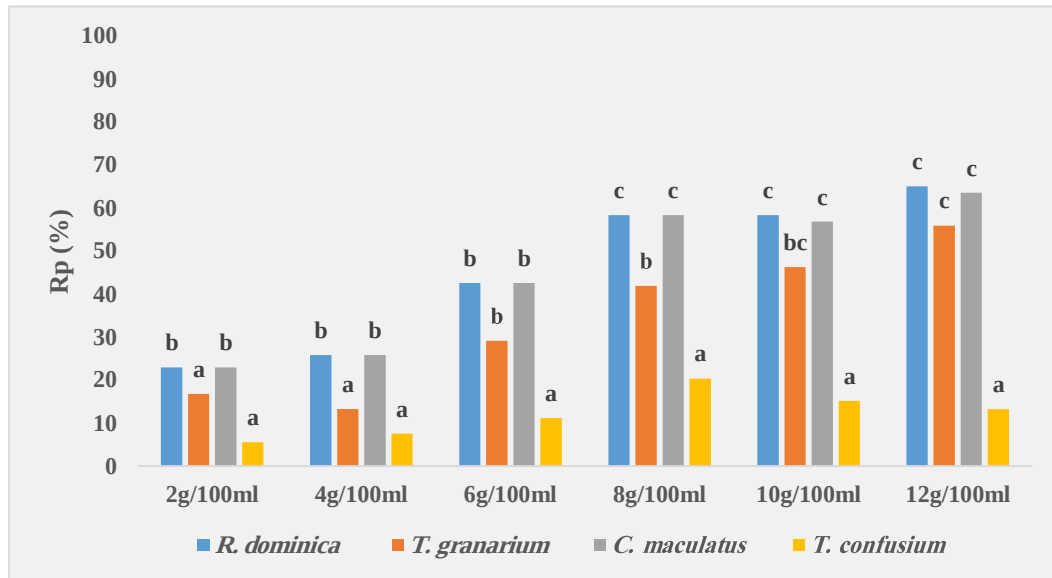


Figure 43 : Taux de répulsion de l'extrait hydrométhanolique de *S. aromaticum* à l'égard des adultes des espèces étudiées

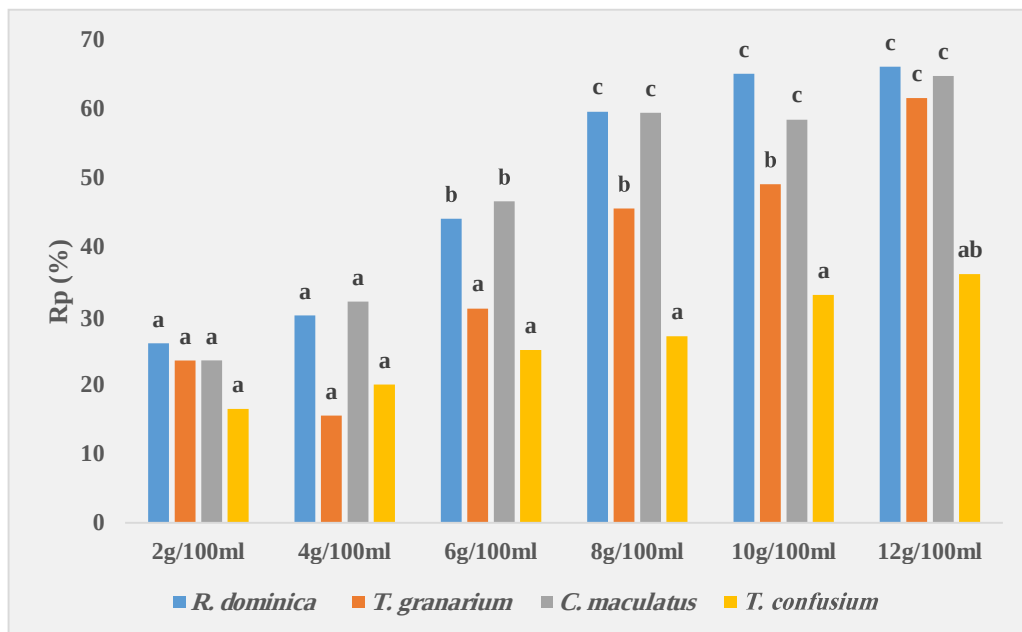


Figure 44 : Taux de répulsion de l'extrait hydrométhanolique de *M. pulegium* à l'égard des adultes des espèces étudiées

Discussion

De nombreux chercheurs ont mis en valeur l'activité larvicide de certains extraits végétaux et huiles essentielles contre de nombreux insectes céréaliers stockés (Abdel Fattah & Al Ghamdi, 2005 ; Kim *et al.*, 2012 ; Madkour *et al.*, 2013 ; Karso, & Al Mallah, 2014).

Les résultats obtenus montrent un effet insecticide des extraits de *S. aromaticum* et *M. pulegium* à l'égard des adultes testés, ce qui tend vers ceux obtenus par Regnault *et al.* (1995), Obeng-Ofuri et Reichmuth (1997) et Karahacane (2015) signalant une activité insecticide des extraits de *S. aromaticum* et *M. pulegium*, testés sur *S. granarius*, *S. oryzae*, *C. maculatus*, *S. zeamais*, *T. castaneum* et *P. truncatus*, dont ont été confirmé les extraits des clous de girofle et la menthe pouliot comme bioinsecticide utilisable dans la protection des stocks de grains.

II.5.4. Pouvoir germinatif des grains traités par les extraits botaniques

II.5.4.1. Poudre

La figure ci-dessous représente les taux de germination des grains testés traités par les poudres de *S. aromaticum* et de *M. pulegium*. Les résultats ont été observés après sept jours.

On distingue que les grains traités par la poudre de *S. aromaticum* ont démontré un pouvoir de germination important avec un taux maximum de 86% sur les grains de blé dans les lots de *R. dominica* traités à la dose 0.25g/100g ; et de 88% sur les grains de pois chiche dans les lots de *C. maculatus* (Fig. 45).

Les grains traités par la poudre de *M. pulegium* ont signalé une germination atteignant un maximum de 84% à la dose 0.25g/100g sur les grains de blé et pois chiche testés (Fig. 46).

Concernant le témoin un taux de germination moindre ne dépassant pas les 58% a été observé sur les grains testés.

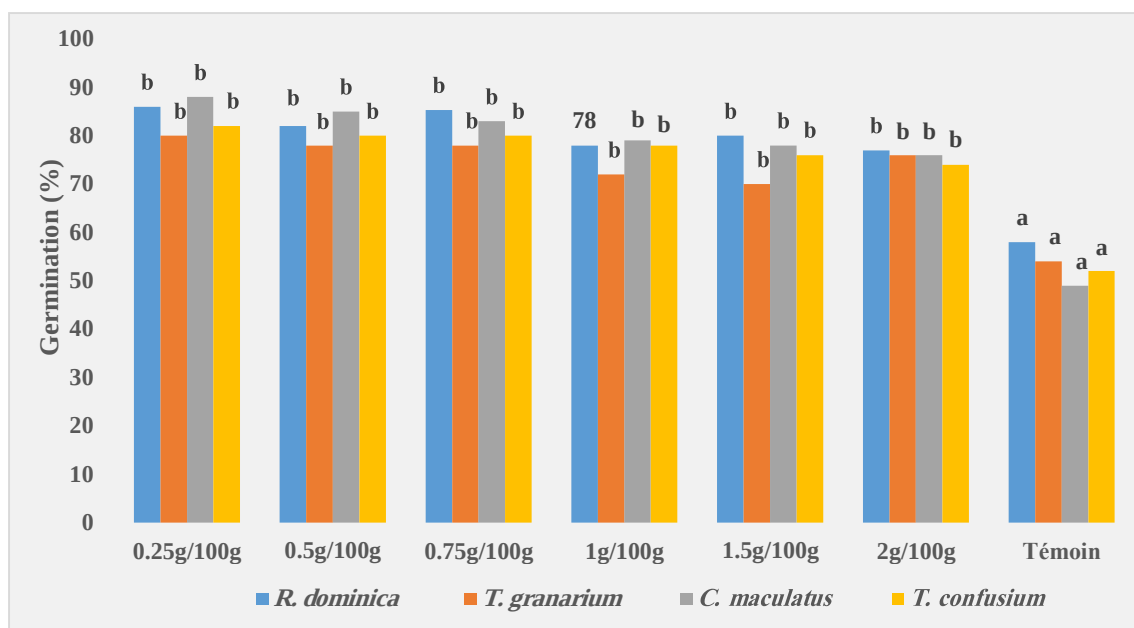


Figure 45 : Taux de germination des grains testés traités par la poudre de *S. aromaticum*

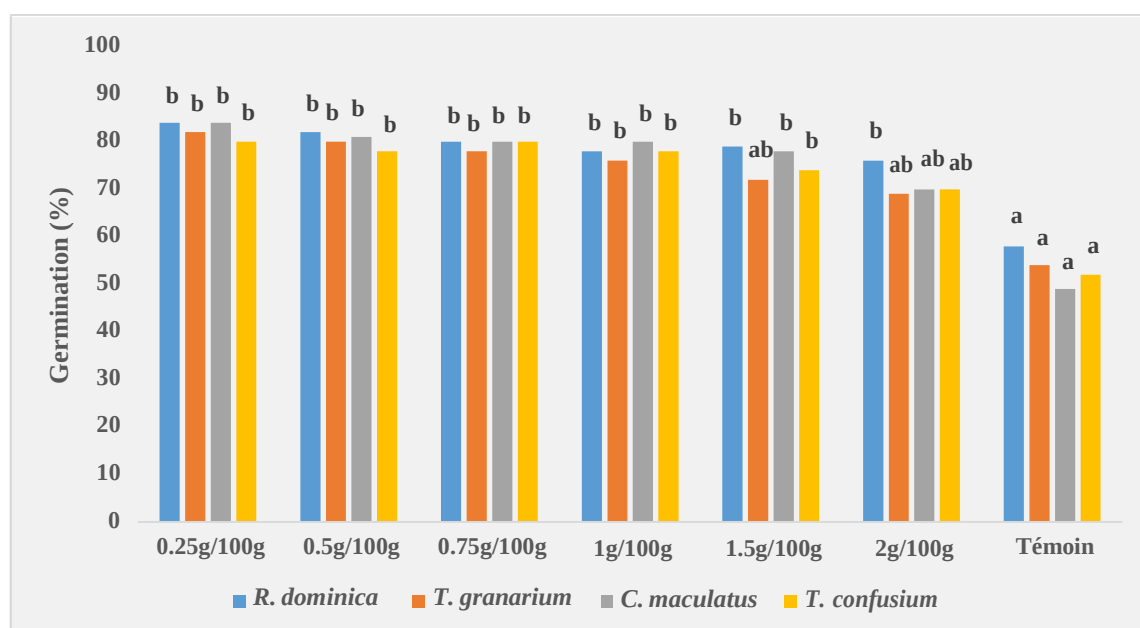


Figure 46 : Taux de germination des grains testés traités par la poudre de *M. pulegium*

II.5.4.2. Huile essentielle et l'extrait hydrométhanolique

Les résultats concernant l'effet de l'extrait hydrométhanolique et l'huile essentielle de *S. aromaticum* sur le pouvoir germinatif du blé sont consignés dans les figures 47, 48, 49 et 50.

Les relevés notés pour ce test ont mis en exergue l'impact des doses des produits bioactifs sur le taux de germination du blé et pois chiche. En effet, l'augmentation de la dose a provoqué la diminution du taux germinatif.

Pour l'HE, les résultats ont montré une baisse dans les taux de germination en fonction des doses testées. En effet, des taux de germination ne dépassant pas les 68% furent enregistrés à la dose 30 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$ pour les deux huiles testées.

De même pour l'extrait, les résultats ont révélé des taux maximum de germination de l'ordre de 68 et 60% à la dose 12g/100ml respectivement pour l'extrait de *S. aromaticum* et de *M. pulegium*.

On estime que l'influence de l'extrait sur les grains testés a été très forte par rapport à l'HE des deux plantes étudiées. On conclut pour cet essai que l'inhibition de la germination augmente significativement en fonction des doses utilisées.

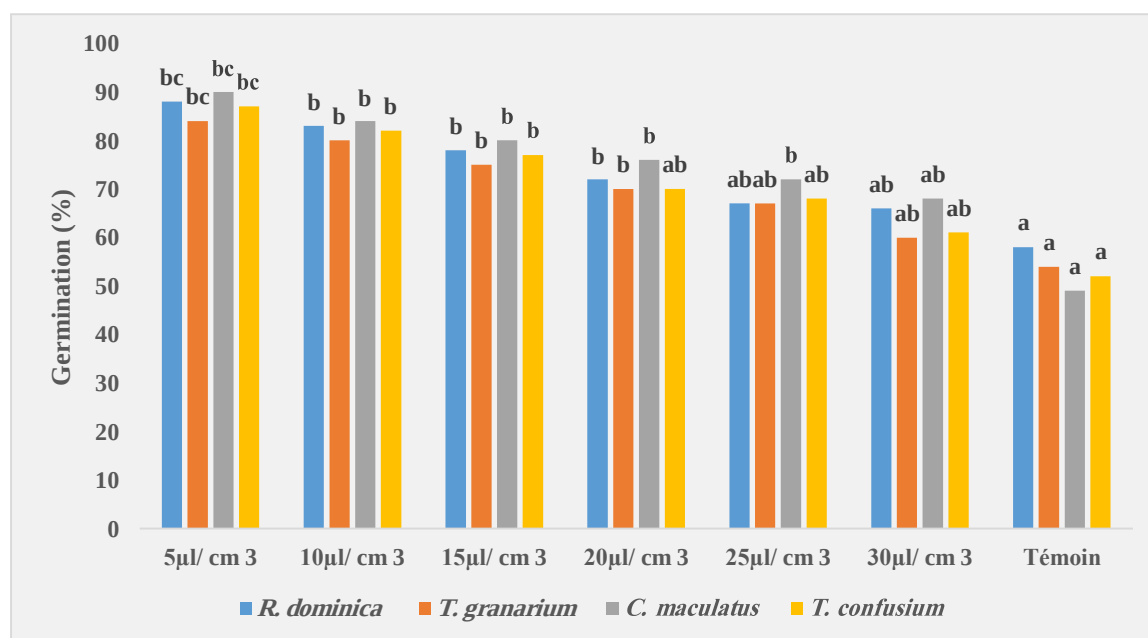


Figure 50 : Taux de germination des grains testés traités par l'HE de *S. aromaticum*

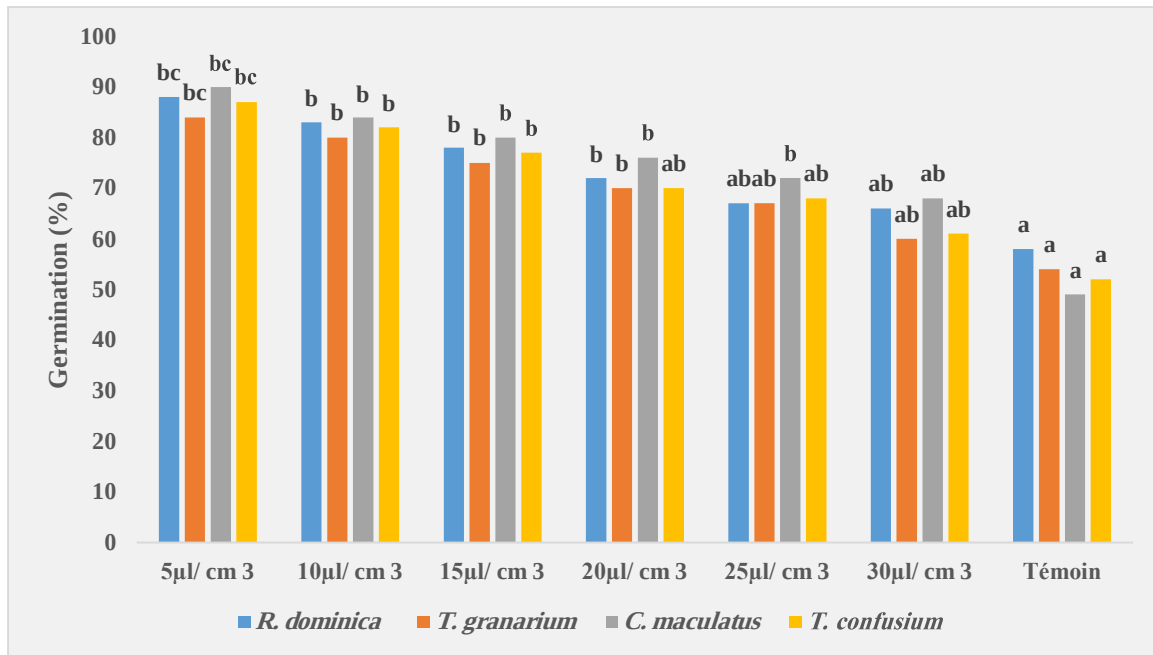


Figure 51 :Taux de germination des grains testés traités par l'HE de *M. pulegium*

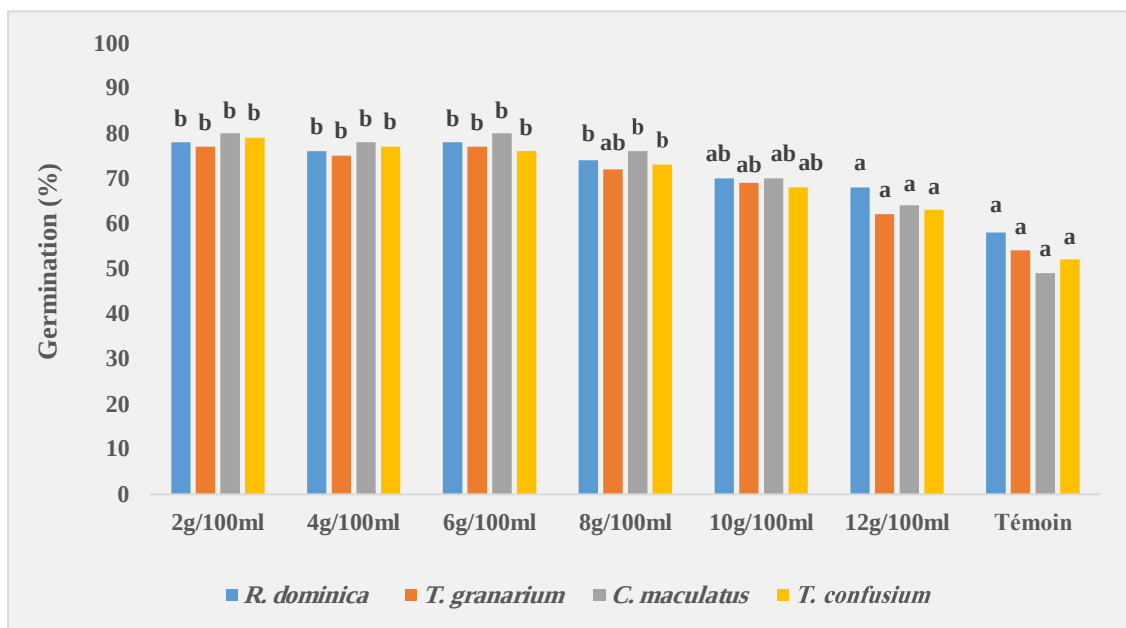
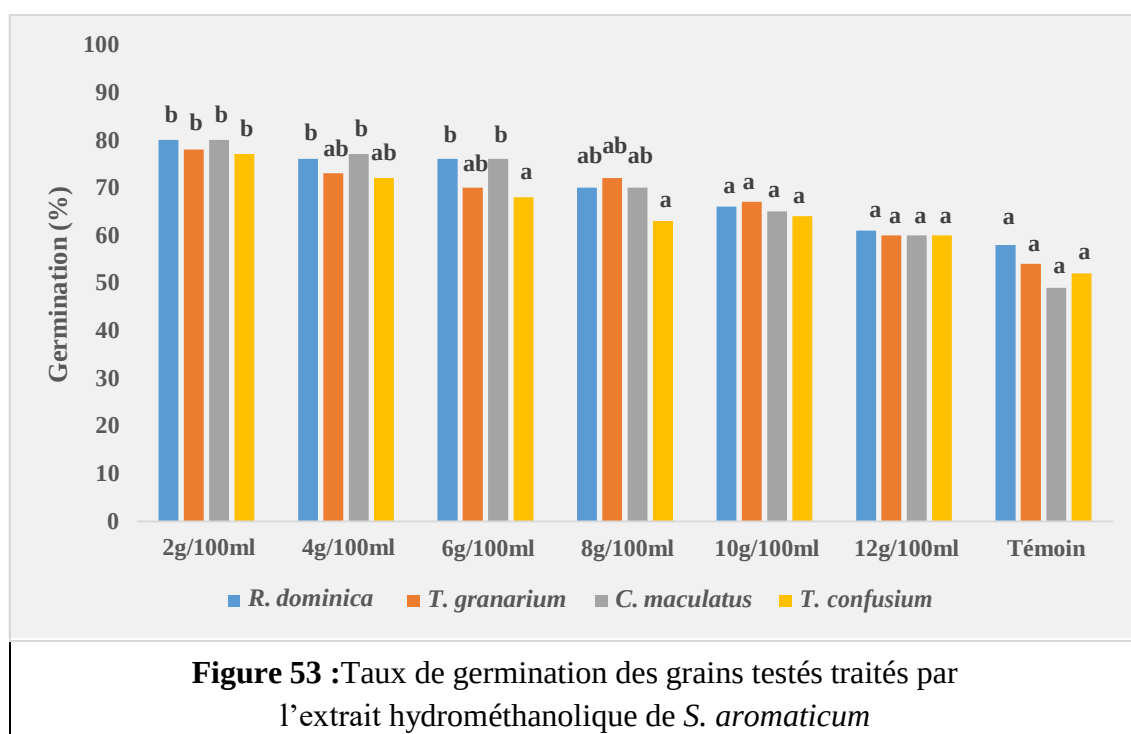


Figure 52 :Taux de germination des grains testés traités par l'extrait hydrométhanolique de *S. aromaticum*



Discussion

Les substances produites par les végétaux agissent face aux phytophages de manières très diversifiées. Elles peuvent être repoussantes, toxiques ou encore indigestes. Elles peuvent aussi être mortelles. A cet effet, elles peuvent constituer une solution alternative de lutte. Leurs propriétés et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires à venir (Chiasson et Beloin, 2007).

Par rapport au contrôle, la poudre essayée (*S. aromaticum* et *M. pulegium*) n'a pas eu d'effet négatif sur la germination des grains de blé et pois chiche. Il s'agit d'un résultat important, qui permet d'ouvrir des perspectives dans la protection des grains vis-à-vis des insectes pendant plusieurs mois avant le semis. Ce résultat indique qu'un test de contact et de fumigation ayant une toxicité significative pour la germination des grains peuvent être utilisés sur les céréales et légumineuses stockées sans risque. Dans le même contexte, Oparaeke et Daria (2005) ont constaté que les grains de niébé traités avec *S. aromaticum* ont germé à un taux de 86,67 %, tandis que le témoin a germé à un taux de 43,33 %.

Nos résultats stipulent que l'extrait hydro-méthanolique et l'huile essentielle de *S. aromaticum* ont des effets sur le pouvoir de la germination, ces derniers augmentent avec l'augmentation des doses appliquées ; ce résultat est en accord avec les résultats de Fatehia

(2015), qui a affirmé que le pourcentage de dommages au grain de blé et de germination diminuait avec l'augmentation des concentrations.

A travers les résultats obtenus du test de germination des grains du blé, on peut dire que l'extrait hydro-méthanolique et l'huile essentielle de *S. aromaticum* ont impacté négativement le pouvoir germinatif du blé, puisque nous avons constaté une chute du taux de germination avec l'augmentation des doses appliquées ; ces résultats convergent vers ceux obtenus par Gharsan (2019). Les résultats indiqués nous permettent également de constater que l'extrait hydro-méthanolique a un effet inhibiteur plus important sur la germination des grains de blé par rapport à l'huile essentielle.

Dans le même contexte, une étude réalisée par Sehari (2018) a révélée après 4 jours de suivi, un taux de germination de 60%. Comparativement à nos résultats, on constate qu'il existe une différence claire entre ces derniers et les nôtres, mettant l'accent sur l'importante toxicité de notre huile essentielle.

