

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE ET DE BIOLOGIE VEGETALE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme de Master académique en Biologie
Spécialité : Oléiculture - Oléotechnie

THEME

Effet insecticide de l'huile d'olive de différentes régions de Kabylie à l'égard de quatre coléoptères ravageurs des grains stockés : *Sitophilus oryzae* (Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Bostrychidae), *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) et *Callosobruchus maculatus* (Bruchidae).

Réalisé par :

- BOUZIDI MOUSLIM
- TOUBAL NORA

Devant le jury :

Président : M^r KELLOUCHE A.

Professeur à UMMTO.

Promotrice : Mme HEDJAL - CHEBHEB M.

Maître de conférences classe B à UMMTO.

Examinatrice : Mme BACHOUCHE N.

Maître assistante classe A à UMMTO.

Examinatrice : Mme SETBEL S.

Maître de conférences classe A à UMMTO.

Année universitaire : 2014-2015
Session : Juin

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos remerciements à :

Madame HEDJAL CHEBHEB M., Maître de conférences à la faculté des sciences biologiques et agronomiques à l'UMMTO, qui nous a accordé l'honneur de diriger ce travail et de nous avoir encouragée et prodiguée de précieux conseils.

Monsieur KELLOUCHE A., professeur et responsable du master Oléiculture - oléotechnie à la faculté des sciences biologiques et agronomiques de l'UMMTO, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire, pour son aide et ses précieux conseils.

Madame BACHOUCHE N., Maître assistante à la faculté des sciences biologiques et agronomiques à l'UMMTO, qui a accepté d'examiner notre travail.

Madame SETBEL S., Maître de conférences à la faculté des sciences biologiques et agronomiques à l'UMMTO, pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Que tous les enseignants ayant attribué à notre formation trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Nous tenons également à remercier :

Toutes les personnes qui nous ont, de près ou de loin, apporté leur soutien qu'elles soient assurées de notre profonde reconnaissance.

- *L'institut Technique de l'Arboriculture Fruitière de Sidi-Aïche (ITAF).*
- *L'école Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA) à EL Harrach.*
- *LA Direction des services Agricoles de la Wilaya de Tizi-Ouzou (D.S.A.).*
- *Coopérative des Céréales et Légumes Secs de Draa Ben Khedda (CCLS).*

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :

- *Nos très chers parents,*
- *Nos frères et sœurs,*
- *Nos enfants : Rayane, Manel et Mehdi,*
- *Tous nos amis(es),*
- *Notre promo : Oléiculture-Oléotechnie 2014/2015,*
- *Tous les enseignants ayant attribué à notre formation*

NORA et MOUSLIM

Liste des figures

Figure 1 :	Les graines de blé dur infestées par les adultes de <i>Sitophilus oryzae</i>	P 9
Figure 2 :	Dégâts des adultes de <i>T. castaneum</i> sur les graines de blé dur concassées.....	P 11
Figure 3 :	Dégâts des adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i> sur les graines de blé dur.....	P 13
Figure 4 :	Adulte de <i>Lariophagus distinguendus</i> ectoparasite des larves âgées de <i>Rhyzopertha dominica</i> et d'autres coléoptères.....	P 13
Figure 5 :	Des œufs pondus par <i>C. maculatus</i> sur une graine de niébé.....	P 15
Figure 6 :	Une larve âgée de <i>C. maculatus</i>	P 15
Figure 7 :	Emergence d'un adulte de <i>C. maculatus</i> d'une graine de niébé.....	P 15
Figure 8 :	Dégâts des adultes de <i>C. maculatus</i> sur les graines de niébé.....	P 16
Figure 9 :	Matériels de laboratoire utilisé, (a) : Etuve réfrigérée, (b) : Balance, (c) : Loupe binoculaire et (d) : différents accessoires.....	P 17
Figure 10 :	Les graines de blé dur.....	P 19
Figure 11 :	Les graines de niébé.....	P 19
Figure 12 :	L'olivier et sont fruit l'olive.....	P 19
Figure 13 :	Adulte de <i>Sitophilus. Oryzae</i>	P 20
Figure 14 :	Adulte de <i>Tribolium castaneum</i>	P 21
Figure 15 :	Larve âgée de <i>Tribolium castaneum</i>	P 21
Figure 16 :	Adulte de <i>Rhyzopertha dominica</i>	P 22
Figure 17 :	Adulte mâle de <i>Callosobruchus maculatus</i>	P 23
Figure 18 :	Adulte femelle de <i>Callosobruchus maculatus</i>	P 23
Figure 19 :	Oléodoseur (I.T.A.F. de Bejaïa).....	P 25
Figure 20 :	Elevage de masse des quatre insectes ravageurs des grains stockés.....	P 28
Figure 21 :	La mise en germination des graines de blé dur.....	P 30
Figure 22 :	La mise en germination des graines de niébé.....	P 30
Figure 23 :	Chromatogrammes de la composition en acides gras des huiles d'olive des quatre régions.....	P 32
Figure 24 :	La variation des taux d'acide gras des quatre huiles d'olive analysées.....	P 34
Figure 25 :	Les variations en acides gras saturés (AGS), acide gras monoinsaturés (AGMI) et acide gras polyinsaturés (AGPI) des différentes huiles d'olive analysées.....	P 34
Figure 26 :	Taux moyen de mortalité des quatre insectes ravageurs traités, avec des huiles d'olive de différentes régions à différentes doses (après 1 jour).....	P 36
Figure 27 :	Taux moyen de mortalité des quatre insectes ravageurs traités, avec des huiles d'olive de différentes régions à différentes doses (après 7 jours).....	P 37