Les denrées stockées occupent une place économique et alimentaire très importante dans le monde. Cependant les ravageurs des denrées stockées constituent les principaux ravageurs qui provoquent des dommages considérables aux aliments stockés.

La réduction des pertes des aliments stockés dépend de l'identification précise des organismes responsables de cette perte. Une bonne connaissance de la biologie et l'écologie des ravageurs ainsi que la détermination des dégâts occasionnés sont des éléments additionnels indispensables à la mise en place de toute stratégie de protection. Pour cela, un inventaire a été réalisé et a permis d'énumérer quatre ordres divisés en 13 familles et 17 espèces inféodées au blé et pois chiche stockés dans la CCLS d'Adrar et l'UCA de Mostaganem. Dont les plus fréquents : *R. dominica*, *T. granarium*, *C. maculatus* et *T. confusum*.

Les dommages et les pertes de poids des grains de blé et pois chiche causés par quelques ravageurs augmentent avec l'augmentation de la durée du stockage et l'effectif des populations. En effet, après deux mois de stockage, un taux de dommage maximum de 68% a été provoqué par *C. maculatus* de pois chiche et de 46% a été noté pour *T. granarium* de blé. De plus, des pertes de poids des grains étudiés a montré des pertes ne dépassant pas les 14% sur pois chiche et les 10% sur blé.

Ce travail de recherche entre dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, où nous nous sommes intéressés à l'étude de l'activité insecticide de poudre, l'huile essentielle et l'extrait méthanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* vis-à-vis de quelques insectes nuisibles de blé et de pois chiche (*T. granarium*, *T. confusum*, *R. dominica* et *C. maculatus*).

L'ensemble des résultats illustrent une activité remarquable des insecticides de substances bioactives testées. En effet, une toxicité très importante a été enregistrée pour les des deux poudres botaniques avec un taux de mortalité qui dépasse 60% pour toutes les espèces étudiées. De plus, l'huile essentielle de *S. aromaticum* et *M. pulegium* est plus efficace que l'extrait méthanolique contre les spécimens testés, où on a noté un taux de mortalité de 100 % et 95% pour les adultes traités respectivement par l'HE et l'extrait aqueux.

Le test de germination des grains de blé et pois chiche traités par la poudre, l'huile essentielle et l'extrait hydro méthanoïque de *S. aromaticum* et *M. pulegium* a

présenté une sensibilité importante. En effet, l'augmentation de la dose des traitements a permis de réduire le taux de germination des grains.

Les résultats obtenus ont permis de démontrer la forte efficacité des poudres, des huiles essentielles et des extraits hydrométhanolique des plantes testées "*S. aromaticum* et *M. pulegium*" par contact, avec un taux de mortalité dépassant les 65% après 48h d'exposition pour tous les coléoptères testés. En outre, les huiles essentielles de *S. aromaticum* et *M. pulegium* ont montré une forte efficacité dès les premières heures de traitement en comparaison avec les poudres et les extraits hydrométhanolique.

A la lumière de ces résultats, on peut considérer que les poudres, l'HE et l'extrait hydro méthanoïque de *S. aromaticum* et *M. pulegium* constituent une bonne alternative aux pesticides chimiques. Ceci nous amène à dire que ces deux plantes étudiées sont prometteuses comme source de bioinsecticide et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

En perspective, ce modeste travail n'est qu'une démarche qui s'inscrit dans le cadre de la recherche de nouvelles approches encourageantes permettant une bonne protection de nos productions végétales en général et celle des denrées stockées en particulier. Il est donc intéressant de poursuivre ces travaux en mettant en évidence l'action synergique des substances naturelles dans les luttes biologiques contre toutes espèces nuisibles des grains stockés afin de pallier aux graves problèmes de résidus toxiques des pesticides chimiques employés. Le remplacement des pesticides dangereux par des bio-insecticides à base de poudres et d'huiles essentielles végétales naturelles serait plus bénéfique à l'homme pour préserver sa santé et épargner la perte de ses récoltes, tout en respectant l'environnement. De plus, l'isolement des différents constituants des huiles essentielles et des extraits méthanolique, est une phase très importante afin de connaître la ou les molécules à l'origine des effets insecticides et d'éventuelle synergie entre elles.

- ❖ **Abd-Elhady, H. (2012).** Insecticidal activity and chemical composition of essential oil from *Artemisia judaica* L. against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Plant Protection Research*, 52(3), 347–352. <https://doi.org/10.2478/v10045-012-0057-9>
- ❖ **Abdelghany, A. Y., & Fields, P. G. (2017).** Mortality and movement of *Cryptolestes ferrugineus* and *Rhyzopertha dominica* in response to cooling in 300-kg grain bulks. *Journal of Stored Products Research*, 71, 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.02.004>
- ❖ **Abd El-latif, A., Mohieldeen, N., & Salman, A. (2020).** Alpha-Amylase Enzymes of *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Callosobruchus maculatus* (F.) And Their Response to A-Amylase Inhibitor from Rice. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 11(8), 421–426. <https://doi.org/10.21608/jppp.2020.114589>
- ❖ **Abo-El-Saad, M. M., Al Ajlan, A. M., Al-Eid, M. A., & Bou-Khowh, I. A. (2011).** Repellent and Fumigant Effects of Essential Oil from Clove Buds *Syzygium aromaticum* L. against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 1(2011), 613–620. <https://www.researchgate.net/publication/323884017>
- ❖ **Abdelli, M., Moghrani, H., Aboun, A., & Maachi, R. (2016).** Algerian *Mentha pulegium* L. leaves essential oil: Chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities. *Industrial Crops and Products*, 94, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.08.042>
- ❖ **Adedire, C. O., Olusola M. Obembe, R. O. A., & Samson O. (2011).** Response of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) to Extracts of Cashew Kernels. *Journal of Plant Diseases and Protection* 118(2):75–79. doi: 10.1007/BF03356385.
- ❖ **Achterberg, T., (2007).** Constraint Integer Programming, 427p. DOI: 10.14279/depositonce-1634
- ❖ **Ahmed, S., Iqbal, M., Hussain, A., Asam, M., & Shahi, M. (2011).** Evaluation of Plant Extracts on Mortality and Tunneling Activities of Subterranean Termites in Pakistan. In *Pesticides in the Modern World - Pests Control and Pesticides Exposure and Toxicity Assessment*. <https://doi.org/10.5772/18999>
- ❖ **Ahmad, F., Iqbal, N., Zaka, S. M., Qureshi, M. K., Saeed, Q., Khan, K. A., Ghramh, H. A., Ansari, M. J., Jaleel, W., Aasim, M., & Awar, M. B. (2019).** Comparative insecticidal activity of different plant materials from six common plant species against

- Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(7), 1804–1808. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.02.018>
- ❖ **Ahmady, A., Mousa, M. A., & Zaitoun, A. A. (2016).** Effect of microwave radiation on *Tribolium confusum* Jaquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchidae). *Journal of Entomology and Zoological Studies*, 4(4), 1257–1263.
 - ❖ **Aimad, Al, Mohammed B, Hadin H, Rezouki S, Ahmad M S, Walid S, Hail Z. R, Lahcen O, El Abdali Y, Eloutassi N, & Fadli . (2022).** Essential Oils from *Artemisia Herba Alba* Asso., *Maticaria Recutita* L., and *Dittrichia Viscosa* L. (Asteraceae): A Promising Source of Eco-Friendly Agents to Control *Callosobruchus Maculatus* Fab. Warehouse Pest. *Journal of Chemistry* 2022. doi: 10.1155/2022/2373460.
 - ❖ **Aimad, A, Rezouki S, Touati N, Eloutassi N, & Fadli M. (2021).** Efficacy of Aromatic and Medicinal Plant Powders against *Callosobruchus Maculatus* f. (Chrysomelidae: Bruchinae). *Tropical Journal of Natural Product Research* 5(5):838–43. doi: 10.26538/tjnpr/v5i5.8.
 - ❖ **Aimad, A., Sanae, R., Anas, F., Abdelfattah, E. M., Bourhia, M., Mohammad Salamatullah, A., Alzahrani, A., Alyahya, H. K., Albadr, N. A., Abdelkrim, A., El Barnossi, A., & Noureddine, E. (2021).** Chemical Characterization and Antioxidant, Antimicrobial, and Insecticidal Properties of Essential Oil from *Mentha pulegium* L. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/1108133>.
 - ❖ **Ainane A, Khammour A, El Kouali M, Talbi M, Lemhidi A, Oussaid, A. T. (2019).** Evaluation of the toxicity of the essential oils of certain mints grown in the region of Settat (Morocco): *Mentha piperita*, *Mentha pulegium* and *Mentha spicata* against, *Sitophilus Granarius*, *Sitophilus Oryzae* and *Sitophilus Zeamais*. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.48402/IMIST.PRSM/jasab-v1i1.17293>.
 - ❖ **Ajayi, O. E. (2012).** Bioactivity of the Leaf Extracts of *Morinda lucida* (Benth .) Against Cowpea Bruchid , *Callosobruchus maculatus* (F .) (Coleoptera : Chrysomelidae). 1–7.
 - ❖ **Akan, S., Karakan, F. Y., & Horzum, Ö. (2022).** Differential response of softneck and hardneck garlic ecotypes to quality attributes for long-term storage. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 34(4), 346–357. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i4.2845>
 - ❖ **Ala, A. A., Otitodun, G. O., Ajao, S. K., Nwaubani, S. I., Opit, G. P., Ogundare, M. O., Braimah, J. A., Busari, G. S., Abel, G. I., Omobowale, M. O., Olenloa, A. E.,**

- Ogwumike, J. C., Kolayemi, O. R., McNeill, S. G., & Ileleji, K. E. (2020).** A comparison of integrated pest management and traditional practices for bagged maize stored in Nigeria. *Journal of Stored Products Research*, 86, 101571. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101571>
- ❖ **Alford, D. (2012).** Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers. In *Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers*. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-06146-X>
- ❖ **Allali, A., Rezouki, S., Eloutassi, N., Louaste, B., Bouchelta, Y., & Fadli, M. (2018).** Insecticidal activity of the powder from *Capsicum frutescens* (Solanaceae), *Lavandula stoechas* (Lamiaceae) and *Syzygium aromaticum* (Myrtaceae) against *Callosobruchus maculatus* insect pest of chickpea seeds. *J. Appl. Sci. Envir. Stud*, 1(1), 21–27. <http://revues.imist.ma/index.php?journal=jases!>
- ❖ **Allali, A., Rezouki, S., Louasté, B., Touati, N., Eloutassi, N., & Fadli, M. (2020).** Investigation of vegetal bio-insecticides for the stored seeds. *International Journal of Botany Studies*, 5(3), 219–224.
- ❖ **Alparslan, Y., Metin, C., & Baygar, T. (2022).** Sex-and season-based comparison of lipid and fatty acid profiles of blue crab meat. *Journal of Food and Nutrition Research*, 61(1), 27–33.
- ❖ **Alonso C. (2010).** Coleopteres Dermestidae de france continentale et de corse, p 49.
- ❖ **Alzuwaid, N. T., Fellows, C. M., Laddomada, B., & Sissons, M. (2020).** Impact of wheat bran particle size on the technological and phytochemical properties of durum wheat pasta. *Journal of Cereal Science*, 95, 103033. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103033>.
- ❖ **Amante, M., Agatino R., Scholler, M. & Johannes L.M. S. (2018).** Olfactory host location and host preference of *Holepyris sylvanidis* (Br_ethes) (Hymenoptera: Bethylidae), a parasitoid of *Tribolium confusum* Jacquelin du Val and *T. castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *J. Stored Prod. Res.* 78 (2018) 105-109
- ❖ **Amante, M., Russo, A., Scholler, M., Steidle, J.L.M. (2017).** Olfactory host location in the rusty grain beetle parasitoid *Cephalonomia waterstoni* (Gahan) (Hymenoptera: Bethylidae). *J. Stored Prod. Res.* 71, 104
- ❖ **Ammar, M. (2015).** Organisation de la chaine logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. Thèse de doctorat de CIHEAM Montpellier. P17-20.

- ❖ **Anonyme, (2012).** Livret sur les techniques de conservation et gestion des matières premières et des produits transformés, 1ère édition, conception : cellule formation de l'ONG AcSSA Afrique verte Niger B.P : 11 751 Niamey financement : Union Européenne et fondation MISEREOR. P.76
- ❖ **Anonyme, (2016).** Houmous classique : junk food. <https://green-me-up.com>, 30/01/2022.
- ❖ **Anonyme, (2022).** La production nationale de céréales. <https://www.elmoudjahid.dz/fr/economie/l-algerie-compte-reduire-ses-importations-cerealieres-de-25-en-2021-2022-177562>.
- ❖ **Antary, T.M.A., & Thalji, T.A. (2017).** Influence of stored product insects on planting chickpea seeds. *Fresenius environmental bulletin*. 26(10), 6071–6077. Volume 26.
- ❖ **Aoues, K., Boutoumi, H., & Benrima, A. (2017).** État Phytosanitaire Du Blé Dur Locale Stocké En Algérie. *Revue Agrobiologia* (2017) 7(1): 286-296
- ❖ **Aouadi, G., Grami, L. K., Taibi, F., Bouhlal, R., Elkahoui, S., Zaagueri, T., Jallouli, S., Chaanbi, M., Hajlaoui, M. R., & Mediouni Ben Jemâa, J. (2022).** Assessment of the efficiency of *Mentha pulegium* essential oil to suppress contamination of stored fruits by *Botrytis cinerea*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(4), 881–893. <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00623-6>.
- ❖ **Arab, R. (2018).** Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera, Tenebrionidae). 89p.
- ❖ **Arezki, B , 2021,** L'Algérie a importé plus d'un million de tonnes en deux semaines, en majorité de France, <https://www.algerie-eco.com>, 30/01/2022.
- ❖ **Arezoo, H., Orouj, valizadegan, Maryam, N., & FARIBA, M. (2019).** Efficacy Of *Mentha Spicata* And *Mentha Pulegium* Essential Oil Nanoformulation On Mortality And Physiology Of *Tribolium Castaneum* (Col.: Tenebrionidae). *J. Crop Prot*, 8(4), 501–520. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=746118>
- ❖ **Arthur, F. H., Ondier, G. O., & Siebenmorgen, T. J. (2012).** Impact of *Rhyzopertha dominica* (F.) on quality parameters of milled rice. *Journal of Stored Products Research*, 48, 137–142. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2011.10.010>
- ❖ **Arthur, F. H. (2000).** Impact of accumulated food on survival of *Tribolium castaneum* on concrete treated with cyfluthrin wettable powder. *Journal of Stored Products Research*, 36(1), 15–23. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(99\)00022-3](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(99)00022-3)
- ❖ **Arthur, F. H. (2008).** Efficacy of chlorfenapyr against *Tribolium castaneum* and

- Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults exposed on concrete, vinyl tile, and plywood surfaces. *Journal of Stored Products Research*, 44(2), 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.08.005>
- ❖ **Arthur, Frank H., Johnson, J. A., Neven, L. G., Hallman, G. J., & Follett, P. A. (2009).** Insect pest management in postharvest ecosystems in the United States of America. *Outlooks on Pest Management*, 20(6), 279–284. <https://doi.org/10.1564/20dec10>
 - ❖ **Arthur, F. H., Bean S. R., Smolensky D., Cox S., Lin, H. H.; Peiris K. H.S. & Peterson J. (2020).** Development of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae) on sorghum: Quality characteristics and varietal susceptibility. . *Journal of StoredProducts Research*,87, 101-569. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101569>
 - ❖ **Arumugam, G., Velayutham, V., Shanmugavel, S., & Sundaram, J. (2016).** Efficacy of nanostructured silica as a stored pulse protector against the infestation of bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Applied Nanoscience (Switzerland)*, 6(3), 445–450. <https://doi.org/10.1007/s13204-015-0446-2>
 - ❖ **Ashamo, M. O., Olusola, O. O., & Olaniyi, C. O. (2013).** “Protection of Cowpea, *Vigna Unguiculata* L. (Walp.) with *Newbouldia Laevis* (Seem.) Extracts against Infestation by *Callosobruchus maculatus* (Fabricius).” *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 46(11):1295–1306. doi: 10.1080/03235408.2013.765136.
 - ❖ **Asl, M. H. A., Talebi, A. A., Kamali, H. & Kazemi, S., (2009).** Stored product pests and their parasitoid wasps in Mashhad, Iran. *Advances in Environmental Biology*, 3(3), 239-243.
 - ❖ **Aslam, M. (2003).** Pest Status of Stored Chickpea Beetle, *Callosobruchus chinensis* Linnaeus on Chickpea. *Journal of Entomology*, 1(1), 28–33. <https://doi.org/10.3923/je.2004.28.33>.
 - ❖ **Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., & Boukouvala, M. C. (2016).** Population growth of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on different commodities. *Journal of Stored Products Research*, 69, 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2016.05.001>.
 - ❖ **Athanassiou, C.G., Vayias B.J., Dimizas C.B., Kavallieratos N.G., Papagregoriou, A.S., & Buchelos C.Th. (2005).** Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. *Journal of Stored Products Research*, 41 (2005) 47–55.

- ❖ **Athanassiou, C. G. & Arthur, F. H. (2018).** Recent advances in stored product protection. In *Recent Advances in Stored Product Protection*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56125-6>.
- ❖ **Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Menti, H. & Karanastasi, E. (2010).** Mortality of Four Stored Product Pests in Stored Wheat When Exposed to Doses of Three Entomopathogenic Nematodes. *Journal of Economic Entomology*, 103(3).
- ❖ **Astuti, L. P., Mudjiono, G., Rasminah Ch., S., & Rahardjo, B. T. (2013).** Susceptibility of Milled Rice Varieties to the Lesser Grain Borer (*Rhyzopertha dominica*, F). *Journal of Agricultural Science*, 5(2), 145–149. <https://doi.org/10.5539/jas.v5n2p145>.
- ❖ **Auger, J., Arnault I., Diwo-Allain S., Ravier1 M., Molia F. & Pettiti M. (2004).** Insecticidal and fungicidal potential of Allium substances as biofumigants. *Agroindustria*, N° 3, 29, 176-182.
- ❖ **Awadalla, H. S., Guedes, R. N. C., & Hashem, A. S. (2021).** Feeding and egg-laying preferences of the sawtoothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis*: Beyond cereals and cereal products. *Journal of Stored Products Research*, 93(February). <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101841>.
- ❖ **Ayertey, J. N., Meikle, W. G., Borgemeister, C., Camara, M., & Markham, R. H. (1999).** Studies on predation of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col., Bostrichidae) and *Sitophilus zeamais* mots. (Col., Curculionidae) at different densities on maize by *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Col., Histeridae). *Journal of Applied Entomology*, 123(5), 265–272. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.1999.00365.x>.
- ❖ **Azevedo, C.O., Isabel D. C. C. Alencar & Diego N. B. (2010).** Order Hymenoptera, family Bethyridae. *Arthropod fauna of the UAE*, 3: 388–411.
- ❖ **Baali, F., Boumerfeg, S., Napoli, E., Boudjelal, A., Righi, N., Deghima, A., Baghiani, A., & Ruberto, G. (2019).** Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils from Two Wild Algerian Medicinal Plants: *Mentha pulegium* L. and *Lavandula stoechas* L. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 22(3), 821–837. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2019.1642800>.
- ❖ **Badr F. (2014).** La qualité Sanitaire des denrées stockées et les techniques de préservation, ONSSA-SPV Settat, Aspects Techniques de Récoltes et Stockage.
- ❖ **Bahramsoltani, R., & Rahimi, R. (2020).** An evaluation of traditional Persian medicine for the management of SARS-CoV-2. *Front. Pharmacol.* 11p.
- ❖ **Bakhella, M., & Akil, M. (1996).** Appréciation de la valeur semoulière des principales variétés marocaines de blé dur. *16(3)*, 19–28.

- ❖ **Bakour, M., Soulo, N., Hammas, N., El Fatemi, H., Aboulghazi, A., Taroq, A., Abdellaoui, A., Al-Waili, N., & Lyoussi, B. (2018).** The antioxidant content and protective effect of argan oil and *Syzygium aromaticum* essential oil in hydrogen peroxide-induced biochemical and histological changes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2). <https://doi.org/10.3390/ijms19020610>.
- ❖ **Bamaiyi, L. J., Ndams, I. S., Toro, W. A., & Odekina, S. (2006).** Effect of Mahogany Khaya senegalensis Seed Oil in the Control of *Callosobruchus maculatus* on Stored Cowpea. *Plant Protect. Sci.*, 42(4), 130–134.
- ❖ **Baoua, I. B., Amadou, L., Abdourahmane, M., Bakoye, O., Baributsa, D., & Murdock, L. L. (2015).** Grain storage and insect pests of stored grain in rural Niger. *Journal of Stored Products Research*, 64, 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.04.007>
- ❖ **Barros, G., Magro, A., Conceição, C., Matos, O., Barbosa, A., & Mexia, A. (2015).** The use of *Laurus nobilis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on stored maize. *Revista de Ciências Agrárias*, 38(2), 191–195.
- ❖ **Bartali E.H. (1990).** Underground Storage Pits in Morocco. *Tunneling and Underground Space Technology*, 2: 381-383.
- ❖ **Batiha, G. E. S., Alkazmi, L. M., Wasef, L. G., Beshbishy, A. M., Nadwa, E. H., & Rashwan, E. K. (2020).** *Syzygium aromaticum* l. (myrtaceae): Traditional uses, bioactive chemical constituents, pharmacological and toxicological activities. *Biomolecules*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/biom10020202>.
- ❖ **Baumgartner, A. (2018).** A le pois chiche: la viande des pauvres, TABULA, 1998, NO3.p :16-19.
- ❖ **Bekka-Hadji, F., Bombarda, I., Djoudi, F., Bakour, S., & Touati, A. (2022).** Chemical Composition and Synergistic Potential of *Mentha pulegium* L. and *Artemisia herba alba* Asso. Essential Oils and Antibiotic against Multi-Drug Resistant Bacteria. *Molecules*, 27(3). <https://doi.org/10.3390/molecules27031095>.
- ❖ **Bell, C. H. (2011).** Insect and mite penetration and contamination of packaged foods. In *Food and Beverage Stability and Shelf Life*. Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857092540.1.106>.
- ❖ **Benabdallah, A., Boumendjel, M., Aissi, O., Rahmoune, C., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2018).** Chemical composition, antioxidant activity and acetylcholinesterase inhibitory of wild *Mentha* species from northeastern Algeria. *South*

- African Journal of Botany*, 116, 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.03.002>
- ❖ **Benabdallah, Amina, Rahmoune, C., Boumendjel, M., Aissi, O., & Messaoud, C. (2016).** Total phenolic content and antioxidant activity of six wild *Mentha* species (Lamiaceae) from northeast of Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(9), 760–766. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.016>
 - ❖ **Benayad, N., Ebrahim, W., Hakiki, A., & Mosaddak, M. (2012).** Chemical characterization and insecticidal evaluation of the essential oil of *Mentha suaveolens* L. and *Mentha pulegium* L. growing in Morocco. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 13(1), 27–32.
 - ❖ **Benkhellat, O, J, B., Moali, A., Chevrier, C., & Monge, J. P. (2015).** Host discrimination and egg laying in *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) ectoparasitoid of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Stored Products Research*, 61, 48–53. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.02.005>.
 - ❖ **Benlameur, Z., (2016).** Les ravageurs des denrées stockées et leur impact sur la santé humaine. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach Alger, 150p.
 - ❖ **Benoufella-kitous, K., Medjdoub-bensaad, F., & Kheloul, L. (2019).** Diversité des pucerons des légumineuses alimentaires dans la région de Tizi-Ouzou. 1990, 5–12.
 - ❖ **Berger, A., Degenkolb, T., Vilcinskis, A., & Schöller, M. (2017).** Evaluating the combination of a parasitoid and a predator for biological control of seed beetles (Chrysomelidae: Bruchinae) in stored beans. *Journal of Stored Products Research*, 74, 22–26. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.08.009>.
 - ❖ **Bettahar, F. (2016).** Conception et prototypage d'un système complet pour la surveillance du grain dans les silos de stockage, Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, Français, 153p.
 - ❖ **Bhavya, M. L., Obulaxmi, S., & Devi, S. S. (2021).** Efficacy of *Ocimum tenuiflorum* essential oil as grain protectant against coleopteran beetle, infesting stored pulses. *Journal of Food Science and Technology*, 58(4), 1611–1616. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04871-y>.
 - ❖ **Böcher, J., Kristenesen P., Pape T., & Vilhelmen L. (2015).** The Greenland Entomofauna. An Insect, spiders, and their allies, 155-256p.
 - ❖ **Bokobana, E. M., Koba, K., Poutouli, W. P., Akantetou, P. K., Nadio, N. A., Laba, B., Tozouou, P., Raynaud, C., & Sanda, K. (2014).** Evaluation du potentiel insecticide

- et répulsif de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) spreng. sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae), ravageur du cotonnier au Togo. *Revue Cames*, 2(2), 48–55.
- ❖ **Boraei, D. (2016).** Toxicity of Two Fixed Plant Oils by Using a New Fumigant Method Against *Trogoderma granarium* Everts and *Stegopium paniceum* (L.). *Journal of Plant Protection and Pathology*, 7(12), 791–796. <https://doi.org/10.21608/jppp.2016.52431>.
 - ❖ **Borzoui, E., & Naseri, B. (2016).** Wheat cultivars affecting life history and digestive amylolytic activity of *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bulletin of Entomological Research*, 106(4), 464–473. <https://doi.org/10.1017/S000748531600016X>.
 - ❖ **Bouchelta, A., & Fadli M. (2018).** Insecticidal Activity of the Powder from *Capsicum Frutescens* (Solanaceae), *Lavandula Stoechas* (Lamiaceae) and *Syzygium aromaticum* (Myrtaceae) against *Callosobruchus maculatus* Insect Pest of Chickpea Seeds. *J. Appl. Sci. Envir. Stud* 1(1):21–27.
 - ❖ **Boukhalfa, D. (2015).** La céréaliculture dans les zones arides : Etat des lieux et perspectives. Ouargla, (10/03/2015), pp2-3.
 - ❖ **Boulal, M. (2007).** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, p 176.
 - ❖ **Bourassa, C., Vincent, C., Lomer, C. J., Borgemeister, C., & Mauffette, Y. (2001).** Effects of entomopathogenic hyphomycetes against the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae), and its predator, *Teretriosoma nigrescens lewis* (Coleoptera: Histeridae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 77(1), 75–77. <https://doi.org/10.1006/jipa.2000.4986>.
 - ❖ **Boutabia, L., Telailia, S., Guenadil, F., & Chefrour, A. (2020).** Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from *Mentha pulegium* L. and *Mentha suaveolens* Ehrh. growing in North-East of Algeria. *Analele Universitatii Din Oradea, Fascicula Biologie*, 27(2), 143–148.
 - ❖ **Brahmi, F., Abdenour, A., Bruno, M., Silvia, P., Alessandra, P., Danilo, F., Drifa, Y. G., Fahmi, E. M., Khodir, M., & Mohamed, C. (2016).** Chemical composition and in vitro antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* (L.) Huds growing in Algeria. *Industrial Crops and Products*, 88, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.002>.
 - ❖ **Bray, D. F. (1972).** Elements of Entomology. In *Bulletin of the Entomological Society of America* (Vol. 18, Issue 1). <https://doi.org/10.1093/besa/18.1.16>.

- ❖ **Brothers, D. J. & Rasnitsyn, A. P. (2003).** Diversity of Hymenoptera and other insects in the Late Cretaceous (Turonian) deposits at Orapa, Botswana: a preliminary review. *African Entomology*.
- ❖ **Bushra, S., & Aslam, M. (2014).** Management of *Sitotroga cerealella* in stored cereal grains: a review. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(19), 2365–2376. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.877191>
- ❖ **Byrdwell, W. C., & Goldschmidt, R. J. (2022).** Fatty Acids of Ten Commonly Consumed Pulses. *Molecules*, 27(21), 7260. <https://doi.org/10.3390/molecules27217260>
- ❖ **Campbell, J. F. (2006).** Stored-Product Insect Behavior. In *Insect Management for Food Storage and Processing: Second Edition* (Second Edi). AACC International. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-46-5.50012-X>.
- ❖ **Campolo, O., Giunti, G., Russo, A., Palmeri, V., & Zappalà, L. (2018).** Essential Oils in Stored Product Insect Pest Control. *Journal of Food Quality*, 2018(October). <https://doi.org/10.1155/2018/6906105>
- ❖ **Caputo, L., Cornara, L., Raimondo, F. M., De Feo, V., Vanin, S., Denaro, M., Trombetta, D., & Smeriglio, A. (2021).** *Mentha pulegium* L.: A plant underestimated for its toxicity to be recovered from the perspective of the circular economy. *Molecules*, 26(8), 1–19. <https://doi.org/10.3390/molecules26082154>.
- ❖ **Carson, G. R., & Edwards, N. M. (2009).** Criteria of Wheat and Flour Quality. In *Wheat: Chemistry and Technology: Fourth Edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-55-7.50011-2>.
- ❖ **Casiglia, S., Bruno, M., Fontana, G., & Senatore, F. (2017).** Chemical composition of the essential oil of *Mentha pulegium* growing wild in Sicily and its activity on microorganisms affecting historical art crafts. *Natural Product Communications*, 12(8), 1311–1315. <https://doi.org/10.1177/1934578x1701200840>
- ❖ **Cassi, M. S. (2017).** Approaches for the biological control of stored product pests. 222p.
- ❖ **Celso, O. Azevedo, Isabel D.C.C. Alencar, Magno S. Ramos, Diego N. Barbosa, Wesley D. Colombo, Juan M. Vargas R. & Jongok L. (2018).** Global Guide of the Flat Wasps (Hymenoptera, Bethyridae) . *Zootaxa* 4489. 294p.
- ❖ **Chaaban, S. Ben, Hamdi, S. H., Mahjoubi, K., & Jemâa, J. M. B. (2019).** Composition and insecticidal activity of essential oil from *Ruta graveolens*, *Mentha pulegium* and *Ocimum basilicum* against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(3), 237–246. <https://doi.org/10.1007/s41348-019-00218-8>.

- ❖ **Chalchat, J. C., Gorunovic, M. S., Maksimovic, Z. A., & Petrovic, S. D. (2000).** Essential oil of wild growing *Mentha pulegium* L. From yugoslavia. *Journal of Essential Oil Research*, 12(5), 598–600. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9712166>.
- ❖ **Chandora, R., Gayacharan, Shekhawat, N., & Malhotra, N. (2020).** Chickpea genetic resources: collection, conservation, characterization, and maintenance. In *Chickpea: Crop Wild Relatives for Enhancing Genetic Gains* (Vol. 18). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818299-4.00003-8>.
- ❖ **Chevrier, C., Nguyen, T. M., & Bressac, C. (2019).** Heat shock sensitivity of adult male fertility in the parasitoid wasp *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera, Pteromalidae). *Journal of Thermal Biology*, 85(September). <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.102419>.
- ❖ **Chiappini, E., Molinari, P., & Cravedi, P. (2009).** Mortality of *Tribolium confusum* J. du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) in controlled atmospheres at different oxygen percentages. *Journal of Stored Products Research*, 45(1), 10–13. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2008.06.004>.
- ❖ **Chougourou, D. C., & Alavo, T. B. C. (2011).** Storage systems and endogenous tactics for insect pests control in stored grain legumes in central benin. *sciences et mé.* 12(2), 137–141.
- ❖ **Chuck-Hernández, C., Serna-Saldívar, S. O. & García-Lara, S. (2013).** “Susceptibility of Different Types of Sorghums during Storage to *Sitophilus zeamais* Motschulsky.” *Journal of Stored Products Research* 54: 34–40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2013.04.003>.
- ❖ **Ciesla, Y., & Agroexpert, S. (2018).** Les insectes des denrées stockées. 12p.
- ❖ **Cissokho, P., Gueye, M., Sow, E., & Diarra, K. (2015).** Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l’Ouest. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1644. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.43>.
- ❖ **Collatz, J. & Steidle, J.L.M. (2008).** Hunting for moving hosts: *Cephalonomia tarsalis*, a parasitoid of free-living grain beetles. *Basic and Applied Ecology* 9, 452–457.
- ❖ **Copping, L.G. (2001).** The Biopesticides Manual, second ed. British Crop Protection Council, Surrey, UK.
- ❖ **Cortés-Rojas, D. F., De Souza, C. R. F., & Wanderley P. O. (2014).** “Clove (*Syzygium Aromaticum*): A Precious Spice.” *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 4(2):90–96. doi: 10.1016/S2221-1691(14)60215-X.

- ❖ **Correa, G., & Montero, A. V. (2013).** 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 *Title*. 1–10p.
- ❖ **Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R. F., & Oliveira, W. P. (2014).** Clove (*Syzygium aromaticum*): A precious spice. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(2), 90–96. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(14\)60215-X](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(14)60215-X)
- ❖ **Cruz, J.-F., Hounhouigan, D. J., & Havard, M. (2020).** La transformation des grains. *La Transformation Des Grains*. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-2784-6>
- ❖ **Crus J.F., Troude F., Griffon D. & Hébert J.P. (1988).** Conservation des grains en régions chaudes. 2 Ed- « Technique rurales en Afrique ».Ed. CEEMAT; Paris, p545.
- ❖ **Cryz J.F., Troude F., Griffon D., & Hebert JP. (1988).** Conservation des grains en région chaudes ; 2éme édition ; « Technique rurale en Afrique ».Ed. Paris, France.
- ❖ **Das, S., Singh, V. K., Dwivedy, A. K., Chaudhari, A. K., & Dubey, N. K. (2021).** Insecticidal and fungicidal efficacy of essential oils and nanoencapsulation approaches for the development of next generation ecofriendly green preservatives for management of stored food commodities: an overview. *International Journal of Pest Management*. <https://doi.org/10.1080/09670874.2021.1969473>.
- ❖ **Daufin, H. (1989).** Les aliments. Ed. Maloine, France ; pp 109.
- ❖ **Deloble, A., et Tran M., (1982).** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes, p 442.
- ❖ **Delobel, A., & Tran, M. (1993).** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. In *Faune Tropicale* (Vol. 32). <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:39066>.
- ❖ **De Souza, V. N., de Oliveira, C. R. F., Matos, C. H. C., & de Almeida, D. K. F. (2016).** Fumigation toxicity of essential oils against *Rhyzopertha dominica* (F.) in stored maize grain. *Revista Caatinga*, 29(2), 435–440. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n220rc>.
- ❖ **Delimi, A., Taibi, F., Fissah, A., Gherib, S., Bouhkari, M., & Cheffrou, A. (2013).** Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemessia herba alba* effet sur le reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera). *Afrique Science*, 09(3), 82–90.
- ❖ **Deravel, J., Krier, F., & Jacques, P. (2014).** Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 18(2), 220–232.

- ❖ **Derbalah, A. S. (2012).** Efficacy of some botanical extracts against *Trogoderma granarium* in wheat grains with toxicity evaluation. *The Scientific World Journal*, 2012(April 2012). <https://doi.org/10.1100/2012/639854>.
- ❖ **Désiré, D. J. (2005).** Etude phytochimique et activités biologiques de quatre espèces Camerounaises de la famille des Myrtaceae: *Eucalyptus saligna* Sm., *Callistemon viminalis* W., *Syzygium guineense* W. et *Syzygium aromaticum* M. et P. 198.
- ❖ **Devi, M. B. and Devi, N. V. (2014).** Biology and morphometric measurement of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* fabr. (Coleoptera: Chrysomelidae) in green gram. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(3), 74–76. http://www.entomoljournal.com/vol2_issue3b.html.
- ❖ **Dhineshkumar, V., Sudha, K., & Siddarth, M. (2017).** Control and management of stored grain insect in farmer stores and public ware houses. *Pestology*, 41(8), 32–53.
- ❖ **Diawara B., Richard Molard D., & Cahagnier B. (1989).** Conservation des céréales humides sous atmosphère contrôlée. Limites théoriques et pratiques. 97–104. http://www.bibliotheque.auf.org/doc_num.php?explnum_id=404.
- ❖ **Doumaïndji, A., Doumaïndji S., Doumaïndji B. (2003).** Cours de technologie des céréales. Ed. Office des publications Universitaires Ben-Aknoun-Alger ; pp 01-20.
- ❖ **Domingues, P. M., & Santos, L. (2019).** Essential oil of pennyroyal (*Mentha pulegium*): Composition and applications as alternatives to pesticides—New tendencies. *Industrial Crops and Products*, 139(May), 111534. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111534>
- ❖ **Durden, L. A., & Mullen, G. R. (2018).** Introduction. In *Medical and Veterinary Entomology*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00001-7>.
- ❖ **Ebadollahi, A., Nouri-Ganbalani, G., Hoseini, S. A., & Sadeghi, G. R. (2012).** Insecticidal activity of essential oils of five aromatic plants against *Callosobruchus maculatus* f. (coleoptera: Bruchidae) under laboratory conditions. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 15(2), 256–262. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2012.10644044>.
- ❖ **Edde, P. A. (2012).** A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. *Journal of Stored Products Research*, 48, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2011.08.007>.
- ❖ **Eliopoulos, P. A., Kontodimas D. C. (2016).** Thermal development of *Cephalonomia tarsalis* (Hymenoptera: Bethyridae) parasitoid of the saw-toothed stored product beetle of the genus *Oryzaephilus* sp. (Coleoptera: Sylvanidae). *Journal of Thermal Biology*, 56, 84–90.
- ❖ **Eyo, J. (2013).** Effectiveness of botanical powders against *Callosobruchus maculatus*

- (Coleoptera: Bruchidae) in some stored leguminous grains under laboratory conditions. *African Journal of Biotechnology*, 12(12): 1384-1391, DOI: 10.5897/AJB12.2784, 12(12), 1384–1391. <https://doi.org/10.5897/AJB12.2784>.
- ❖ **FAO. (2016).** FAOSTAT. <http://www.faostat.fao.org>.
 - ❖ **FAO. (2001).** Insect Damage: Post-harvest Operations. *INPhO-Post-Harvest Compendium.*, 56.
 - ❖ **FAO. (2019).** Analyse des pertes alimentaires : causes et solutions- Études de cas sur le sorgho, le maïs, le niébé au Burkina Faso.
 - ❖ **FAO. (2019).** Rapports Nationaux l' État De La Biodiversité Pour l' Alimentation et l ' Agriculture en Algérie, 56.
 - ❖ **FAO. (2021).** GIEWS - Global Information and Early Warning System .Country analysis. FOOD SECURITY SNAPSHOT-Algeria.Reference Date: 20-October-2020. 1-48.
 - ❖ **FAO. (2022).** Bulletin de marché des céréales.
 - ❖ **FAOSTAT. (2022).** Crops and livestock products in world & Algeria.
 - ❖ **Fajarwati, D., Astuti, L. P., & Himawan, T. (2019).** Growth and Development of *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) on White, Red and Black Rice. *The Journal of Experimental Life Sciences*, 9(2), 81–89. <https://doi.org/10.21776/ub.jels.2019.009.02.04>.
 - ❖ **Farhana, K., Islam, H., Emran, E., & Islam, N. (2006).** Toxicity and Repellant Activity of Three Spice Materials on *Tribolium castaneum* (Herbst) Adults. *Journal of Bio-Science*, 14, 131–134. <https://doi.org/10.3329/jbs.v14i0.457>
 - ❖ **Fatiha, R. A., Kada, R., Khelil, A., & Pujade-Villar, J. (2014).** Biological control against the cowpea weevil (*Callosobruchus chinensis* L., Coleoptera: Bruchidae) using essential oils of some medicinal plants. *Journal of Plant Protection Research*, 54(3), 211–217. <https://doi.org/10.2478/jppr-2014-0032>.
 - ❖ **Feillet, P. (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation. INRA, paris : 23-25pp.
 - ❖ **Feillet, P. (2000).** Le grain de blé (composition et utilisation), Ed INRA, P57-281,308p.
 - ❖ **Fenni M. (2003).** Étude des mauvaises herbes céréales d'hiver des Hautes Plaines Constantinoises. Écologie, dynamique, phénologie et biologie des Bromes. Thèse Doc. Es Sci., UFA Sétif, 165p.
 - ❖ **Fernández, F. & Sharkey, M.J. (2006).** Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 894 p.
 - ❖ **Finnie, S., & Atwell, W. A. (2016).** Wheat Flour. In *Wheat Flour*.

<https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-90-8.50012-7>

- ❖ **Flinn, P.W., & Hagstrum D.W. (2002).** Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. *Journal of Stored Products Research* 38 (2002) 185–190.
- ❖ **Flinn, P. W., & Hagstrum, D. W. (2001).** Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. *Journal of Stored Products Research*, 38(2), 185–190. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(01\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(01)00019-4)
- ❖ **García, M.; Donadel, O.J.; Ardanaz, C.E.; Tonn, C.E. & Sosa, M.E. (2005).** Toxic and repellent effects of *Baccharis salicifolia* essential oil on *Tribolium castaneum*. *Pest Management Science*, Vol. 61, No. 6, pp. 612-618. ISSN 1526-4998.
- ❖ **García-Lara, S., & Saldivar, S. O. S. (2015).** Insect Pests. *Encyclopedia of Food and Health*, 432–436. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00396-2>.
- ❖ **Germinara, G. S., De Cristofaro, A., & Rotundo, G. (2009).** Antennal olfactory responses to individual cereal volatiles in *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Stored Products Research*, 45(3), 195–200. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2009.02.002>.
- ❖ **Germinara, G. S., De Cristofaro, A., & Giuseppe R. (2015).** Repellents Effectively Disrupt the Olfactory Orientation of *Sitophilus Granarius* to Wheat Kernels. *Journal of Pest Science* 88(4):675–84. doi: 10.1007/s10340-015-0674-y.
- ❖ **Gharsan, F. N. (2015).** Coléoptère Khapra (*Trogoderma granarium* E.) (Coléoptères : Dermestidae). 3(400 ml), 109–114p.
- ❖ **Ghimire, M. N., & Phillips, T. W. (2007).** Suitability of five species of stored-product insects as hosts for development and reproduction of the parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(5), 1732–1741. [https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[1732:SOFSSOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[1732:SOFSSOS]2.0.CO;2).
- ❖ **Gibb, T., 2015.** In Contemporary Insect Diagnostics.1st ed. Oxford: Academic Press is an imprint of Elsevier.
- ❖ **Gitonga, Z. M., De Groote, H., Kassie, M., & Tefera, T. (2013).** Impact of metal silos on households' maize storage, storage losses and food security: An application of a propensity score matching. *Food Policy*, 43, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.08.005>.
- ❖ **González Armijos, M. J., Viteri Jumbo, L., Faroni, L. R., Oliveira, E. E., Flores, A.**

- F., Heleno, F., & Haddi, K. (2019).** Fumigant toxicity of eugenol and its negative effects on biological development of *Callosobruchus maculatus* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 5–15. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.94>.
- ❖ **Grant, C. A., Di Fonzo, N., & Pisante, M. (2012).** Agronomy of Durum Wheat Production. In *Durum Wheat Chemistry and Technology: Second Edition* (Second Edi). AACC International, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-65-6.50008-8>.
 - ❖ **GRDC. (2018).** *GRDC Grownotes: Chickpea Plant Growth and Physiology. September.*
 - ❖ **Goergen, G. (2005).** Petit manuel d'identification des principaux ravageurs des denrées stockées en Afrique de l'ouest, l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Benin. 20 p.
 - ❖ **Gomez-Alvarez, L. E. (1980).** Etudes de quelques aspects de la biologie d'un Chalcidien *Dinarmus basalis* (Rondani) nécessaires à l'étude du taux sexuel. Thèse de Doctorat, Tours, 88 pages.
 - ❖ **González-Torralba, J., Arazuri, S., Jarén, C., & Arregui, L. M. (2013).** Influence of temperature and r.h. during storage on wheat bread making quality. *Journal of Stored Products Research*, 55, 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.10.002>.
 - ❖ **Grant, C. A., Di Fonzo, N., & Pisante, M. (2012).** Agronomy of Durum Wheat Production. In *Durum Wheat Chemistry and Technology: Second Edition* (Second Edi). AACC International, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-65-6.50008-8>
 - ❖ **Guèye, M. T., Seck, D., Wathelet, J. P. et Lognay, G., 2011.** Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 15(1), 183-194.
 - ❖ **Gueye, A., Diome, T., Thiaw, C., & Sembene, M. (2015).** Évolution des paramètres biodémographiques des populations de *Tribolium castaneum* H. (Coleoptera, Tenebrionidae) inféodé dans le mil (*Pennisetum glaucum* Leek) et le maïs (*Zea mays* L.). *Journal of Applied Biosciences*, 90(1), 8361. <https://doi.org/10.4314/jab.v90i1.8>.
 - ❖ **Hackston, M. G. (2018).** Superfamily Chalcidoidea, key to the British families, Volume 8 part 2(a), p 23.
 - ❖ **Hagstrum, D., Klejdysz, T., Subramanyam, B., & Nawrot, J. (2013).** Atlas of Stored-Product Insects and Mites. <https://books.google.com.pr/books?id=velADAAAQBAJ>
 - ❖ **Hagstrum, D. W., & Phillips, T. W. (2017).** Evolution of Stored-Product Entomology: Protecting the World Food Supply. *Annual Review of Entomology*, 62, 379–397.

<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035146>.

- ❖ **Hagstrum, D. W., & Subramanyam, B. (2006).** Fundamentals of stored-product entomology. In *Fundamentals of Stored-Product Entomology*.
- ❖ **Haile, A. (2015).** Eco-friendly management of chickpea storage pest, *Callosobruchus chinensis* L.(Coleoptera; Bruchidae) under laboratory conditions in Eritrea. *Journal of Stored Products and Postharvest*, 6(8), 66–71. <https://doi.org/10.5897/JSPPR2015.0175>
- ❖ **Haile, A. (2006).** On-Farm Storage of Chickpea, Sorghum and Wheat in Eritrea. 42p.
- ❖ **Hallman, G. J. (2013).** Control of stored product pests by ionizing radiation. *Journal of Stored Products Research*, 52, 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2012.10.001>.
- ❖ **Hamza, A F., Mohamed, N., El-Orabi, Osama H. Gharieb, Abdel-Hakam A. El-Saeedy, & Abd-Rabu E. H. (2016).** “Response of *Sitophilus Granarius* L. to Fumigant Toxicity of Some Plant Volatile Oils.” *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 9(1):8–14. doi: 10.1016/j.jrras.2015.05.005.
- ❖ **Hamdi, H., Sourour Abidi, S., Sfayhi, S., Dhraief, S., Moez A., Boushili, E., Hedjal-Chebheb, E., Khouja, M. L., & Mediouni Ben Jemâa, J. (2017).** Nutritional Alterations and Damages to Stored Chickpea in Relation with the Pest Status of *Callosobruchus Maculatus* (Chrysomelidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 20(4):1067–76. doi: 10.1016/j.aspen.2017.08.008.
- ❖ **Han, G. D., Kum, H. J., Chun, Y. S., Na, J., & Kim, W. (2017).** Repellency and attractancy of plant extracts against *Plodia interpunctella* and *Sitophilus zeamais*. *Journal of Stored Products Research*, 74, 33–35. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.09.002>.
- ❖ **Hassaine, S. (2017).** Activité biologique de quelques plantes sur les ravageurs des denrées stockées. 66p.
- ❖ **Heaps, J. W. (2006).** Insect Management for Food Storage and Processing: Second Edition. In *Insect Management for Food Storage and Processing: Second Edition*. Host acceptance and oviposition behaviour of solitary wasp,. (2018). 46(2), 205–216.
- ❖ **Hélène, E. (2012).** Houmous classique : junk food. <https://green-me-up.com>, 30/01/2022.
- ❖ **Henry, Y. & De Buyser J. (2001).** L’origine des blés. In : Belin. Pour la science (Ed.). De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris, pp. 69-72.
- ❖ **Hernandez Nopsa, J. F., Daglish, G. J., Hagstrum, D. W., Leslie, J. F., Phillips, T. W., Scoglio, C., Thomas-Sharma, S., Walter, G. H., & Garrett, K. A. (2015).** Ecological Networks in Stored Grain: Key Postharvest Nodes for Emerging Pests, Pathogens, and Mycotoxins. *BioScience*, 65(10), 985–1002.

<https://doi.org/10.1093/biosci/biv122>.

- ❖ **Hill, M. G., Nang'ayo, F. L. O., & Wright, D. J. (2003).** Biological control of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) in Kenya using a predatory beetle *Teretrius nigrescens* (Coleoptera: Histeridae) . *Bulletin of Entomological Research*, 93(4), 299–306. <https://doi.org/10.1079/ber2003247>.
- ❖ **Hong, D. T. K. (2005).** *Anisopteromalus calandrae* : un modèle reproducteur pour l'étude du succès des mâles. Thèse de doctorat en l'écologie, environnement. Université François Rabelais - Tours , 1588p.
- ❖ **Hossain, M. A., Rashid, H A. L., Mohammed Weli, A., Al-Riyami, Q., & Al-Sabahi, D. N. (2014).** Comparison of Chemical Constituents and Antimicrobial Activities of Three Essential Oils from Three Different Brands' Clove Samples Collected from Gulf Region.” *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 4(4):262–68. doi: 10.1016/S2222-1808(14)60570-3.
- ❖ **Howard, E. (1964).** A synopsis of the American Bethyridae (Hymenoptera, Aculeata). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Mass., vol. 132, n° 1.* p. 1-222.
- ❖ **Huchet, J. (2016).** Le Coléoptère, la Graine et l'Archéologue : approche archéoentomologique des principaux ravageurs des denrées stockées. *Plantes, Produits Végétaux et Ravageurs, December 2016*, 17–42.
- ❖ **Huignard, J. (1985).** Importances des pertes dues aux insectes ravageurs des graines: problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires sources de protéines végétales. UA CNRS 340.p: 193-204.
- ❖ **Huignard, J., Glitho, I., Monge, J.-P., & Régnauld-Roger, C. (2011).** Insectes ravageurs des graines de légumineuses. *Insectes Ravageurs Des Graines de Légumineuses*. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-1656-7>
- ❖ **Ibrahim, R. A., & Alahmadi, S. S. (2015).** Effect of *Syzygium aromaticum* cloves on larvae of the rhinoceros beetle, *Oryctes agamemnon* (Coleoptera: Scarabaeidae). *African Entomology*, 23(2), 458–466. <https://doi.org/10.4001/003.023.0215>
- ❖ **Ibrahim, M.A., Kainulainen P., Aflatuni A., Tilikkala K., & Holopainen J.K. (2001).** Insecticidal, repellent antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limolene and its suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science in Finland*, vol 10 : 243-259p.
- ❖ **Ikawati, S., Himawan, T., Abadi, A. L., & Tarno, H. (2021).** Toxicity nanoinsecticide based on clove essential oil against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Pesticide*

- Science*, 46(2), 222–228. <https://doi.org/10.1584/JPESTICS.D20-059>.
- ❖ **Ileke, K.D., Ogungbite, O.C. & Olayinka-Otagunju, J. O. (2014).** Powders and Extracts of *Syzygium aromaticum* and *Anacardium Occidentale* as Entomocides against the Infestation of *Sitophilus Oryzae* (L.) [Coleoptera: Curculionidae] on Stored Sorghum Grains. *African Crop Science Journal* 22(4):267-273–273.
 - ❖ **Ileke, K. D., & Olotuah, O. F. (2012).** Bioactivity of *Anacardium Occidentale* (L) and *Allium Sativum* (L) Powders and Oils Extracts against Cowpea Bruchid, *Callosobruchus Maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Chrysomelidae]. *International Journal of Biology* 4(1):96–103. doi: 10.5539/ijb.v4n1p96.
 - ❖ **Inge de groot, O. (2004) :** protection des céréales et des légumineuses stockent, c'est un Agrodok (livre) première édition : 1996 deuxièmes éditions : 2004 conception : Janneke Reijnders traduction : Evelyne Codazzi ISBN, p 74.
 - ❖ **Iqbal, A., Ateeq N., Khalil I.A., Perveen, S. (2006).** Physicochemical characteristics and amino acid profile of chickpea cultivars grown in Pakistan foodservice. 17: 94-101).
 - ❖ **ITGC, 2018.** Institut Technique des Grandes Cultures La culture du pois chiche (*Cicer arietinum* L.).). Algérie ; pp.8-13.
 - ❖ **Iseli-trösch K., 2019.** Les céréales suisses, Agence d'information agricole romande (AGIR), Lausanne, Suisse, 15p.
 - ❖ **Isman, M.B., 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19, 603–608.
 - ❖ **Jayanth, B. V, Padmasri, T. U, & Mohibbe, M. (2021).** Effect of Plant Based Silica Products on Biology of Bruchid Beetle , *Callosobruchus Chinensis* (Linnaeus) in Chickpea. *The Pharma Innovation Journal* 10(7):1632–38.
 - ❖ **Jones, D. E., & Wiley J. (2018).** Addiction Commentary. An inconvenient truth—complex problems require complex solutions. *Wiley & Society for the Study of Addiction* 287 – 288p.
 - ❖ **Jones, M. S., Alexander, C. E., & Smith, B. (2018).** Economic consequences of post-harvest insect damage in Rwandan common bean markets. *Crop Protection*, 104(October 2017), 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.10.015>.
 - ❖ **Jung, J. M., Nam, Y., Jung, S., & Lee, W. H. (2021).** Spatial analysis of changes in *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) distribution depending on diets. *Journal of Stored Products Research*, 91, 101777. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101777>.
 - ❖ **Kadkol, G. P., & Sissons, M. (2015).** Durum Wheat: Overview. In *Encyclopedia of Food Grains: Second Edition* (2nd ed., Vols. 1–4, Issue May 2019). Elsevier Ltd.

- ❖ **Kafle, L., & Cheng, J. S. (2013).** Toxicity and Repellency of Compounds from Clove (*Syzygium aromaticum*) to Red Imported Fire Ants *Solenopsis Invicta* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology* 106(1):131–35. doi: 10.1603/EC12230.
- ❖ **Kalaiselvi, A., Aswin Jenio, J. G., Roopan, S. M., Madhumitha, G., & Nakkeeran, E. (2019).** Chemical composition of clove bud oil and development of clove bud oil loaded niosomes against three larvae species. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 137(November 2018), 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2018.12.004>.
- ❖ **Kalpna, Y. A. H., & Rajesh, K. (2022).** Management of Stored Grain Pest with Special Reference to *Callosobruchus Maculatus*, a Major Pest of Cowpea: A Review. *Heliyon* 8(1):e08703. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08703.
- ❖ **Kalsa, K. K., Subramanyam, B., Demissie, G., Worku, A. F., & Habtu, N. G. (2019).** Major Insect Pests and their Associated Losses in Quantity and Quality of Farm-Stored Wheat Seed. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, May. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00024-3>.
- ❖ **Kaya, K., Erdal, S., İlhan, T., & Soner, S. (2018).** Bazı Tıbbi Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Kimyasal Bileşenlerinin Belirlenmesi ve Börülce Tohum Böceği, *Callosobruchus Maculatus* Erginlerine Karşı Fümigant Insektisidal Aktivitelerinin Belirlenmesi.” *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 21(5):708–14. doi: 10.18016/ksudobil.386176.
- ❖ **Kedia, A., Bhanu, P., Prashant, K. M., Priyanka S., & Dubey, N. K. (2015).** Botanicals as Eco Friendly Biorational Alternatives of Synthetic Pesticides against *Callosobruchus* Spp. (Coleoptera: Bruchidae)—a Review. *Journal of Food Science and Technology* 52(3):1239–57. doi: 10.1007/s13197-013-1167-8.
- ❖ **Kellouche, A. & Soltani, N. (2004).** Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l’huile essentielle d’une d’entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.). *International Journal of Tropical Insect Science*, 24(2), 184–191. <https://doi.org/10.1079/IJT200420>.
- ❖ **Khadraoui, A., Khelifa, A., Hadjmeliani, M., Mehdaoui, R., Hachama, K., Tidu, A., Azari, Z., Obot, I. B., & Zarrouk, A. (2016).** Extraction, characterization and anti-corrosion activity of *Mentha pulegium* oil: Weight loss, electrochemical, thermodynamic and surface studies. *Journal of Molecular Liquids*, 216, 724–731. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.02.005>.
- ❖ **Khanal, D., Neupane, S. B., Bhattarai, A., Khatri-Chhetri, S., Nakarmi, N., Sapkota, S., Mahat, B., Pandey, P., & Sharma, V. (2021).** Evaluation of Botanical Powders for

- the Management of Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* L. Coleoptera: Curculionidae) in Rupandehi, Nepal. *Advances in Agriculture*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8878525>.
- ❖ **Khanh, H.D.T. (2005).** *Anisopteromalus calandrae* :un modèle pour l'étude du succès reproducteur des mâles. Thèse de docteur en sciences de la vie de l'université de tours, p 158.
 - ❖ **Kheloul, L., Anton, S., Gadenne, C., & Kellouche, A. (2020).** Fumigant toxicity of *Lavandula spica* essential oil and linalool on different life stages of *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23(2), 320–326. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2020.02.008>.
 - ❖ **Khonche, A., Fallah Huseini, H., abdi, H., Mohtashami, R., Nabati, F., & Kianbakht, S. (2017).** Efficacy of *Mentha pulegium* extract in the treatment of functional dyspepsia: A randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Journal of Ethnopharmacology*, 206(February 2018), 267–273. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.05.026>
 - ❖ **Kim, S.-I., Ahn, Y.-J., & Kwo, H.-W. (2012).** Toxicity of Aromatic Plants and Their Constituents Against Coleopteran Stored Products Insect Pests. *New Perspectives in Plant Protection*. <https://doi.org/10.5772/36288>
 - ❖ **Kim, J. S. (2022).** Erratum: The effect of artificial lights on the growth and quality of hydroponic cultivated barley (*Hordeum vulgare* L.) sprouts (Journal of Plant Biotechnology 48 (62-70) DOI: 10.5010/JPB.2021.48.1.062).
 - ❖ **Kirac, F. T., Dagdelen, A. F., & Saricaoglu, F. T. (2022).** Recent advances in polylactic acid biopolymer films used in food packaging systems. *Journal of Food and Nutrition Research*, 61(1), 1–15.
 - ❖ **Kłyś, M., Malejky, N., & Nowak-Chmura, M. (2017).** The repellent effect of plants and their active substances against the beetle storage pests. *Journal of Stored Products Research*, 74, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.10.006>.
 - ❖ **Knights, E. J., Wood, J. A., & Harden, S. (2011).** A gene influencing seed shape of desi type chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Breeding*, 130(2), 278–280. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2010.01810.x>.
 - ❖ **Kolossova, A. Y., & Eremin, S. A. (2005).** Pests of Stored Food-stuff and their Control. In *International Journal of Food Science and Technology* (Vol. 40, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00899.x>.
 - ❖ **Krzyżowski, M, Francikowski, J Bartosz B, & Agnieszka B. (2020).** The Short-Chain

- Fatty Acids as Potential Protective Agents against *Callosobruchus Maculatus* Infestation. *Journal of Stored Products Research* 86. doi: 10.1016/j.jspr.2020.101570.
- ❖ **Kuete V. (2017).** Medicinal spices and vegetables from africa Therapeutic Potential against Metabolic, Inflammatory, Infectious and Systemic Diseases. *Academic Press is an imprint of Elsevier*, 692p. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>.
 - ❖ **Kumar, D., & Kalita, P. (2017).** Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. *Foods*, 6(1), 1–22. <https://doi.org/10.3390/foods6010008>
 - ❖ **Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., & Satya, S. (2011).** Insecticidal properties of *Mentha* species: A review. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 802–817. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.02.019>.
 - ❖ **Kurt A. Rosentrater A.D. E. (2018).** Technology of kent's cereals. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. Elsevier, 881p.
 - ❖ **Lacoume, S., Bressac, C., & Chevrier, C. (2009).** Male hypofertility induced by Paraquat consumption in the non-target parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Biological Control*, 49(3), 214–218. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.02.002>.
 - ❖ **Lale, N. E. S., & Mustapha, A. (2000).** Potential of combining neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed oil with varietal resistance for the management of the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Journal of Stored Products Research*, 36(3), 215–222. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(99\)00035-1](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(99)00035-1).
 - ❖ **Laurent, B. (2003).** La récolte au stockage éclairages carphologiques sur les opérations de traitement des céréales à l'âge du bronze dans le sud de la France. Editions APDCA, Antibes.
 - ❖ **Lee, A. K., Sze, C. C., Kim, E. R., & Suzuki, Y. (2013).** Developmental coupling of larval and adult stages in a complex life cycle: Insights from limb regeneration in the flour beetle, *Tribolium castaneum*. *EvoDevo*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/2041-9139-4-20>.
 - ❖ **Loni, A., & Panahi, O. (2015).** Control of stored grain pest, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), using the essential oils isolated from *Zingiber officinale* (L.) and *Mentha pulegium* (L.) in laboratory condition. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48(5), 434–440. <https://doi.org/10.1080/03235408.2014.893636>.
 - ❖ **López-Castillo, L. M., Silva-Fernández, S. E., Winkler, R., Bergvinson, D. J., Arnason, J. T., & García-Lara, S. (2018).** Postharvest insect resistance in maize.

- Journal of Stored Products Research*, 77, 66–76.
<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.03.004>.
- ❖ **Louni, M., Shakarami, J., & Negahban, M. (2018).** Insecticidal efficacy of nanoemulsion containing *Mentha longifolia* essential oil against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Crop Protection*, 7(2), 171–182.
 - ❖ **Lakhial, S. (2018).** Inventaire des insectes et des maladies des denrées stockées, 9p.
 - ❖ **Lerin, F. (1986).** Céréales et produits céréaliers en méditerranée. Ed. Montpellier ; pp 81 ; 93.
 - ❖ **Lord, J. C. (2006).** Interaction of *Mattesia oryzaephili* (Neogregarinorida: Lipotrophidae) with *Cephalonomia spp.* (Hymenoptera: Bethyridae) and their hosts *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). *Biological Control* 37: 167–172.
 - ❖ **Madurapperumage, A., Tang, L., Thavarajah, P., Bridges, W., Shipe, E., Vandemark, G., & Thavarajah, D. (2021).** Chickpea (*Cicer arietinum* L.) as a Source of Essential Fatty Acids – A Biofortification Approach. *Frontiers in Plant Science*, 12(October). <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.734980>
 - ❖ **Mahdi, S. H. A., & Rahman, M. K. (1970).** Insecticidal effect of some spices on *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) in black gram seeds. *University Journal of Zoology, Rajshahi University*, 27(2003), 47–50.
<https://doi.org/10.3329/ujzru.v27i0.1953>.
 - ❖ **Mansourian, A., Boojarpour, N., Ashnagar, S., Momen Beitollahi, J., & Shamshiri, A. R. (2014).** The comparative study of antifungal activity of *Syzygium aromaticum*, *Punica granatum* and nystatin on *Candida albicans*; An in vitro study. *Journal of Medical Mycology*, 24(4), e163–e168. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2014.07.001>.
 - ❖ **Mahfuz, I., & Khalequzzaman, M. (1970).** Contact and Fumigant Toxicity of Essential Oils Against *Callosobruchus maculatus*. *University Journal of Zoology, Rajshahi University*, 26(February), 63–66. <https://doi.org/10.3329/ujzru.v26i0.701>.
 - ❖ **Makate, N. (2010).** The Susceptibility of Different Maize Varieties to Postharvest Infestation by *Sitophilus Zeamais* (MOTSCH) (Coleoptera: Cuculionidae). *Scientific Research and Essays* 5(1): 30–34.
 - ❖ **Mallamaire, A. (1965).** Les insectes nuisibles aux semences et aux denrées entreposés au Sénégal. *Protection Des Cultures Tropicales*, 85–92.
 - ❖ **Mario, M B, Ludji Pantja A, Jue L H, & Lekhnath K. (2021).** Fumigant Activity of Four Plant Powders against Cowpea Weevil, *Callosobruchus Maculatus* (Fabricius)

- (Coleoptera: Chrysomelidae) in Stored Adzuki Bean. *Legume Research* 44(6):667–72. doi: 10.18805/LR-533.
- ❖ **Mebarkia, A., Khalfi O. & Guechi A. (2001).** Problèmes phytosanitaires des céréales stockées en régions semi-aride. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12et 13 Nov, MAP, INPV El-Harrach, 119-126
 - ❖ **Mebarkia, A. & Ghechi, A. (2001).** Protection Phytosanitaire contre les ravageurs des céréales stockées. Laboratoire de Microbiologie et de phytopathologie, Faculté des sciences, UFA-Sétif, 104-108.
 - ❖ **Massoud, M. A., Adel, M. M., Zaghloul, O. A., Mohamed, M. I., & Abdel-Rheim, K. H. (2018).** Eco-Friendly Nanoemulsion Formulation of *Mentha piperita* Against Stored Product Pest *Sitophilus oryzae*. *Advances in Crop Science and Technology*, 06(06). <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000404>.
 - ❖ **Matos, L. F., Barbosa, D. R. e. S., Lima, E. da C., Dutra, K. de A., Navarro, D. M. do A. F., Alves, J. L. R., & Silva, G. N. (2020).** Chemical composition and insecticidal effect of essential oils from *Illicium verum* and *Eugenia caryophyllus* on *Callosobruchus maculatus* in cowpea. *Industrial Crops and Products*, 145(January), 112088. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112088>.
 - ❖ **Medini, M., Hamza, S., Rebai, A., & Baum, M. (2005).** Analysis of genetic diversity in Tunisian durum wheat cultivars and related wild species by SSR and AFLP markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52(1), 21–31. <https://doi.org/10.1007/s10722-005-0225-0>.
 - ❖ **Mehta, V., Kumar, S., Koranga, R., & Thakur, H. (2021).** Host Plant Resistance and Botanicals, As Potential Management Tactics for Insect Pests of Stored Grains. 24(2), 1431–1443. <https://connectjournals.com/03895.2021.24.1431>.
 - ❖ **Mekademi, K., Kebour, D., Ouchene-Khelifi, N. A., & Ouchene, N. (2021).** Evaluation of the antimicrobial and anti-Varroa destructor L. activity of the essential oil of clove (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae). *Agricultural Science and Technology*, 13(4), 404–408. <https://doi.org/10.15547/ast.2021.04.065>.
 - ❖ **Mereghetti, V., Chouaia, B., Limonta, L., Locatelli, D. P., & Montagna, M. (2019).** Evidence for a conserved microbiota across the different developmental stages of *Plodia interpunctella*. *Insect Science*, 26(3), 466–478. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12551>.
 - ❖ **Messaoudi, M., Rebiai, A., Sawicka, B., Atanassova, M., Ouakouak, H., Larkem, I., Egbuna, C., Awuchi, C. G., Boubekour, S., Ferhat, M. A., Begaa, S., & Benchikha, N. (2022).** Effect of extraction methods on polyphenols, flavonoids, mineral elements,

- and biological activities of essential oil and extracts of *Mentha pulegium* l. *Molecules*, 27(1). <https://doi.org/10.3390/molecules27010011>.
- ❖ **Mesterházy, Á., Oláh, J., & Popp, J. (2020).** Losses in the grain supply chain: Causes and solutions. *Sustainability* (Switzerland), 12(6), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su12062342>.
 - ❖ **Miao, J. K., Shi, R. H., Li, C., Li, X. W., & Chen, Q. X. (2015).** Sweet Flag (*Acorus calamus*) Oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00088-2>.
 - ❖ **Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2017).** The Role of Legumes in Human Nutrition. *Functional Food - Improve Health through Adequate Food*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69127>
 - ❖ **Mohamed, A., Olfa, B., Jemâa, J. M. Ben, Haouel, S. H., & Manef, A. (2018).** Comparative Insecticidal Activity of *Mentha pulegium* L . and *Thymus capitatus* Hoff . Et Link . Essential Oils against the Red Flour Beetle : *Tribolium Castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 10(10), 32–39.
 - ❖ **Mohapatra, D.;Giri, S.; & Kari, A. (2014).** Effect of Microwave Aided Disinfestation of *Callosobruchus maculatus* on Green Gram Quality. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 5(2), 55–62. http://www.ripublication.com/ijafst_spl/ijafstv5n2spl_08.pdf
 - ❖ **Mohapatra, D., Kar, A., & Giri, S. K. (2015).** Insect Pest Management in Stored Pulses: an Overview. *Food and Bioprocess Technology*, 8(2), 239–265. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1399-2>
 - ❖ **Mohapatra, D., Saha, K. P., & Bhushana Babu, V. (2019).** Disinfestation of Chickpea and Green Gram from *Callosobruchus maculatus* Adults Through Hot-Air-Assisted Microwave Heating System. *Agricultural Research*, 8(1), 72–83. <https://doi.org/10.1007/s40003-018-0346-2>.
 - ❖ **Mohar, S. (2020).** Chickpea: Crop Wild Relatives for Enhancing Genetic Gains. In *Academic Press is an imprint of Elsevier*, 386p. DOI: 10.1016/c2018-0-03826-8
 - ❖ **Mohar S H, & Upadhyaya D. (2016).** Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement. In *Academic Press is an imprint of Elsevier*, 386p. www.elsevier.com/permissions.
 - ❖ **Mohar, S. H., Upadhyaya, D., & Singh, B. I. (2013).** Genetic and Genomic Resources

- of Grain Legume Improvement. In *Elsevier Inc. All rights reserved*, 322p.
- ❖ **Momar, M. (2011).** Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*).
 - ❖ **Mondal, K. A. M. S. H., & Parween, S. (2000).** Insect growth regulators and their potential in the management of stored-product insect pests. *Integrated Pest Management Reviews*, 5(4), 255–295. <https://doi.org/10.1023/A:1012901832162>.
 - ❖ **Morrison, W. R., Larson, N. L., Brabec, D., Zhang, A., & Mahroof, R. (2019).** Methyl Benzoate as a Putative Alternative, Environmentally Friendly Fumigant for the Control of Stored Product Insects. *Journal of Economic Entomology*, 112(5), 2458–2468. <https://doi.org/10.1093/jee/toz179>.
 - ❖ **Morrison, W. R., Scully, E. D., & Campbell, J. F. (2021).** Towards developing areawide semiochemical-mediated, behaviorally-based integrated pest management programs for stored product insects. *Pest Management Science*, 77(6), 2667–2682. <https://doi.org/10.1002/ps.6289>.
 - ❖ **Moumouni, D., Doumma, A., & Sembene, M. (2014).** Influence des zones agroécologiques sur les paramètres biologiques de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera-Bruchidea), ravageurs des graines du niébé (*Vigna unguiculata* Walp.) au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(5), 1866. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.7>.
 - ❖ **Mozaffari, F., Abbasipour, H., Garjan, A. S., Saboori, A., & Mahmoudvand, M. (2013).** Toxicity and Oviposition Deterrence and Repellency of *Mentha pulegium* (Lamiaceae) Essential Oils against *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae). *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 16(5), 575–581. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2013.854500>.
 - ❖ **Muchinsky, P. M. (2012).** Biology of *Cicer arietinum* (Chickpea). *Psychology Applied to Work: An Introduction to Industrial and Organizational Psychology, Tenth Edition* Paul, 53(9), 1689–1699.
 - ❖ **Mulvin, L. (2001).** Conservation. In *Antiquity* (Vol. 75, Issue 288). <https://doi.org/10.1017/S0003598X00061111>.
 - ❖ **Murata, M., Imamura, T., & Miyanoshita, A. (2007).** Suppression of the stored-product insect *Tribolium confusum* by *Xylocoris flavipes* and *Amphibolus venator*. *Journal of Applied Entomology*, 131(8), 559–563. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2007.01176.x>.

- ❖ **Mutungi, C. M., Affognon, H., Njoroge, A. W., Baributsa, D., & Murdock, L. L. (2014).** Storage of mung bean (*Vigna radiata* [L.] Wilczek) and pigeonpea grains (*Cajanus cajan* [L.] Millsp) in hermetic triple-layer bags stops losses caused by *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 58, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.03.004>.
- ❖ **Naseri, B., & Borzoui, E. (2016).** Life cycle and digestive physiology of *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) on various wheat cultivars. *Annals of the Entomological Society of America*, 109(6), 831–838. <https://doi.org/10.1093/aesa/saw052>.
- ❖ **Ncibi, S., Attia, S., Diop, S. M. b., Ammar, M., & Hance, T. (2020).** Bio-Insecticidal Activity of Three Essential Oils against *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae). *African Entomology*, 28(2), 339–348. <https://doi.org/10.4001/003.028.0339>.
- ❖ **Negbenebor, H. E., & Nura, S. (2020).** Effect of Plants Powdered Extracts against Lesser Grain Borer (*Rhyzopertha dominica*) Infestation of Stored Wheat. *Singapore Journal of Scientific Research*, 10(4), 451–457. <https://doi.org/10.3923/sjsres.2020.451.457>.
- ❖ **Neme, K., Tola, Y. B., Mohammed, A., Tadesse, E., & Astatkie, T. (2021).** Effects of variety, storage container, and duration on the physical properties, oil content, germination capacity, and seed loss due to *Plodia interpunctella* infestation of Ethiopian sesame. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(3), 843–852. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10691>
- ❖ **Nenaah, G. E., & Ibrahim, S. I. A. (2011).** Chemical composition and the insecticidal activity of certain plants applied as powders and essential oils against two stored-products coleopteran beetles. *Journal of Pest Science*, 84(3), 393–402. <https://doi.org/10.1007/s10340-011-0354-5>
- ❖ **Ngamo, L. S. T., & Hance, T. (2007).** Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. 9, 215–220.
- ❖ **Ngamo, T. S. L., Ngassoum, M. B., Mapongmestsem, P. M., Noudjou, W. F., Malaisse, F., Haubruge, E., Lognay, G., Kouninki, H., & Hance, T. (2007).** Use of essential oils of aromatic plants as protectant of grains during storage. In *Agricultural Journal* (Vol. 2, Issue 2, pp. 204–209). <http://www.cabdirect.org/abstracts/20093214220.html>
- ❖ **Ngamo, T. S. L., Kouninki, H., Ladang, Y. D., Ngassoum, M. B., Mapongmestsem,**

- P. M., & Hance, T. (2007).** Potential of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) as biocontrol agent of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *African Journal of Agricultural Research*, 2(4), 168–172.
- ❖ **Nisar, M. S., Ali, S., Hussain, T., Ramzan, H., Niaz, Y., Haq, I. U., Akhtar, F., Alwahibi, M. S., Elshikh, M. S., Kalaji, H. M., Telesiński, A., Ahmed, M. A. A., & Mackled, M. I. (2022).** Toxic and repellent impacts of botanical oils against *Callosobruchus maculatus* (Bruchidae: Coleoptera) in stored cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Plos One*, 17(5), e0267987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267987>.
- ❖ **Nta, A. I., A. A. J. Mofunanya, V. B. Ogar, & P. A. Azuike. (2019).** Evaluation of the Insecticidal Potential of Six Plants Leaves Powders against *Acanthoscelides obtectus* Say on Stored Phaseolus Vulgaris L. *Journal of Experimental Agriculture International* 36(4):1–12. doi: 10.9734/jeai/2019/v36i430243.
- ❖ **Ntonifor, N. N., Oben, E. O., & Konje, C. B. (2010).** Use of selected plant-derived powders and their combinations to protect stored cowpea grains against damage by *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 5(5), 13–21.
- ❖ **Oerke, E. C. (2006).** Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31–43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>.
- ❖ **Nurul, A. H., & Noor, M. A. (2019).** Food Preference of *Oryzaephilus Surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) to Different Types of Plant Products . *Malaysian Journal of Halal Research*, 2(2), 53–57. <https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0015>.
- ❖ **Oerke, E. C., & Dehne, H. W. (2004).** Safeguarding production - Losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*, 23(4), 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.10.001>.
- ❖ **Oils, C. P. (2020).** Cold Pressed Oils. In *Cold Pressed Oils*. <https://doi.org/10.1016/c2018-0-03151-5>.
- ❖ **Oliveira, C. M., Auad, A. M., Mendes, S. M., & Frizzas, M. R. (2014).** Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. *Crop Protection*, 56, 50–54. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.10.022>.
- ❖ **Omondi, B. A., Jiang, N., van den Berg, J., & Schulthess, F. (2011).** The flight activity of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) and *Teretrius nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) in Kenya. *Journal of Stored Products Research*, 47(1), 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2010.08.002>.
- ❖ **Ong, M., Chomistek, N., Dayment, H., Goerzen, W., & Baines, D. (2020).** Insecticidal activity of plant powders against the parasitoid, *Pteromalus venustus*, and its host, the

- Alfalfa leafcutting bee. *Insects*, 11(6), 1–20. <https://doi.org/10.3390/insects11060359>.
- ❖ **Oparaeke, A. M., & Daria V. S. (2005).** Toxicity of Some Plant Powders to *Callosobruchus Maculatus* (Fab.) on Stored Cowpea. *Nigerian Journal of Entomology* 22:76–83.
 - ❖ **Ouakouak, H., Chohra, M., & Denane, M. (2015).** Chemical Composition, Antioxidant Activities of the Essential Oil of *Mentha pulegium* L, South East of Algeria. *International Letters of Natural Sciences*, 39, 49–55. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ilns.39.49>.
 - ❖ **Ouest, A. De, & Hell, K. (2005).** Petit Manuel D ' Identification Stockees En Afrique De L ' Ouest. *October 2017*.
 - ❖ **Padín, S., Dal Bello, G., & Fabrizio, M. (2002).** Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. *Journal of Stored Products Research*, 38(1), 69–74. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00046-1).
 - ❖ **Pai, A. (2009).** *Tribolium*. *Encyclopedia of Animal Behavior*, 446–452. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045337-8.00030-9>.
 - ❖ **Papageorgiou, M., & Skendi, A. (2018).** Introduction to cereal processing and by-products. In *Sustainable Recovery and Reutilization of Cereal Processing By-Products*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102162-0.00001-0>.
 - ❖ **Paper, R. (2014).** État et perspectives de lutte contre *Sitotroga cerealella* (Olivier , 1789), déprédateur des céréales au Bénin : synthèse bibliographique . *REVIEW PAPER*. 6955–6967.
 - ❖ **Paul M. M. (2012).** Biology of *Cicer arietinum* (Chickpea). *Psychology Applied to Work: An Introduction to Industrial and Organizational Psychology, Tenth Edition Paul*, 53(9), 1689–1699.
 - ❖ **Perišić, V. C., Slavica Vukovi_C., Vladimir Peri_Si_C., Kristina Lukovi_C., Vukajlovi, F. C., Miroslav, H., & Dap-Cevi T. C. H. (2021).** The influence of *Rhyzopertha dominica* (F.) on the technological quality of cereal grains treated with diatomaceous earth. *Journal of Stored Products Research*, 90 (2021) 101750.
 - ❖ **Pérez, H. E., Shiels, A. B., Zaleski, H. M., & Drake, D. R. (2008).** Germination after simulated rat damage in seeds of two endemic Hawaiian palm species. *Journal of Tropical Ecology*, 24(5), 555–558. <https://doi.org/10.1017/S0266467408005257>.

- ❖ **Perkins, J.F. (1976).** Handbooks for The identification Of british insects. Hymenoptera bethyloidea (excluding chrysididae). Royal entomological Society of london, vol.v i, part 3(a), p 43.
- ❖ **Pérez-Jiménez, J., V. Neveu, F. V, & Scalbert A. (2010).** Identification of the 100 Richest Dietary Sources of Polyphenols: An Application of the Phenol-Explorer Database. *European Journal of Clinical Nutrition* 64:S112–20. doi:10.1038/ejcn.2010.221.
- ❖ **Pezzini, C., Jahnke, S. M., & Köhler, A. (2017).** Morphological characterization of immature stages of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) ectoparasitoid of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 60, 157–171. <https://doi.org/10.3897/jhr.60.20104>.
- ❖ **Pezzini, C., Rosa, K. P., Jahnke, S. M., & Köhler, A. (2020).** Chemotaxis of *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) in response to larvae of *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) and host food substrate with tobacco. *Journal of Stored Products Research*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101680>.
- ❖ **Phillips, T. W., & Throne, J. E. (2010).** Biorational approaches to managing stored-product insects. *Annual Review of Entomology*, 55, 375–397. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090451>.
- ❖ **Pires, E. M., Nogueira, R. M., & Lacerda, M. C. (2018).** Damage Caused by *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) to Brazil Nuts. *Florida Entomologist*, 101(4), 684–687. <https://doi.org/10.1653/024.101.0407>.
- ❖ **Pourya, M., Sadeghi, A., Ghobari, A., Clauvis, N. T. T., & Smagghe, G. (2018).** “Bioactivity of *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. *Kurdica* (Zohary) Rech. F. and *Pistacia Khinjuk* Stocks Essential Oils against *Callosobruchus maculatus* (F, 1775) (Coleoptera: Bruchidae) under Laboratory Conditions.” *Journal of Stored Products Research* 77:96–105. doi: 10.1016/j.jspr.2018.03.007.
- ❖ **Pompeo, S., Alessandra L. P., Salvatore B., & Agatino R. (2014).** Olfactometer responses of a wild strain of the parasitic wasp *Venturia canescens* (Hymenoptera, Ichneumonidae) obtained from its natural host *Cadra figulilella* (Lepidoptera, Pyralidae) to odours from three tored food products infested with pyralid pests. *Journal of Stored Products Research*. 59, 55-60.
- ❖ **Popp J. Petó K& Nagy J. 52013).** Pesticide productivity and food security. A review. *Agron. Sustain. Dev.* (2013) 33:243–255 DOI 10.1007/s13593-012-0105-x.

- ❖ **Qin, J., Li, R., Raes, J., Arumugam, M., Burgdorf, K. S., Manichanh, C., Nielsen, T., Pons, N., Levenez, F., Yamada, T., Mende, D. R., Li, J., Xu, J., Li, S., Li, D., Cao, J., Wang, B., Liang, H., Zheng, H., & Zoetendal, E. (2010).** A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature*, 464(7285), 59–65. <https://doi.org/10.1038/nature08821>.
- ❖ **Rachwa-Rosiak, D., Nebesny, E., & Budryn, G. (2015).** Chickpeas, composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(8), 1137–1145. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.687418>.
- ❖ **Raja, N., Babu, A., Dorn, S., & Ignacimuthu, S. (2001).** Potential of plants for protecting stored pulses from *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *Biological Agriculture and Horticulture*, 19(1), 19–27. <https://doi.org/10.1080/01448765.2001.9754906>.
- ❖ **Rajendran, S., & Sriranjini, V. (2008).** Plant products as fumigants for stored-product insect control. *Journal of Stored Products Research*, 44(2), 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.08.003>.
- ❖ **Ramlal, S., Khan, A., Ramsewak, R., & Mohammed, F. (2020).** Bioactivity of essential oils from five spices against *Sitophilus zeamais* motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Tropical Agriculture*, 97(1), 67–91.
- ❖ **Randhawa, M. A. (2009).** Calculation of LD50 values from the method of Miller and Tainter, 1944. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad : JAMC*, 21(3), 184–185.
- ❖ **Rana, I. S., Aarti, S. R., & Ram, C. R. (2011).** Evaluation of Antifungal activity in essential oil of the *Syzygium aromaticum* (L.) by extraction, purification and analysis of Its main component eugenol.” *Brazilian Journal of Microbiology* 42(4):1269–77. doi: 10.1590/S1517-83822011000400004.
- ❖ **Rawal, V. & Navarro, D. K. (2019).** The Global Economy of Pulses. Rome, FAO. In *Global Studies: Volume 1: Globalization and Globality*. <https://doi.org/10.4324/9781351263207-4>.
- ❖ **Road, L. (2021).** *Storage losses in legumes* By P. DOBIE., May, 75–79.
- ❖ **Rojas-Rousse, D. (2010).** Facultative Hyper parasitism: Extreme Survival Behavior of the Primary Solitary Ectoparasitoid, *Dinarmus basalis*. *Journal of Insect Science*, 10(101):1-13.
- ❖ **Rombeau, J. L., Caldwell, M. D., & Merritt, R. J. (1985).** Enteral and Tube Feeding. In *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* (Vol. 4, Issue 3).

<https://doi.org/10.1097/00005176-198506000-00036>.

- ❖ **Roth, M. (1980).** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Initiation - Documentations techniques n°23. *Office de La Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM)*, 259p.
- ❖ **Rouhani, M., Samih, M., & Kalantari, S. (2012).** Insecticidal effect of silica and silver nanoparticles on the cowpea seed beetle, *Callosobruchus maculatus* F.(Col.: Bruchidae). *Journal of Entomological Research*, 4(4), 297–305. http://www.sid.ir/EN/VEWSSID/J_pdf/1024720131603.pdf.
- ❖ **Rastoin, J., & Benabderrazik, H. (2014).** Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb pour un co-développement de filières territorialisées. 136p. <http://www.ipemed.coop/fr/publications-r17/collection-construire-lamediterranee-c49/> <http://www.ipemed.coop/fr/publications-r17/rapports-syntheses-c108/>
- ❖ **Ryoo, M., Yoo C.K. & Hong V.S. (1990).** Influences Of Food Quality For *Sitophilus Orrzae* (Coleoptera: Curculionidae) On Life Mstory Of *Lariophagus Distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae). Department Of Agricultural Biology, College Of Agriculture, Korea University Seoul, P 211-219.
- ❖ **Saad, M. M. G., Abou-Taleb, H. K., & Abdelgaleil, S. A. M. (2018).** Insecticidal activities of monoterpenes and phenylpropenes against *Sitophilus oryzae* and their inhibitory effects on acetylcholinesterase and adenosine triphosphatases. *Applied Entomology and Zoology*, 53(2), 173–181. <https://doi.org/10.1007/s13355-017-0532-x>.
- ❖ **Sabbour, M. M. A. (2020).** Efficacy of nano-formulated certain essential oils on the red flour beetle *Tribolium castaneum* and confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) under laboratory and storage conditions. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1). <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00336-6>.
- ❖ **Saeidi, K., & Hassanpour, B. (2014).** Efficiency of *Mentha piperita* L. and *Mentha pulegium* L. essential oils on nutritional indices of *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Entomological and Acarological Research*, 46(1), 13. <https://doi.org/10.4081/jear.2014.715>.
- ❖ **Saeidi, K., & Mirfakhraie, S. (2017).** Chemical composition and insecticidal activity *Mentha piperita* L. essential oil against the cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Entomological and Acarological Research*, 49(3), 127–134. <https://doi.org/10.4081/jear.2017.6769>.

- ❖ **Saha, S.R., Islam W., & Parween S. (2012).** Influence of humidity and tribolium beetle food source on the life history characteristics of predator, *Xylocoris flavipes* (hemiptera: anthocoridae). *Tropical agricultural research & extension*. 15(1), 6
- ❖ **Saha, S., Islam, W., & Parween, S. (2013).** Influence of Humidity and tribolium Beetle Food Source on the Life History Characteristics of Predator, *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae); *Tropical Agricultural Research and Extension*, 15(1), 8. <https://doi.org/10.4038/tare.v15i1.5237>.
- ❖ **Said, P. P., & Pashte, V. V. (2015).** Botanicals: The Protectants of Stored Grains Pests. *Trends in Biosciences*, 8(15), 3750–3755.
- ❖ **Salem, N., Bachrouch, O., Sriti, J., Msaada, K., Khammassi, S., Hammami, M., Selmi, S., Boushah, E., Koorani, S., Abderraba, M., Marzouk, B., Limam, F., & Mediouni Ben Jemaa, J. (2018).** Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricornis*. *International Journal of Food Properties*, 20(3), S2899–S2913. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1382508>.
- ❖ **Sasakawa, K., Satô, M., & Shimada, M. (2012).** Additional notes on *Anisopteromalus* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae), the sibling species of a parasitic wasp of stored-product pests, *Anisopteromalus calandrae* (Howard): A new alternative host, an eye color mutant and DNA barcodes. *Entomological Science*, 15(3), 349–351. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8298.2012.00521.x>.
- ❖ **Sayadi, M., Langroodi, A. M., & Pourmohammadi, K. (2021).** Combined effects of chitosan coating incorporated with *Berberis vulgaris* extract and *Mentha pulegium* essential oil and MAP in the shelf life of turkey meat. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(6), 5159–5169. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01068-5>.
- ❖ **Saldivar, S. O. S., & García-Lara, S. (2015).** Cereals: Storage. *Encyclopedia of Food and Health*, 712–717. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00129-X>.
- ❖ **Sankara F, Gondé Z, Sanou A B, S. I. (2016).** Participatory analysis of farmers' post-harvest practices and storage constraints of both legumes grown in the Hauts-Bassins region of Burkina Faso: cases of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. and Bambara groundnut, *Vigna subterranea* (L.) Verdc. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 16(3), 646–656.
- ❖ **Sanon, A., Ouedraogo A., Tricault Y., Credland P. F., Et Huignard J. (1999).** Biological control of bruchids in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) adults. *Environ. Entomol.* 27: 717-725.

- ❖ **Scheff, D. S., & Arthur, F. H. (2018).** Fecundity of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* adults after exposure to deltamethrin packaging. *Journal of Pest Science*, 91(2), 717–725. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0923-3>.
- ❖ **Schneider, A., & Huyghe, C. (2015).** Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. *Les Légumineuses Pour Des Systèmes Agricoles et Alimentaires Durables*. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-2335-0>
- ❖ **Schöller, M., & Prozell, S. (2014).** Stored-product insects and their natural enemies in Germany: a species-inventory. *IOBC-WPRS Bulletin*, 98, 27–34. <https://www.researchgate.net/publication/279999753>.
- ❖ **Schöller, M., Flinn, P., Grieshop, M., & Zdarkova E. (2006).** Biological Control of Stored Product Pests. Insect Management for Food storage and Processing. American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 67–87.
- ❖ **Schöller, M., & Flinn, P.W. (2000).** Parasitoids and Predators. In: Subramanyam B., Hagstrum D.W. (eds) *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM*. Springer, Boston, MA.
- ❖ **Schöller, M., 2014.** Cryptocephaline Egg Case Provides Incomplete Protection from *Generalist Predators* (Coleoptera : Chrysomelidae). *Psyche A Journal of Entomology*, Vol. 2014, Article ID 176539, 4 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/176539>.
- ❖ **Selles, S. M. A., Kouidri, M., Belhamiti, B. T., & Ait Amrane, A. (2020).** Chemical composition, in-vitro antibacterial and antioxidant activities of *Syzygium aromaticum* essential oil. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(4), 2352–2358. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00482-5>.
- ❖ **Selles, S. M. A., Kouidri, M., Belhamiti, T. B., Ait Amrane, A., Benahmed, M., & Hachemi, A. (2020).** Correction to: Main compounds and in vitro effectiveness of *Syzygium aromaticum* essential oil on protoscoleces of hydatid cyst (Comparative Clinical Pathology, (2020), 29, 3, (705-711), 10.1007/s00580-020-03114-y). *Comparative Clinical Pathology*, 29(4), 911. <https://doi.org/10.1007/s00580-020-03133-9>.
- ❖ **Semple, R. L., Hicks, P. A., Lozare, J. V., & Castermans, A. (1992).** Towards Integrated Commodity and Pest Management in Grain Storage.” *Regional Training Course on Integrated Pest Management Strategies in Grain Storage Systems*: 526.
- ❖ **Seck, D. (1994).** Développement de méthodes alternatives ravageurs des denrées emmagasinées au Sénégal par l’utilisation de plantes indigènes. 185.
- ❖ **Seri-Kouassi, B. P., Kanko, C., Nondenot Aboua, L. R., Bekon, K. A., Glitho, A. I.,**

- Koukoua, G., & N'Guessan, Y. T. (2004).** Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé. *Comptes Rendus Chimie*, 7(10–11), 1043–1046. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2003.12.031>.
- ❖ **Sexton, S. S., Lei, Z., & Zilberman, D. (2007).** The economics of pesticides and pest control. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 1(3), 271–326. <https://doi.org/10.1561/101.000000007>.
- ❖ **Shah, H., Mahdi, A., & Khaladur R. M. (2000).** Insecticidal effect of some spices on *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) in black gram seeds. *Univ. j. zool. Rajshahi Univ.* Vol. 27, 2008 pp. 47-50.
- ❖ **Singh, A P, Kumar Singh R, Venkatraman S. H, Narayani S, Pinki S, Yadav R, Yadav N, Aggarwal R, & Kumar R. (2022).** Unclasping Potential Chickpea Resources for the Antioxidant Enzyme Superoxide Dismutase. *JSFA Reports* 1–14. doi: 10.1002/jsf2.65.
- ❖ **Singh, M. (2020).** Chapter 1 - Chickpea: Crop Wild Relatives for Enhancing Genetic Gains. In *Elsevier Inc. All rights reserved.* Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818299-4.00001-4>.
- ❖ **Singh, A. P., Singh, R. K., Hegde, V. S., Shukla, N., Saini, P., Yadav, R., Yadav, N., Aggarwal, R., & Kumar, R. (2022).** Unclasping potential chickpea resources for the antioxidant enzyme superoxide dismutase. *JSFA Reports*, 1–14. <https://doi.org/10.1002/jsf2.65>
- ❖ **Singh, R. (2011).** Evaluation of Some Plant Products for Their Oviposition Deterrent Properties Against the *Callosobruchus Maculatus* (F.) on Chik Pea Seeds. *International Journal of Pharmaceutical Studies and Research E*, 7(5), 25–28.
- ❖ **Siwale, J., Mbata K., Mcrobert J., & Lungu D. (2010).** Comparative Resistance Of Improved Maize Genotypes And Landraces To Maize Weevil. *African Crop Science Journal*, Vol. 17, No. 1, Pp. 1 – 16.
- ❖ **Solà cassi, M. (2017).** Approaches for the biological control of stored product pests. *International Ph. D of Universidad Autonoma de Barcelona*, 267p.
- ❖ **Songre-Ouattara, L. T., Bationo, F., Parkouda, C., Dao, A., Bassole, I. H. N., & Diawara, B. (2016).** Qualité des grains et aptitude à la transformation : cas des variétés de *Sorghum bicolor*, *Pennisetum laucum* et *Zea mays* en usage en Afrique de l'Ouest. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(6), 2819. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.23>.
- ❖ **Species, I. (2015).** Bark Beetles. In *Bark Beetles*. <https://doi.org/10.1016/c2013-0-04752->

4.

- ❖ **Srivastava, A. K., Dixit, G. P., & Singh, N. P. (2017).** Assessing chickpea yield gaps in India: A tale of two decades. *Outlook on Agriculture*, 46(3), 230–235. <https://doi.org/10.1177/0030727017726208>.
- ❖ **St-Pierre, N., Bélanger, V., & Brégar, A. (2014).** Ventilation et conservation des grains à la ferme. Réseau Innovagrains et Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 58 p.
- ❖ **Stamopoulos, D. C., Damos, P., & Karagianidou, G. (2007).** Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 43(4), 571–577. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.03.007>.
- ❖ **Stejskal, V., Aulicky, R., & Kucero, Z. (2014).** Pest control strategies and damage potential of seed-infesting pests in the Czech stores - A review. *Plant Protection Science*, 50(4), 165–173. <https://doi.org/10.17221/10/2014-pps>.
- ❖ **Stejskal, V., Hubert, J., Aulicky, R., & Kucero, Z. (2015).** Overview of present and past and pest-associated risks in stored food and feed products: European perspective. *Journal of Stored Products Research*, 64(December 2018), 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.12.006>.
- ❖ **Stejskal, V., Aulicky, R., & Kucero, Z. (2014).** Pest control strategies and damage potential of seed-infesting pests in the Czech stores - A review. *Plant Protection Science*, 50(4), 165–173. <https://doi.org/10.17221/10/2014-pps>.
- ❖ **Stibick, J. N. L. (2009).** New Pest Response Guidelines Khapra Beetle. 114. http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/online_manuals.shtml.
- ❖ **Subramanyam, B., & Roesli, R. (2000).** Inert Dusts. Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM, 321–380. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4353-4_12.
- ❖ **Sujitha, J., Muneer, M. R. S., Mahendran, T., & Kiruthiga, B. (2018).** Influence of Storage Temperature on the Quality Parameters of Wheat Flour during Short Term Storage. 16(1), 53–57.
- ❖ **Suma, P., La Pergola, A., Bella, S., & Russo, A. (2014).** Olfactometer responses of a wild strain of the parasitic wasp *Venturia canescens* (Hymenoptera, Ichneumonidae) obtained from its natural host *Cadra figulilella* (Lepidoptera, Pyralidae) to odours from three stored food products infested with pyralid pests. *Journal of Stored Products Research*, 59, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.05.001>.
- ❖ **Summo, C., De Angelis, D., Ricciardi, L., Caponio, F., Lotti, C., Pavan, S., &**

- Pasqualone, A. (2019).** Data on the chemical composition, bioactive compounds, fatty acid composition, physico-chemical and functional properties of a global chickpea collection. *Data in Brief*, 27, 104612. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104612>.
- ❖ **Sushmita, T., Gupta, M. K., Kumar, C., & Karthik, S. (2019).** Toxicity of plant volatile oils against *Callosobruchus maculatus*. *Indian Journal of Entomology*, 81(2), 309. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2019.00058.0>.
 - ❖ **Swamy, S. V. S. G, & Sandeep Raja, D. (2018).** Use of Black Pepper and Clove against Pulse Beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) in Green Gram. *Indian Journal of Entomology* 80(4):1291. doi: 10.5958/0974-8172.2018.00277.8.
 - ❖ **Swella, G. B., & Deus-Mushobozy, M. K. (2007).** Evaluation of the Efficacy of Protectants against Cowpea Bruchids (*Callosobruchus maculatus* (F.)) on Cowpea Seeds (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp.).” *Plant Protection Science* 43(2):68–72. doi: 10.17221/2256-pps.
 - ❖ **Tahir, H. U., Sarfraz, R. A., Ashraf, A., & Adil, S. (2016).** Chemical Composition and Antidiabetic Activity of Essential Oils Obtained from Two Spices (*Syzygium aromaticum* and *Cuminum cyminum*). *International Journal of Food Properties*, 19(10), 2156–2164. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1110166>.
 - ❖ **Tang Q. (2016).** Olfactory responses of *Theocolax elegans* (Hymenoptera, Pteromalidae) females to volatile signals derived from host habitats. *Journal of Hymenoptera Research* 49: 95–109p.
 - ❖ **Taddese, M., Dibaba, K., Bayissa, W., Hunde, D., Mendesil, E., Kassie, M., Mutungi, C., & Tefera, T. (2020).** Assessment of quantitative and qualitative losses of stored grains due to insect infestation in Ethiopia. *Journal of Stored Products Research*, 89, 101689. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101689>.
 - ❖ **Tarlack, P., Mehrkhrou, F., & Mousavi, M. (2015).** Life history and fecundity rate of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) on different wheat flour varieties. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48(1), 95–103. <https://doi.org/10.1080/03235408.2014.882135>
 - ❖ **Tefera, T., 2012.** “Post-Harvest Losses in African Maize in the Face of Increasing Food Shortage.” *Food Security* 4(2): 267–77p.
 - ❖ **Teuscher, E., Anton, R. & Lobtein, A. (2005).** Plantes aromatiques épicées, aromates, condiments et huiles essentielles. *LAVOISIER S.A.S*, 544.

- ❖ **Throne, James E., Douglas C. Doehlert, and Michael S. McMullen. 2002.** “Susceptibility of Commercial Oat Cultivars to *Cryptolestes Pusillus* and *Oryzaephilus Surinamensis*.” *Journal of Stored Products Research* 39(2): 213–23p.
- ❖ **Toews, M. D., Subramanyam, B., & Rowan, J. M. (2003).** Knockdown and Mortality of Adults of Eight Species of Stored-Product Beetles Exposed to Four Surfaces Treated with Spinosad.” *Journal of Economic Entomology* 96(6): 1967–73p.
- ❖ **Trematerra, P., & Throne, J. (2012).** Insect and Mite Pests of Durum Wheat. In *Durum Wheat Chemistry and Technology: Second Edition* (Second Edi). AACC International, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-65-6.50010-6>.
- ❖ **Turpeau, E., Hullé, M., & Chaubet, B. (2011).** Pteromalidae INRA France.
- ❖ **USDA. (2008).** Plante profile of *Cicer arietinum* (Chickpea). United states departement of agriculture (USDA), natural ressources conservation services (NRCS). Plant database.
- ❖ **Uehara, S. A., Andrade, D. R., Takata, R., Gomes Júnior, A. V., & Vidal, M. V. (2019).** The Effectiveness of Tricaine, Benzocaine, Clove Oil, and Menthol as Anesthetics for Lambari-Bocarra *Oligosarcus Argenteus*. *Aquaculture* 502:326–31. doi: 10.1016/j.aquaculture.2018.12.054.
- ❖ **Upadhyay, N., Dwivedy, A. K., Kumar, M., Prakash, B., & Dubey, N. K. (2018).** Essential Oils as Eco-friendly Alternatives to Synthetic Pesticides for the Control of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 21(2), 282–297. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2018.1459875>.
- ❖ **Van Der Maesen, L.J.G. (1972).** *Cicer arietinum* L., A Monograph of The Genus, With Special.
- ❖ **Varshney, R. K., Song, C., Saxena, R. K., Azam, S., Yu, S., Sharpe, A. G., Cannon, S., Baek, J., Rosen, B. D., Tar'an, B., Millan, T., Zhang, X., Ramsay, L. D., Iwata, A., Wang, Y., Nelson, W., Farmer, A. D., Gaur, P. M., Soderlund, C., ... Cook, D. R. (2013).** Draft genome sequence of chickpea (*Cicer arietinum*) provides a resource for trait improvement. *Nature Biotechnology*, 31(3), 240–246. <https://doi.org/10.1038/nbt.2491>.
- ❖ **Vicidomini, C., Roviello, V., & Roviello, G. N. (2021).** Molecular Basis of the Therapeutical Potential of Clove (*Syzygium aromaticum* L.) and Clues to Its Anti-COVID-19 Utility. *Molecules*, 26(7), 1880. doi:10.3390/molecules26071880.
- ❖ **Visser, S., Voleníková, A., Nguyen, P., Verhulst, E. C., & Marec, F. (2021).** A conserved role of the duplicated Masculinizer gene in sex determination of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. *PLOS Genetics*, 17(8), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1009420>.

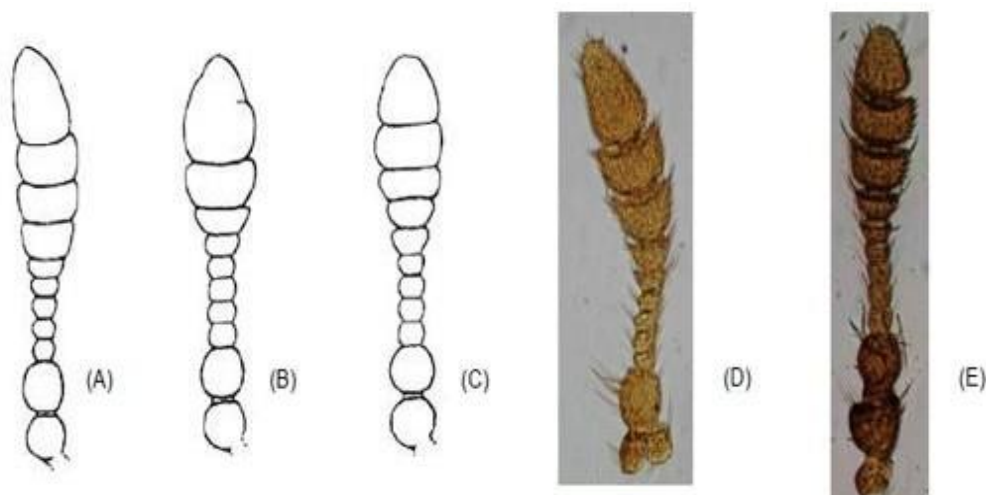
- ❖ **Viveros, A., Brenes, A., Elices, R., Arija, I., & Canales, R. (2001).** Nutritional value of raw and autoclaved kabuli and desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) for growing chickens. *Brit. Poult. Sci.* 42: 242-251.
- ❖ **Vojoudi, S., Esmaili, M., Farrokhi, M., & Saber, M. (2014).** Acute toxicity of kaolin and essential oils from *Mentha pulegium* and *Zingiber officinale* against different stages of *Callosobruchus maculatus* under laboratory conditions. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(3), 285–291. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.808859>.
- ❖ **Waongo, A., Ba, N. M., Dabiré-Binso, L. C., & Sanon, A. (2015).** Diversity and community structure of insect pests developing in stored sorghum in the Northern-Sudan ecological zone of Burkina Faso. *Journal of Stored Products Research*, 63, 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.05.002>.
- ❖ **Waongo, A., Yamkoulga, M., Dabire-Binso, C., Ba, M., & Sanon, A. (2013).** Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(3), 1157. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.22>.
- ❖ **Waongo, A., Traore, F., Sankara, F., Dabire-binso, C., & Sanon, A. (2018).** Evaluation du potentiel de développement de *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera : Bostrichidae) sur deux variétés locales de sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) du Burkina Faso (12(October), 2143–2151.
- ❖ **Wu, Y., Li, F., Li, Z., Stejskal, V., Kučerová, Z., Opit, G., Aulicky, R., Zhang, T., He, P., & Cao, Y. (2016).** Microsatellite markers for *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae) and other *Cryptolestes* species. *Bulletin of Entomological Research*, 106(2), 154–160. <https://doi.org/10.1017/S0007485315000899>.
- ❖ **Yakoubi, R., Megateli, S., Hadj Sadok, T., Bensouici, C., & Bağci, E. (2021).** A synergistic interactions of Algerian essential oils of *Laurus nobilis* L., *Lavandula stoechas* L. and *Mentha pulegium* L. on anticholinesterase and antioxidant activities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 31, 101891. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101891>.
- ❖ **Yang R.Z. A4 - Tang, C.S. R. (1988).** Plants used for pest control in China: a literature review. *Economic Botany*, v. 42(3), 376-406–1988 v.42 no.3. <https://doi.org/10.1007/BF02860162>.
- ❖ **Yédomon A.B.Z. (2013).** Test d'efficacité de quatre extraits végétaux dans le contrôle de *Callosobruchus maculatus* fabricius (coleoptera : bruchidae). Mémoire d'Ingénieur de

Conception en Aménagement et Protection de l'environnement. Université D'abomey Calavi (Benin). P 76.

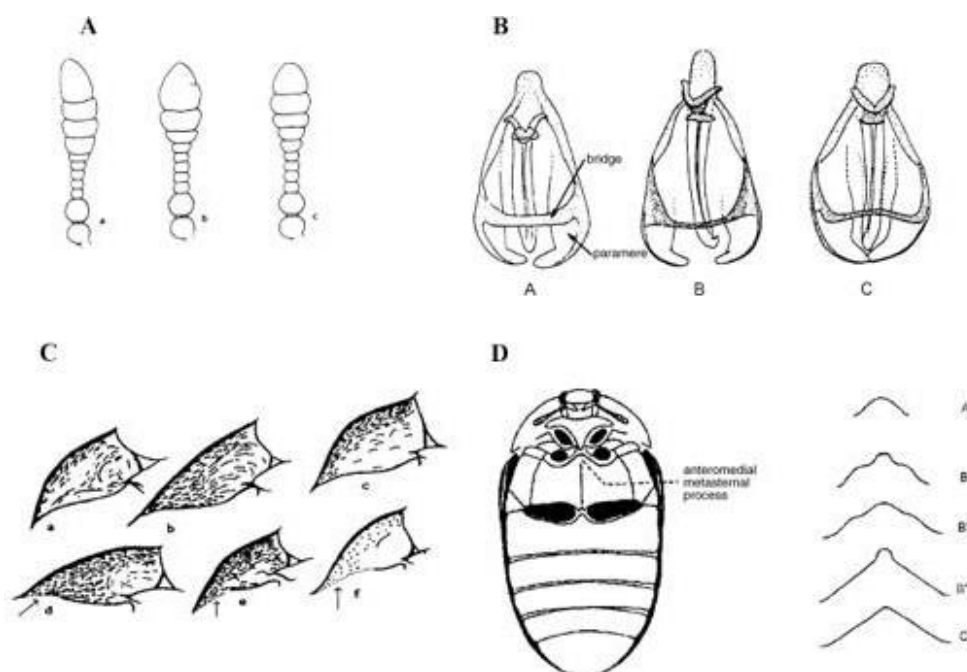
- ❖ **Yoon, E.Y., Nam, Y. & Ryoo, M. I. (2009).** Effects of biological control of rice weevil by *Anisopteromalus calandrae* with a population of two *Aspergillus* spp. *Environmental Entomology*, **38**, 121–128.
- ❖ **Zekri, N., Handaq, N., El Caidi, A., Zair, T., & Alaoui El Belghiti, M. (2016).** Insecticidal effect of *Mentha pulegium* L. and *Mentha suaveolens* Ehrh. hydrosols against a pest of citrus, *Toxoptera aurantii* (Aphididae). *Research on Chemical Intermediates*, **42**(3), 1639–1649. <https://doi.org/10.1007/s11164-015-2108-0>.
- ❖ **Zoheir, B. T., Anouar, K. M., Mourad, B., & Pujade-villar, J. (2011).** Lutte contre les trois bruches *Acanthoscelides obtectus* (Say , 1831), *Bruchus rufimanus* Boheman , 1833 et *Callosobruchus maculatus* Chrysomelidae : Bruchinae) par les huiles essentielles extraites d ' *Origanum glandulosum* (Lamiacées). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat*, **76**, 177–186.
- ❖ **Zafar, U, D. I., Khan, M. M-Ur. R., & Maqsood, S. (2018).** Entomotoxicity of Plant Powders against Pulse Beetle (*Callosobruchus Chinensis*) on Stored Mung Bean (*Vigna Radiata*).~ 1637 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies* **6**(1):1637–41. Use the "Insert Citation" button to add citations to this document.

Annexe 01 : Les planches d'identification

- Trogoderma granarium***

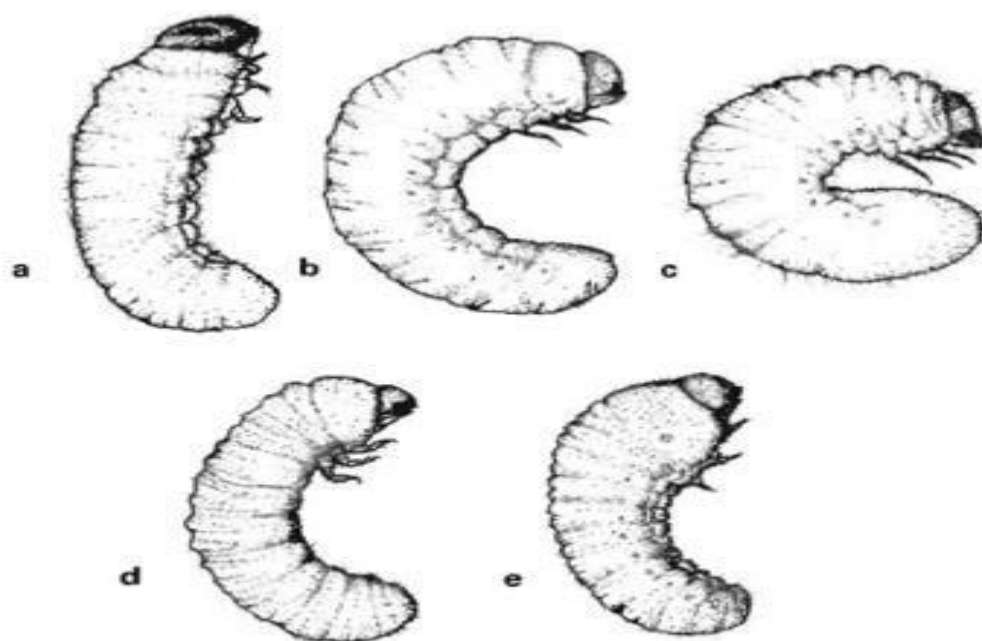


Antennae of *Trogoderma granarium*: (A), (D) male antenna with normal number of segments; (B) female antenna with reduced number of segments; (C), (E) female antenna with normal number of segments ((A)–(C), Beal (1956); (D), (E), Ya.B. Mordkovich and E.A. Sokolov, All-Russian Plant Quarantine Centre, Bykovo, Russia)

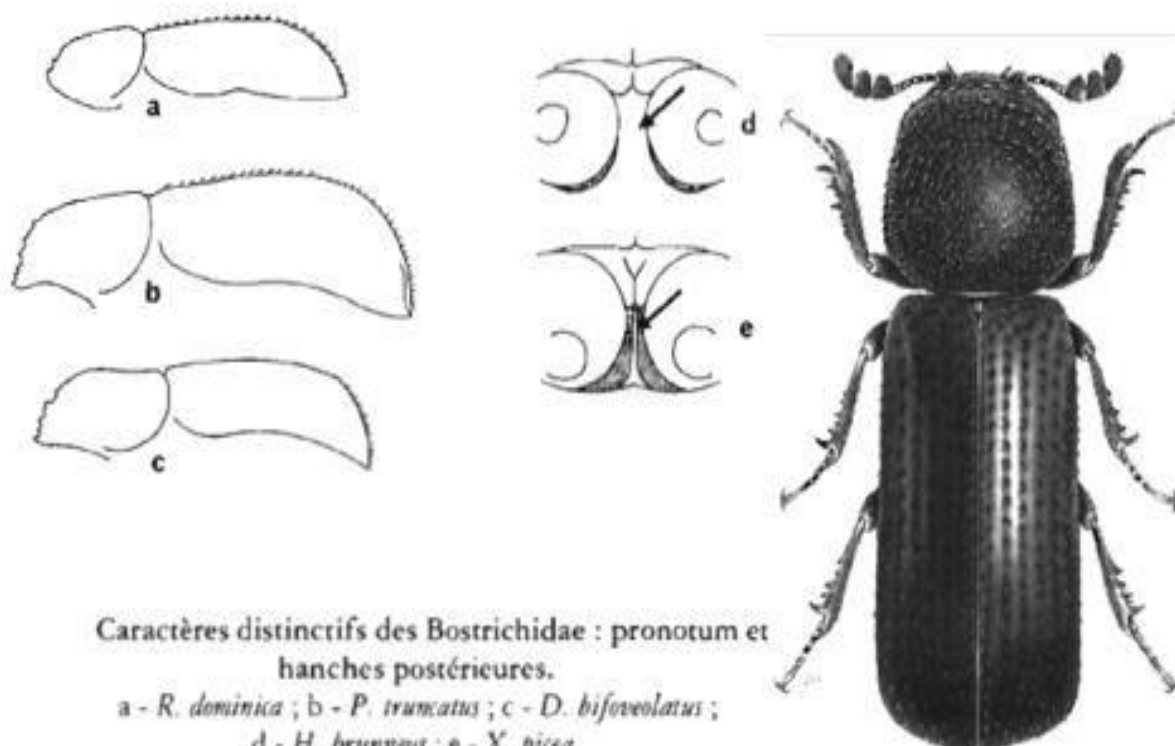


Trogoderma granarium: comparison with other species/comparison avec d'autres espèces. (A) Antennae of/antennes de *T. granarium*. (a) male antenna with normal number of segments/mâle, antenne avec nombre normal d'articles; (b) female antenna with reduced number of segments/femelle, antenne avec nombre réduit d'articles; (c) female antenna with normal number of segments/femelle, antenne avec nombre normal d'articles (Beal, 1956). (B) Male genitalia/Génitalia mâles: (a) *T. granarium* (b) *T. inclusum* (c) *T. variabile* (Green, 1979). (C) Antennal fossa/Cavité antennaire (male and female/mâle et femelle) = : (a) *T. variabile* (c) (d) *T. teukon*; (e) (f) *T. granarium* (Mordkovich & Sokolov, 1999). (D) Ventral view of female *Trogoderma granarium* (left) and shape of anteromedial metasternal process of various *Trogoderma* species/Vue ventrale d'une femelle de *Trogoderma granarium* (à gauche) et forme du processus antéromédian du métasternum de diverses espèces de *Trogoderma* (a) rounded in/arondie chez *T. granarium* (A) (rarely with rudimentary nipple/rarement avec téton rudimentaire) (b) with nipple/en forme de téton (c) pyramidal, in other species/chez d'autres espèces (Okumura, 1954).

- *Rhyzopertha dominica*



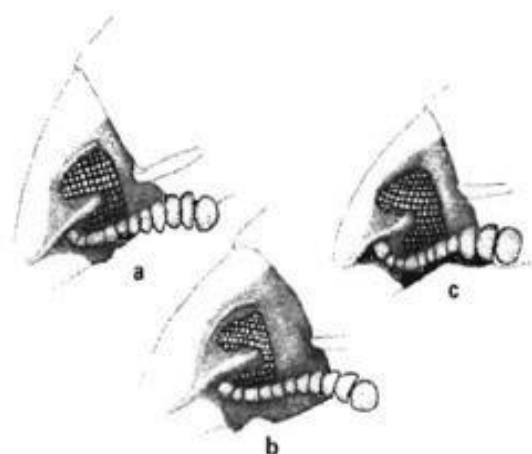
a : Larve de *Lasioderma serricorne* (F.) ; b : *Stegobium paniceum* (L.) ; (Anobiidae) ; c : *Meziium americanum* (Cast.) (Ptinidae) (d'après PETERSON, 1960) ; d : *Rhyzopertha dominica* (F.) (Bostrichidae) ; e : *Minthea rugicollis* (Wlk.) (Lyctidae).



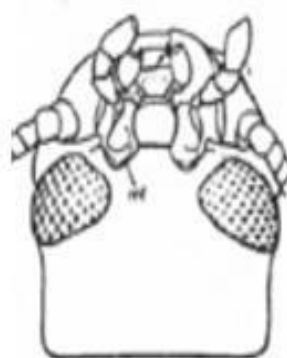
Caractères distinctifs des Bostrichidae : pronotum et hanches postérieures.

a - *R. dominica* ; b - *P. truncatus* ; c - *D. bifoveolatus* ;
d - *H. brunneus* ; e - *X. picea*.

- *Tribolium confusum*



Partie latérale de la tête chez trois espèces de *Tribolium* : a - *T. confusum* Jacq ; b - *T. castaneum* (Herbst) ; c - *T. sphe* Hinton



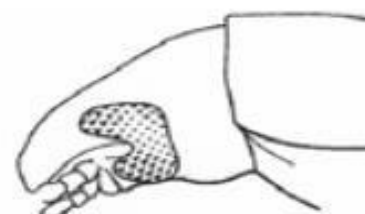
Tribolium rouge de la farine
Tribolium castaneum – Espace
plutôt étroit entre les yeux
(environ 33 % de la largeur de
la tête).



Tribolium brun de la farine
Tribolium confusum – Espace
plutôt large entre les yeux (environ
50 % de la largeur de la tête).

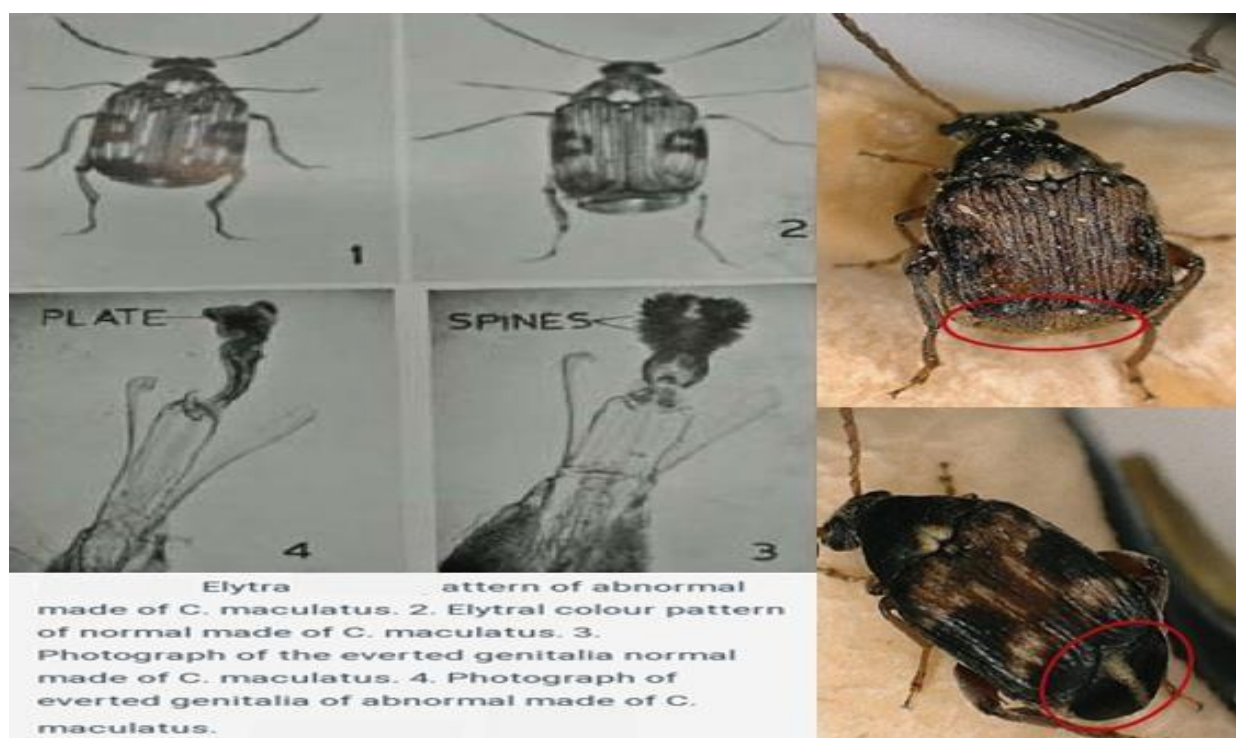


Tribolium castaneum – Yeux comportant
quatre facettes à leur point le plus étroit.



Tribolium confusum – Yeux
comportant deux facettes à leur point
le plus étroit.

- *Callosobruchus maculatus*



- *Sitophilus*

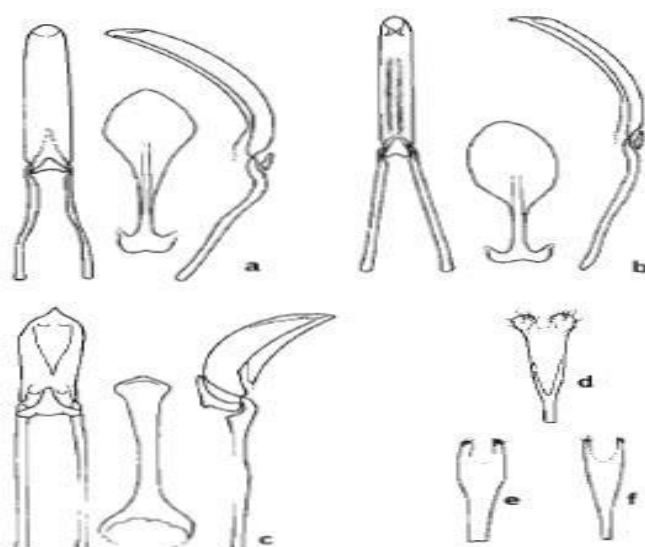
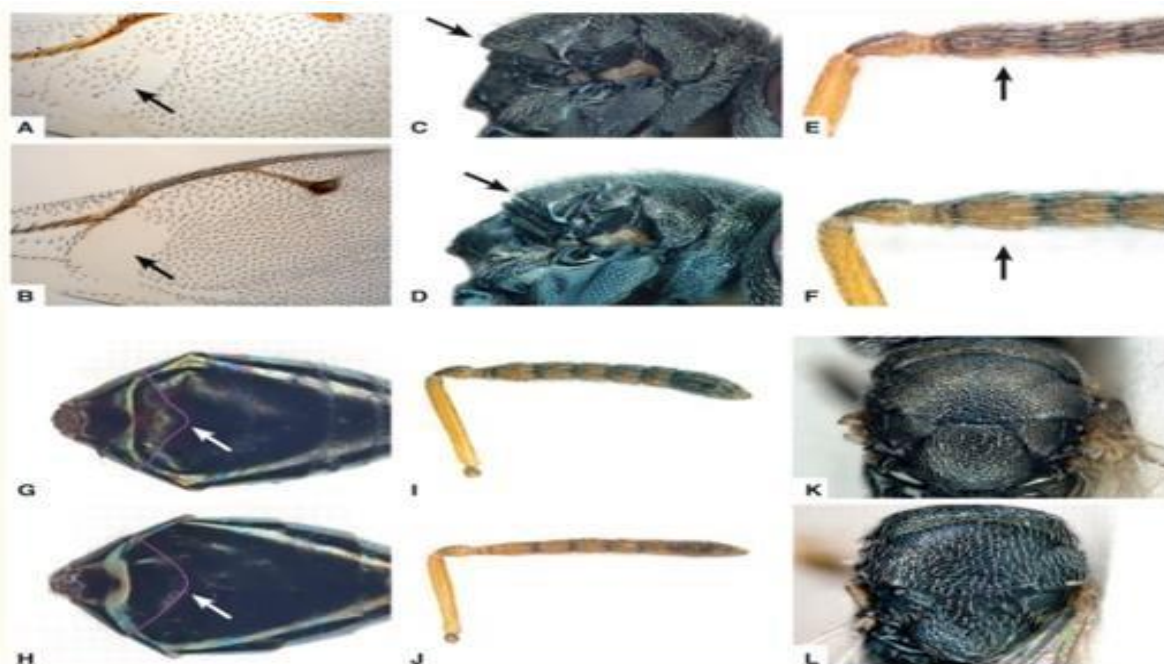
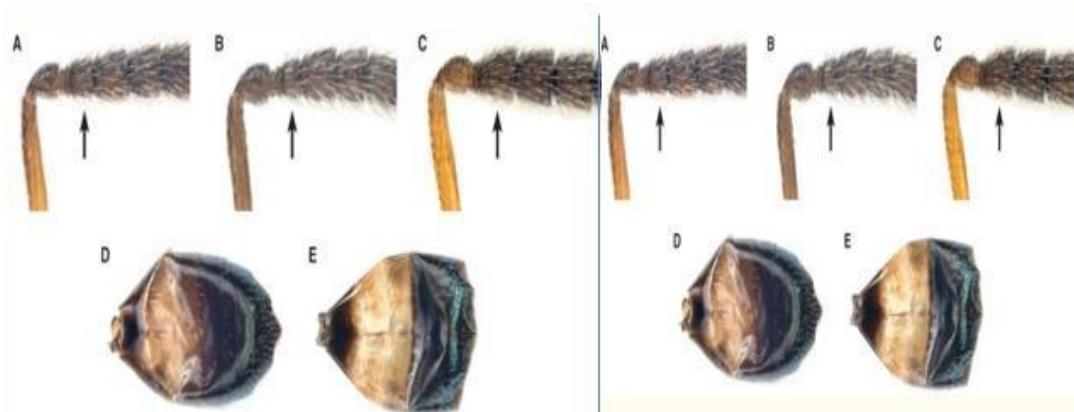


FIG. 138 - Pièces génitales de *Sitophilus* spp.
Mâle (de gauche à droite: édéage en vue dorsale, lame basale du tegmen, édéage en vue latérale) de *S. oryzae* (a), *S. zeamais* (b), *S. linearis* (c) ;
femelle (8^e sternite) de *S. linearis* (d), *S. oryzae* (e), *S. zeamais* (f).

- *Anisopteromalus calandrae*



Diagnostic characters of *Anisopteromalus*, females. (A, B) Forewing with speculum, *A. apiovorus* (A; actually the setae are whitish in this species but they appear darkened because of the contrasting background), *A. quinarius* sp.n. (B); (C, D) mesosoma with scutellum projection in lateral view, *A. apiovorus* (C), *A. calandrae* (D); (E, F) proximal funicular segments, *A. apiovorus* (E), *A. calandrae* (F); (G, H) gaster in dorsal view with posterior margin of first tergite emphasized with a magenta line, *A. calandrae* (G), *A. quinarius* sp.n. (H); (I, J) antenna, *A. calandrae* (I), *A. cornis* sp.n. (J); (K, L) mesosoma in dorsal view, *A. calandrae* (K), *A. cornis* sp.n. (L). Arrows mark important character states.



Diagnostic characters of *Anisopteromalus*, males. (A–C) Proximal funicular segments, *A. calandrae*, average-sized specimen (A), the same, small specimen (B), *A. quinarius* sp.n. (C); (D, E) gaster in dorsal view, *A. calandrae* (D), *A. quinarius* sp.n. (E). Arrows mark important character states.

Diagnostic characters of *Anisopteromalus*, males. (A–C) Proximal funicular segments, *A. calandrae*, average-sized specimen (A), the same, small specimen (B), *A. quinarius* sp.n. (C); (D, E) gaster in dorsal view, *A. calandrae* (D), *A. quinarius* sp.n. (E). Arrows mark important character states.

- *Cephalonomia tarsalis*



Cephalonomia tarsalis (Ashmead, 1893), 20. head female, 22. antenna female, 25. pronotum female, 26. propodeal disc female, 29. antenna male, 31. pronotum male, 32. propodeal disc male, 34. left forewing male.

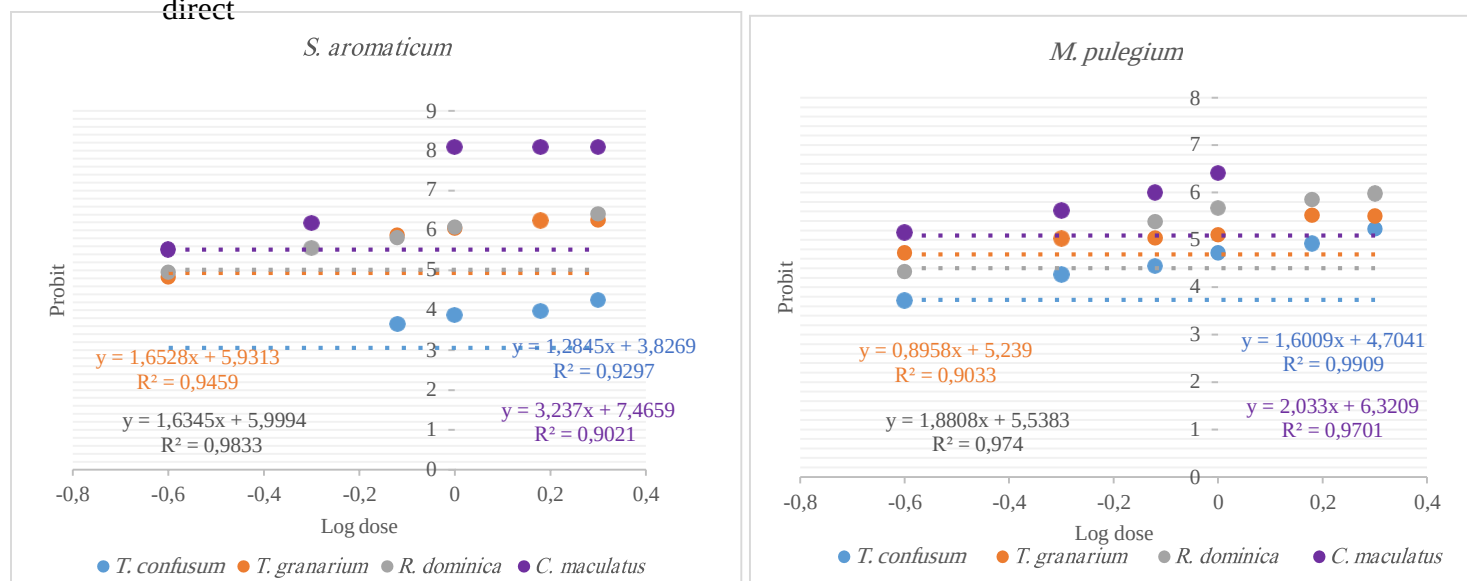
Annexe 02 : Fréquence (%) des espèces inféodées dans la CCLS d'Adrar et l'UCA de Mostaganem

Espèces	Fréquence%							
	CCLS Adrar				UCA Mostaganem			
	CS	VR1	BTL	PC	BDI	V	BTI	PC
<i>Tribolium confusum</i>	0	0	0	0	9,67	9,43	13,79	0
<i>Sitophilus granarium</i>	0	0	0	0	1,06	2,52	3,07	0
<i>Sitophilus oryzae</i>	0	0	0	0	3,61	4,71	10,58	0
<i>Sitophilus zeamais</i>	0	0	0	0	1,32	2,93	4,15	0
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	0	0	0	0	0,67	1,25	1,22	0
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	0	0	0	0	0,28	0,51	1,83	0
<i>Trogoderma granarium</i>	95	97,71	98	0	0	0	0	0
<i>Rhyzopertha dominica</i>	0	0	0	0	78,33	68,16	57,38	0
<i>Callosobruchus maculatus</i>	0	0	0	98	0	0	0	98,31
<i>Plodia interpunctella</i>	0	0	0	0	0,26	1,41	0,77	0
<i>Ephestia kuehniella</i>	0	0	0	0	0,11	0,8	1,09	0
<i>Sitotroga cerealella</i>	0	0	0	0	1,02	0,26	2,19	0
<i>Liposcelis bostrychophilus</i>	4,03	1,82	2	0	3,07	6,45	1,93	0
<i>Venturia canescens</i>	0	0		0	0	0	0,31	0
<i>Anisopteromalus calandrae</i>	0,37	0		2	0,31	0,52	0,44	1,69
<i>Cephalonomia tarsalis</i>	0	0		0	0,23	0,26	0,82	0
<i>Theocolax elegans</i>	0,6	0,47		0	0,06	0,79	0,43	0

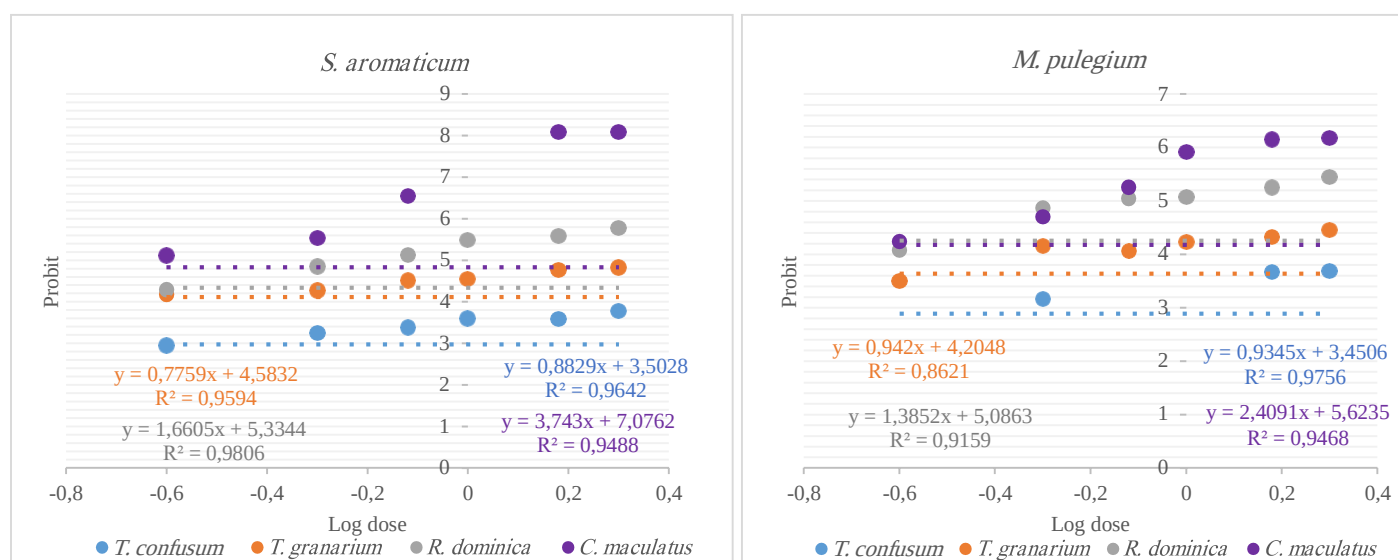
Annexe 03 : Abondance relative des œufs, des adultes et du taux de mortalités des coléoptères étudiés sur 1000 grains de blé et pois chiche après deux mois de stockage à 30 °C et 75% de H.R.

Variétés	Couple	Espèces	Nbr d'œufs	Nbr des individus immergés	Taux de mortalités (%)
Chaîne S (CS)	5cp	<i>Tribolium confusum</i>	9±5	4±2	75,71
		<i>Trogoderma granarium</i>	188±6	32±4	8,38
		<i>Rhyzopertha dominica</i>	6±2	2±1	61,06
	10cp	<i>Tribolium confusum</i>	12±5	9±3	45,92
		<i>Trogoderma granarium</i>	219±8	53±11	5,15
		<i>Rhyzopertha dominica</i>	9±5	2±2	75,63
	15cp	<i>Tribolium confusum</i>	19±3	2±1	74
		<i>Trogoderma granarium</i>	302±15	70±8	4,81
		<i>Rhyzopertha dominica</i>	12±6	5±2	68,67
	20cp	<i>Tribolium confusum</i>	20±5	8±2	68,57
		<i>Trogoderma granarium</i>	382±9	89±5	8,62
		<i>Rhyzopertha dominica</i>	12±3	5±4	72,07
Vitron (V)	5cp	<i>Tribolium confusum</i>	82±11	16±6	6,38
		<i>Trogoderma granarium</i>	32±5	10±2	13,84
		<i>Rhyzopertha dominica</i>	53±7	8±2	9,02
	10cp	<i>Tribolium confusum</i>	112±14	30±5	4,58
		<i>Trogoderma granarium</i>	77±5	12±8	23,72
		<i>Rhyzopertha dominica</i>	98±17	20±8	11,05
	15cp	<i>Tribolium confusum</i>	172±8	49±11	8,28
		<i>Trogoderma granarium</i>	96±10	20±3	21,67
		<i>Rhyzopertha dominica</i>	105±7	28±6	13,41
	20cp	<i>Tribolium confusum</i>	210±4	65±7	10,82
		<i>Trogoderma granarium</i>	102±5	26±3	17,45
		<i>Rhyzopertha dominica</i>	121±9	29±6	14,62
Pois chiche (PC)	5cp		94±9	22±4	21,54
	10cp	<i>Callosobruche maculatus</i>	152±5	36±8	26,07
	15cp		180±11	28±8	23,91
	20cp		216±23	60±4	28,43

Annexe 04 : Droite de régression linéaire des probits pour les différentes doses de poudre de *S.aromaticum* et *M. pulegium* testées sur les adultes des espèces étudiées par contact direct



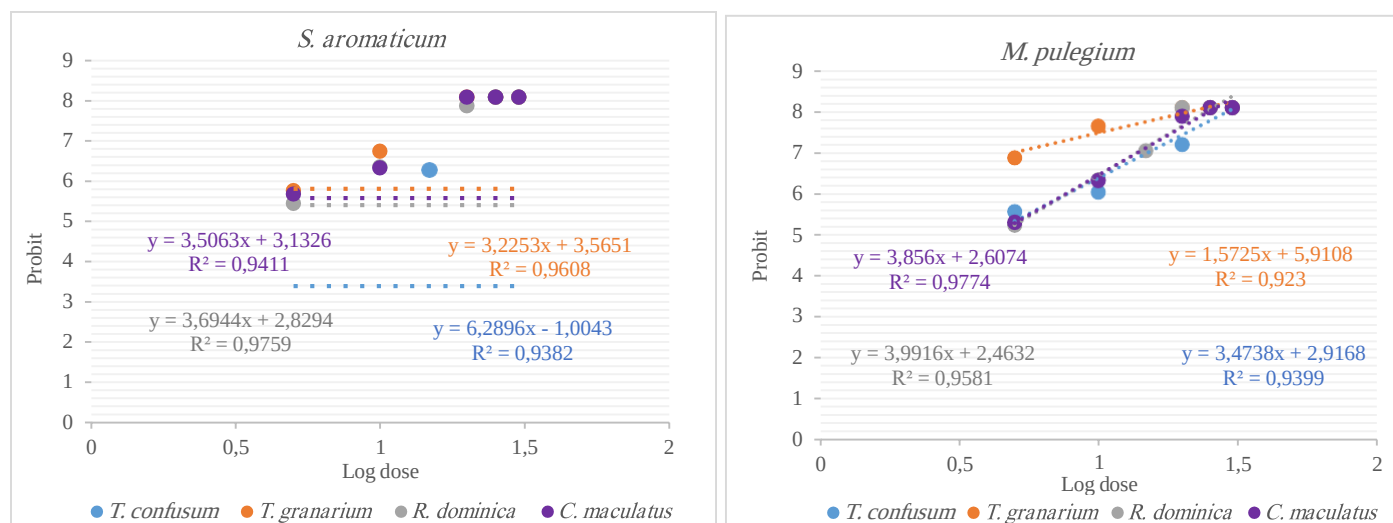
Annexe 05 : Droite de régression linéaire des probits pour les différentes doses de poudre de *S.aromaticum* et *M. pulegium* testées sur les adultes des espèces étudiées par fumigation



Annexe 06 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* par jour

Huile essentielle													
Espèce	Jour/ Dose	<i>S. aromaticum</i>						<i>M. pulegium</i>					
<i>Trogoderma granarium</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	62,53	84,67	100	100	100	100	89,33	98	100	100	100	100
	J2	65,32	88,33	100	100	100	100	96,45	100	100	100	100	100
	J3	78	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J4	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J5	88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J6	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Tribolium confusum</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	72	83,57	94	100	100	100	66	72	78	86	100	100
	J2	78	85,33	98,28	100	100	100	71	77,33	82	100	100	100
	J3	86	92	100	100	100	100	76	82	88,67	100	100	100
	J4	90	97,33	100	100	100	100	79,33	85,33	91,33	100	100	100
	J5	90	100	100	100	100	100	80	100	96	100	100	100
	J6	100	100	100	100	100	100	88	100	100	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Rhyzopertha dominica</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	73,33	85,19	94	100	100	100	68	72,02	90,77	100	100	100
	J2	77,29	89,03	98,28	100	100	100	70	83,71	96,62	100	100	100
	J3	82,08	90	100	100	100	100	81,45	90,82	100	100	100	100
	J4	90	100	100	100	100	100	88	96,68	100	100	100	100
	J5	100	100	100	100	100	100	92	100	100	100	100	100
	J6	100	100	100	100	100	100	95,52	100	100	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Callosobruchus maculatus</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	80	90,78	100	100	100	100	67,26	69,58	89,17	100	100	100
	J2	83,11	96,82	100	100	100	100	72	78,94	98,42	100	100	100
	J3	89,69	100	100	100	100	100	77,58	89,72	100	100	100	100
	J4	91,13	100	100	100	100	100	80,38	99,33	100	100	100	100
	J5	93,05	100	100	100	100	100	88	100	100	100	100	100
	J6	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100

Annexe 07 : Droite de régression linéaire des probits pour les différentes doses de l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* testées sur les adultes des espèces étudiées par contact direct

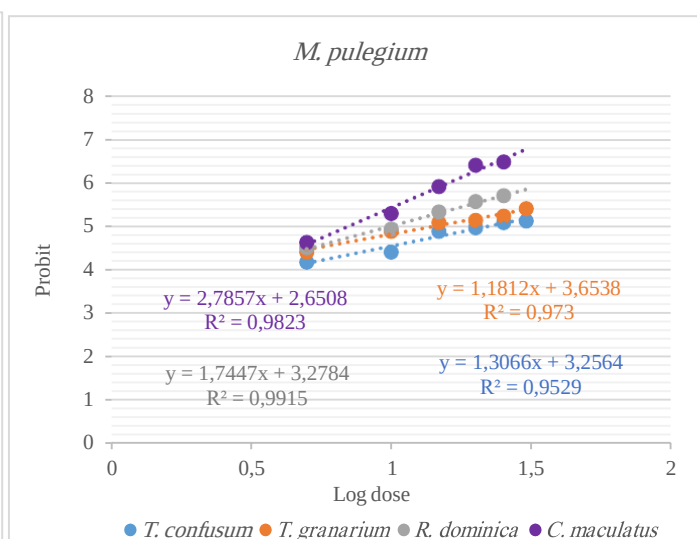
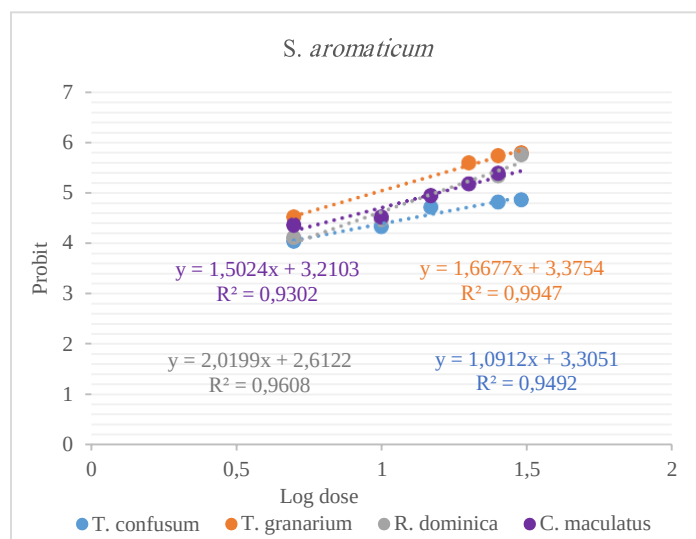


Annexe 08 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* en présence de substrat nutritif par jour

Huile essentielle													
Espèce	Jour/ Dose	<i>S. aromaticum</i>						<i>M. pulegium</i>					
<i>Trogoderma granarium</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	8	22,67	13,33	25,33	24,67	25,33	11,73	20,46	17,23	22,86	25,17	24,93
	J2	14	38,67	24,67	40,67	46,67	53,33	16,22	36,08	24,67	40,67	56,67	56,73
	J3	28,67	60	52,67	74	88	90,67	25,67	40	52,67	67,32	84	79,47
	J4	38,67	82	76	92	100	100	33,45	72,88	76	80	96	97,33
	J5	48	96,67	90,67	100	100	100	46	90,67	90,67	98	100	100
	J6	56	100	100	100	100	100	57,93	98,67	100	100	100	100
	J7	70	100	100	100	100	100	69,59	100	100	100	100	100
<i>Tribolium confusum</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	2,67	5	14	17,67	22,67	24,67	2	6	16	16,67	24,67	26,67
	J2	4,33	16,33	22,67	28,67	42	39,67	3,33	15,33	24	24,67	32	34,67
	J3	13,33	20,33	41,33	43,33	49,67	48	10	23,33	37,33	30,67	40,67	42
	J4	24,67	31,33	56,67	59,67	54	60	20	28	46	36,67	44	48
	J5	35,33	45,67	67,33	70,33	72,33	74,67	29,33	35,33	52	45,33	52	54,67
	J6	49,33	54	76,67	79,67	84,67	86,67	39,33	44	60,67	58,67	64,67	64,67
	J7	54	60	80	84	86	88	48	52	82	70	72	74

<i>Rhyzopertha dominica</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	8	22,67	13,33	29,33	26,67	29,33	11,33	24,67	16,67	29,33	28,67	34
	J2	14	38,67	24,67	40,67	46,67	53,33	24,67	40,67	27,33	44	46,67	56,67
	J3	28,67	60	52,67	74	88	90,67	37,33	56,67	48,67	66,67	88	91,33
	J4	38,67	82	76	92	100	100	48,67	79,33	70,67	85,33	100	100
	J5	48	96,67	90,67	100	100	100	58,67	90,67	90,67	100	100	100
	J6	56	100	100	100	100	100	72	100	100	100	100	100
	J7	88	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100
<i>Callosobruchus maculatus</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	24,67	24	27,33	34	34	36	8	22,67	13,33	29,33	26,67	29,33
	J2	44	41,33	50	94	64,67	66,67	14	38,67	36,67	40,67	46,67	53,33
	J3	88	70,67	90,67	100	100	100	28,67	60	55,33	74	86	81,33
	J4	100	100	100	100	100	100	38,67	82	71,33	92	100	100
	J5	100	100	100	100	100	100	48	96,67	100	100	100	100
	J6	100	100	100	100	100	100	56	100	100	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100

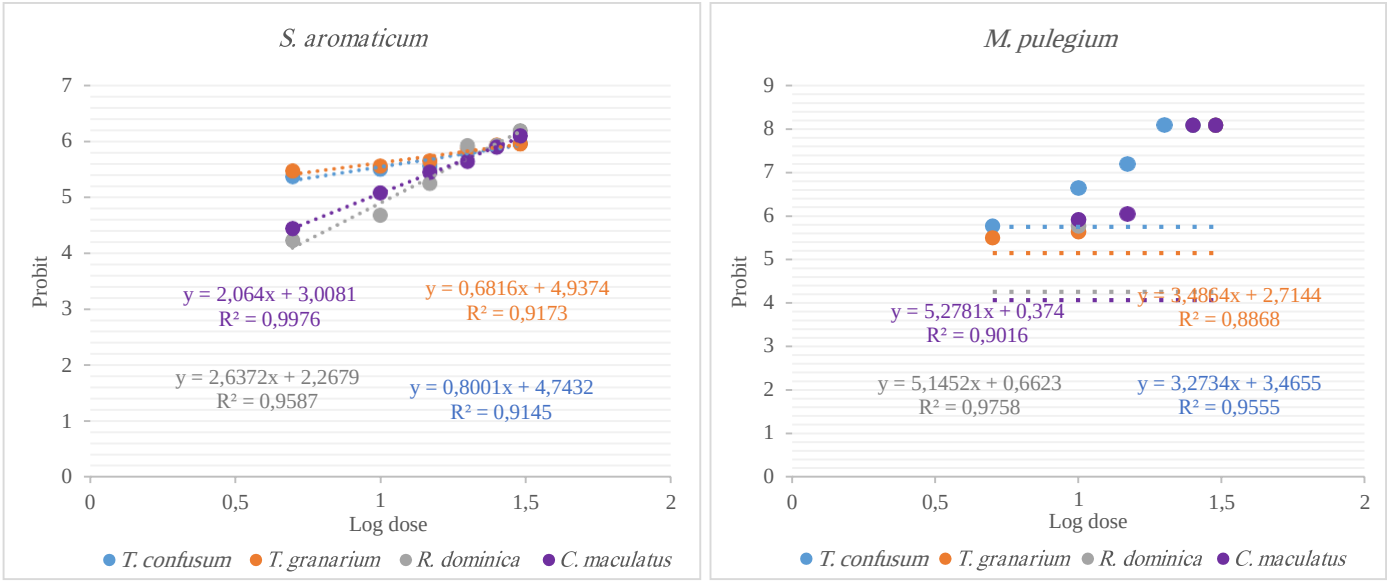
Annexe 09 : Droite de régression linéaire des probits à différentes doses l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* sur les adultes des espèces étudiées par fumigation en présence de la substance nutritive



Annexe 10 : Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* en absence de substrat nutritif par jour

Huile essentielle													
Espèce	Jour/ Dose	<i>S. aromaticum</i>						<i>M. pulegium</i>					
<i>Trogoderma granarium</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	10	18	22	32	32,67	34,67	83,33	98	100	100	100	100
	J2	27,33	32,67	36	60,67	62	68	100	100	100	100	100	100
	J3	74,67	79,33	90,67	92,67	100	99,33	100	100	100	100	100	100
	J4	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Tribolium confusum</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	10,67	17,33	19,33	29,33	32	35,33	51,67	71,67	91,67	100	100	100
	J2	20,67	30,67	33,33	56,67	62	67,33	86,33	100	100	100	100	100
	J3	67,33	74	84	87,33	100	100	100	100	100	100	100	100
	J4	90	95,33	94	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Rhyzopertha dominica</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	10	18	22	32	32,67	34,67	15,33	20	22	33,33	36	37,33
	J2	27,33	32,67	36	60,67	62	68	35,33	34	36	84,67	62,67	72
	J3	74,67	79,33	90,67	92,67	100	99,33	74	80	66	96	100	100
	J4	98	100	100	100	100	100	99,33	100	85,33	100	100	100
	J5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Callosobruchus maculatus</i>		5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl/ cm ³	5µl/ cm ³	10µl/ cm ³	15µl/ cm ³	20 µl/ cm ³	25 µl/ cm ³	30 µl cm ³
	J1	24,67	24	27,33	34	34	36	32,6	77,3	63,3	99,3	100	100
	J2	44	41,33	50	94	64,67	66,67	40,6	85,3	66	100	100	100
	J3	88	70,67	90,67	100	100	100	58,6	93,3	73,3	100	100	100
	J4	100	100	100	100	100	100	74,6	97,3	80,6	100	100	100
	J5	100	100	100	100	100	100	82,6	98	83,3	100	100	100
	J6	100	100	100	100	100	100	88	98,6	86,6	100	100	100
	J7	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100

Annexe 11 : Droite de régression linéaire des probits à différentes doses l'HE de *S. aromaticum* et *M. pulegium* sur les adultes des espèces étudiées par fumigation en absence de la substance nutritive

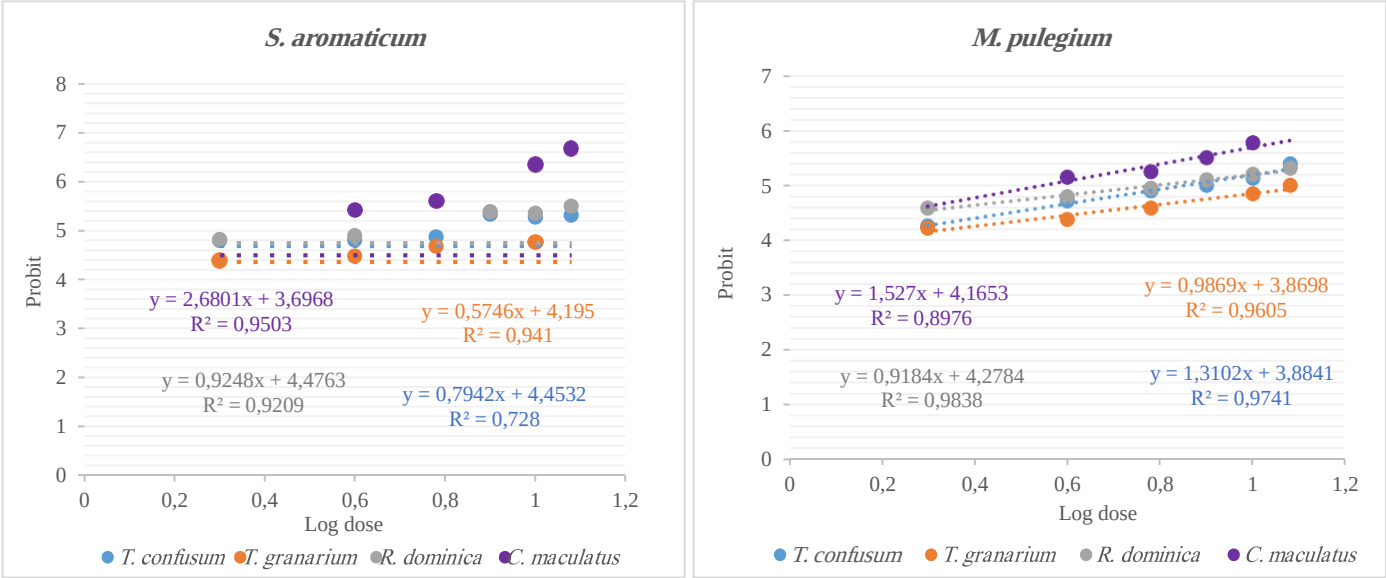


Annexe 12: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par contact direct de l'extrait hydro-méthanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* par jour

Extrait hydro-méthanolique													
Espèce	Jour/ Dose	<i>S. aromaticum</i>						<i>M. pulegium</i>					
<i>Trogoderma granarium</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	3	1	10,5	2,5	6,5	3	2	5,33	13,33	10	18	22,67
	J2	17,5	15,5	24	12	25,5	41,5	6	14	22,67	22	29,33	34
	J3	24,5	29,5	33,5	26	40,5	50	14,67	22	39,33	33,33	38,67	44,67
	J4	34,5	35,5	46	46	48,5	63,5	25,33	28,67	47,33	45,33	50	52,67
	J5	37,5	46,5	52	50,5	58,5	74,5	34,67	41,33	55,33	56,67	58,67	61,33
	J6	46	52	60,5	63,5	66,5	77	42,67	47,33	66,67	68,67	71,33	68,67
	J7	46	52	60,5	63,5	66,5	77	45,81	50,42	66,67	70	73,65	70
<i>Tribolium confusum</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	2	4,67	10	19,33	20	25,33	2	4,67	7,67	9,33	12	16,33
	J2	3,33	9,33	19,33	28	29,33	32,67	5,33	9,33	19,33	18,67	24,33	23,67
	J3	5,33	11,33	26	30,67	34	39,33	9,33	13,33	26	31,67	34	39,33
	J4	8,67	16,67	34	36,67	40,67	55,33	14,67	16,67	34	40,67	49,67	55,33
	J5	13,33	21,33	43	41,33	46,67	52	19,33	26,33	43	54,33	56,67	65
	J6	18,67	30,67	48	52	60,67	62,67	24,67	33,67	48	62	69,67	72,67
	J7	36	47,81	60	70	72	74	32	44,67	57,67	79,33	72	76,33

<i>Rhyzopertha dominica</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	20,67	16,67	26	36	32	39,33	19,67	20,67	26	32,67	32	38
	J2	33,33	27,33	37,33	52,67	48	54,67	39,33	23,33	37,33	48,67	50	54
	J3	42,67	40	48,67	67,33	65,33	64,67	53,33	45,33	48,67	63,33	65,33	65,33
	J4	47,33	57,33	55,33	78,67	76,67	71,33	64	57,67	55,33	72	75,67	70
	J5	56	68	62,67	86	79,33	78	65,33	63,33	62,67	75,67	80,67	75,67
	J6	58,67	69,33	69,67	94	82,67	83,33	68,67	69,33	69,33	92	84	95,33
	J7	66,67	75,83	80	100	100	100	74	77,21	78	100	100	100
<i>Callosobruchus maculatus</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	16,5	25,3	34,6	39,31	84,6	76,6	13,15	20	26,93	24,6	34,23	64
	J2	43,3	62,6	66	71,53	95,3	88,6	14,67	20	36,67	36	39,33	69,19
	J3	57,3	68,6	76	78,68	97,3	92,6	27,33	45,33	67,33	80	52,67	71,33
	J4	70	74,6	82,6	89,32	98	94	43,33	76,67	94,33	98	70	77,33
	J5	79,3	79,33	88	90,67	98,6	97,33	58	79,38	79,30	88	90,6	80,6
	J6	86,6	87,33	91,33	92,67	99,33	100	70	86,60	87,53	91,03	92,6	99,35
	J7	94	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100

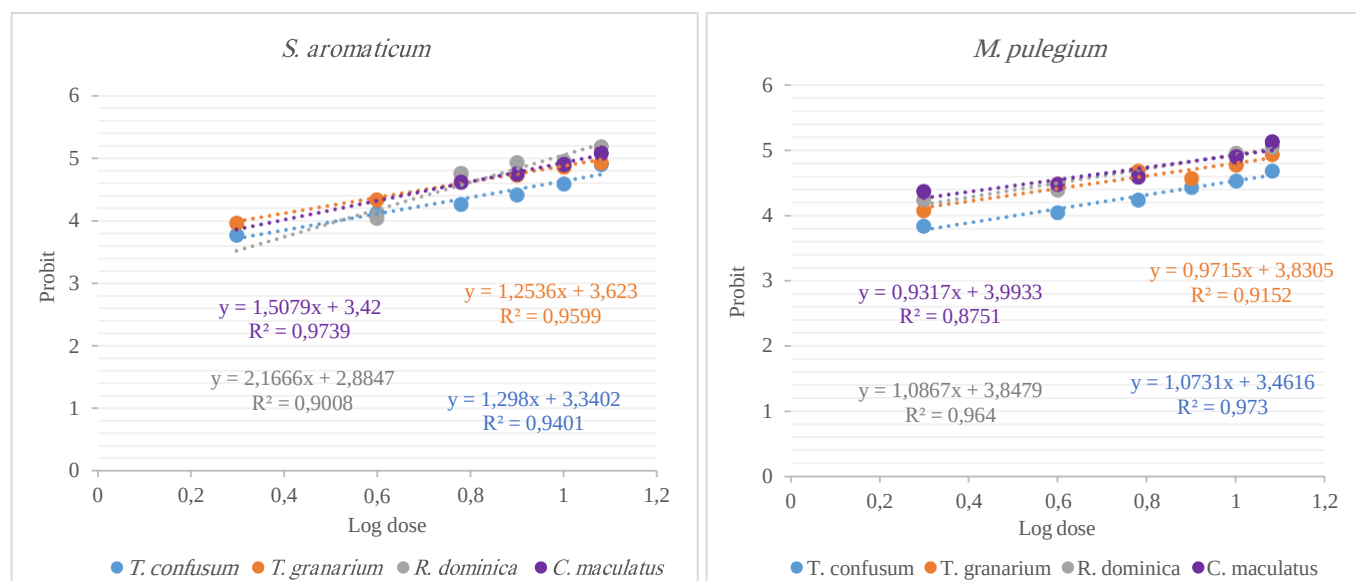
Annexe 13 : Droite de régression linéaire des probits à différentes doses de l'extrait hydro-méthanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* sur les adultes des espèces étudiées par contact direct



Annexe 14: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydro-méthanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* en présence de la substance nutritive par jour

Extrait hydro-méthanolique													
Espèce	Jour/ Dose	<i>S. aromaticum</i>						<i>M. pulegium</i>					
<i>Trogoderma granarium</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	2	5,33	13,33	10	18	22,67	1,33	12	8	10,67	16,67	20
	J2	6	14	22,67	22	29,33	34	3,33	23,33	17,67	26,67	25,33	40,67
	J3	14,67	22	39,33	33,33	38,67	44,67	8,67	37,33	36	38	36,67	52,67
	J4	25,33	28,67	47,33	45,33	50	52,67	18	42	40	50,67	56,67	68
	J5	34,67	41,33	55,33	56,67	58,67	61,33	32,67	48	54	66	76,67	79,28
	J6	42,67	52	66,67	68,67	71,33	68,67	38,33	54	63,59	71,67	76,67	80
	J7	60	66,76	69,72	70	71,33	73,19	48	60	69,09	71,67	78	80
<i>Tribolium confusum</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	2	5,33	13,33	10	18	22,67	66	3	8,33	11,33	10	18
	J2	6	14	22,67	22	29,33	34	71	7	14	22,67	22	29,33
	J3	14,67	22	39,33	33,33	38,67	44,67	76	16,67	22	39,33	33,33	38,67
	J4	25,33	28,67	47,33	45,33	50	52,67	79,33	23,33	38,67	47,33	45,33	50
	J5	34,67	41,33	55,33	56,67	58,67	61,33	80	38,67	51,33	62,33	59,67	68,67
	J6	42,67	52	66,67	68,67	71,33	68,67	88	49,67	60,67	69,67	72,67	81,33
	J7	52	58	75,33	74	78	78	100	64	73,71	76	76	86
<i>Rhyzopertha dominica</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	3,33	6,67	14,33	24	30,67	36,67	4,67	10	15,33	24,67	32,67	37,33
	J2	4,67	12	31,33	30,67	48	62	8	16	33,33	34,67	48	58
	J3	6,67	14	41,33	33,33	63,33	82	10,67	16,67	43,33	44	63,33	82
	J4	11,33	19,33	48	35,33	72,67	92	14	20	51,33	51,33	74	93,33
	J5	15,33	23,33	51,33	40	76	94	16	25,33	55,33	57,33	80	96,67
	J6	20	32,67	51,33	46,67	78,67	96,67	23,33	34,67	61,33	64	82	98
	J7	41,07	53,62	64	60	90	100	41,97	50	70	76	100	100
<i>Callosobruchus maculatus</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	4,67	8,67	13,33	24	32	36,67	4,67	8,67	13,33	24	32	36,67
	J2	8,67	18	30	30,67	48	62	8,67	18	30	30,67	48	62
	J3	13,33	29,33	40,33	33,33	63,33	82	13,33	29,33	40,33	33,33	63,33	82
	J4	20,67	34,67	48	35,33	72,67	92	20,67	34,67	48	35,33	72,67	92
	J5	31,33	41,33	51,33	46,67	76	94	31,33	41,33	51,33	46,67	76	94
	J6	38,67	50	62	60	88	96,67	38,67	50	62	60	88	96,67
	J7	51,72	62	78	81,33	100	100	50	64	71,33	72	96	100

Annexe 15 : Droite de régression linéaire des probits à différentes doses l' extrait hydro-méthanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* sur les adultes des espèces étudiées par fumigation en présence de la substance nutritive



Annexe 14: Taux de mortalité corrigée des adultes des espèces étudiées par fumigation de l'extrait hydro-méthanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* en absence de la substance nutritive par jour

Extrait hydro-méthanolique													
Espèce	Jour/ Dose	<i>S. aromaticum</i>						<i>M. pulegium</i>					
<i>Trogoderma granarium</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	12	9,33	13,33	10	14	21,07	11,33	12	9,33	10,67	12,67	22
	J2	16	14	20,67	18	26,33	32	15,33	20	17,67	26,67	25,33	40,67
	J3	19,67	22	37,33	30,33	37,67	46,67	18	35,33	36	38	36,67	52,67
	J4	25,33	32,67	49,33	41,33	54	58,67	18	46	40	50	56,67	66
	J5	34,67	43,33	58,33	59,67	60,67	62,43	32,67	50	54	66	76,67	79,28
	J6	48,67	57,69	69,72	64,67	70,33	68,67	38,33	56	63,59	71,67	78	80
	J7	65,33	70	72,42	70	75,33	73,78	44	62	69,09	74	78	84
<i>Tribolium confusum</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	2	5,33	13,33	10	18	22,67	66	3	8,33	11,33	10	18
	J2	6	14	22,67	22	29,33	34	71	7	14	22,67	22	29,33
	J3	14,67	22	39,33	33,33	38,67	44,67	76	16,67	22	39,33	33,33	38,67
	J4	25,33	28,67	47,33	45,33	50	52,67	79,33	23,33	38,67	47,33	45,33	50
	J5	34,67	41,33	55,33	56,67	58,67	61,33	80	38,67	51,33	62,33	59,67	68,67
	J6	42,67	52	66,67	68,67	71,33	68,67	88	49,67	60,67	69,67	72,67	81,33
	J7	52	58	75,33	74	78	78	100	64	73,71	76	76	86

<i>Rhyzopertha dominica</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	2	5,33	13,33	10	18	22,67	3,33	7,33	15,33	12,67	20,67	24,67
	J2	6	14	22,67	22	29,33	34	7,33	15,33	24	24	32	34
	J3	14,67	22	39,33	33,33	38,67	44,67	16	22,67	40,67	35,33	40	45,33
	J4	25,33	28,67	47,33	45,33	50	52,67	26,67	30	48,67	47,33	50	55,33
	J5	34,67	41,33	55,33	56,67	58,67	61,33	36	43,33	57,33	58,67	32	63,33
	J6	42,67	52	66,67	68,67	71,33	68,67	44	54,67	69,33	71,33	73,33	71,33
	J7	50	61,33	68	72	100	100	52,68	70	80	80	86	88
<i>Callosobruchus maculatus</i>		2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml	2g/ 100ml	4g/ 100ml	6g/ 100ml	8g/ 100ml	10g/ 100ml	12g/ 100ml
	J1	3,33	6,67	15,33	12	20	25,33	6	16,67	25,33	29,33	36,67	34,67
	J2	6,67	16	25,33	24	32	36,67	11,33	34	45,33	56,67	53,33	62,67
	J3	15,33	24	40	35,33	40	46,67	22	46,67	61,33	68	67,33	75,33
	J4	26	32,67	48,67	47,33	52	54,67	36	56	79,33	77,33	70	80
	J5	36	42,67	57,33	58	61,33	62,67	46	74	82	80	81,73	92
	J6	47,33	54,67	70	70,67	73,33	71,33	54,67	94	88	90	90	98
	J7	60	60	78	82	90	90	72	94	94	100	100	100

Annexe 17 : Droite de régression linéaire des probits à différentes doses l’ extrait hydro-méthanolique de *S. aromaticum* et *M. pulegium* sur les adultes des espèces étudiées par fumigation en absence de la substance nutritive