Figure 28 :	Nombres d'individus émergés pour chaque insecte ravageur traité avec l'huile d'olive de la région de Maâtkas à différentes doses.....	P 39
Figure 29 :	Nombres d'individus émergés pour chaque insecte ravageur traité avec l'huile d'olive de la région de Tizi-Rached à différentes doses.....	P 39
Figure 30 :	Nombres d'individus émergés pour chaque insecte ravageur traité avec l'huile d'olive de la région de Beni-Yenni à différentes doses.....	P 40
Figure 31 :	Nombres d'individus émergés pour chaque insecte ravageur traité avec l'huile d'olive de la région de Sidi-Aïche à différentes doses.....	P 40
Figure 32 :	Taux moyen de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Maâtkas à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.....	P 42
Figure 33 :	Taux moyen de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Tizi-Rached à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.....	P 42
Figure 34 :	Taux moyen de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Beni-Yenni à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.....	P 43
Figure 35 :	Taux moyen de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Sidi-Aïche à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.....	P 43
Figure 36 :	Taux de germination des graines de niébé et du blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Maâtkas à différentes doses et infestées par quatre insectes ravageurs.....	P 45
Figure 37 :	Taux de germination des graines de niébé et du blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Tizi-Rached à différentes doses et infestées par quatre insectes ravageurs.....	P 45
Figure 38 :	Taux de germination des graines de niébé et du blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Beni-Yenni à différentes doses et infestées par quatre insectes ravageurs.....	P 46
Figure 39 :	Taux de germination des graines de niébé et du blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Sidi-Aïche à différentes doses et infestées par quatre insectes ravageurs.....	P 46

Liste des tableaux

Tableau 1 :	La production et la consommation mondiale de l'huile d'olive (Anonyme 2, 2014).....	P 3
Tableau 2 :	La production et la consommation nationale de l'huile d'olive (Anonyme 2, 2014).....	P 4
Tableau 3 :	La production d'olive et de l'huile d'olive dans la Wilaya de Tizi-Ouzou (Anonyme 3, 2015).....	P 4
Tableau 4 :	Composition de l'huile d'olive vierge en acides gras déterminée par chromatographie en phase gazeuse (Anonyme 4, 2015).....	P 5
Tableau 5 :	Classification des olives selon leur coloration du péricarpe et du mésocarpe (Anonyme 5, 2011).....	P 24
Tableau 6 :	Quelques caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive étudiées.....	P 31
Tableau 7 :	Classification commerciale des huiles d'olives étudiées, selon la norme C.O.I. (Anonyme 4, 2015).....	P 31
Tableau 8 :	Composition en acides gras des quatre huiles d'olive des différentes régions en (%).....	P 33
Tableau 9 :	Comparaison des taux d'acides gras majoritaires de nos huiles d'olive avec ceux des autres huiles d'olive locales et étrangères.....	P 49

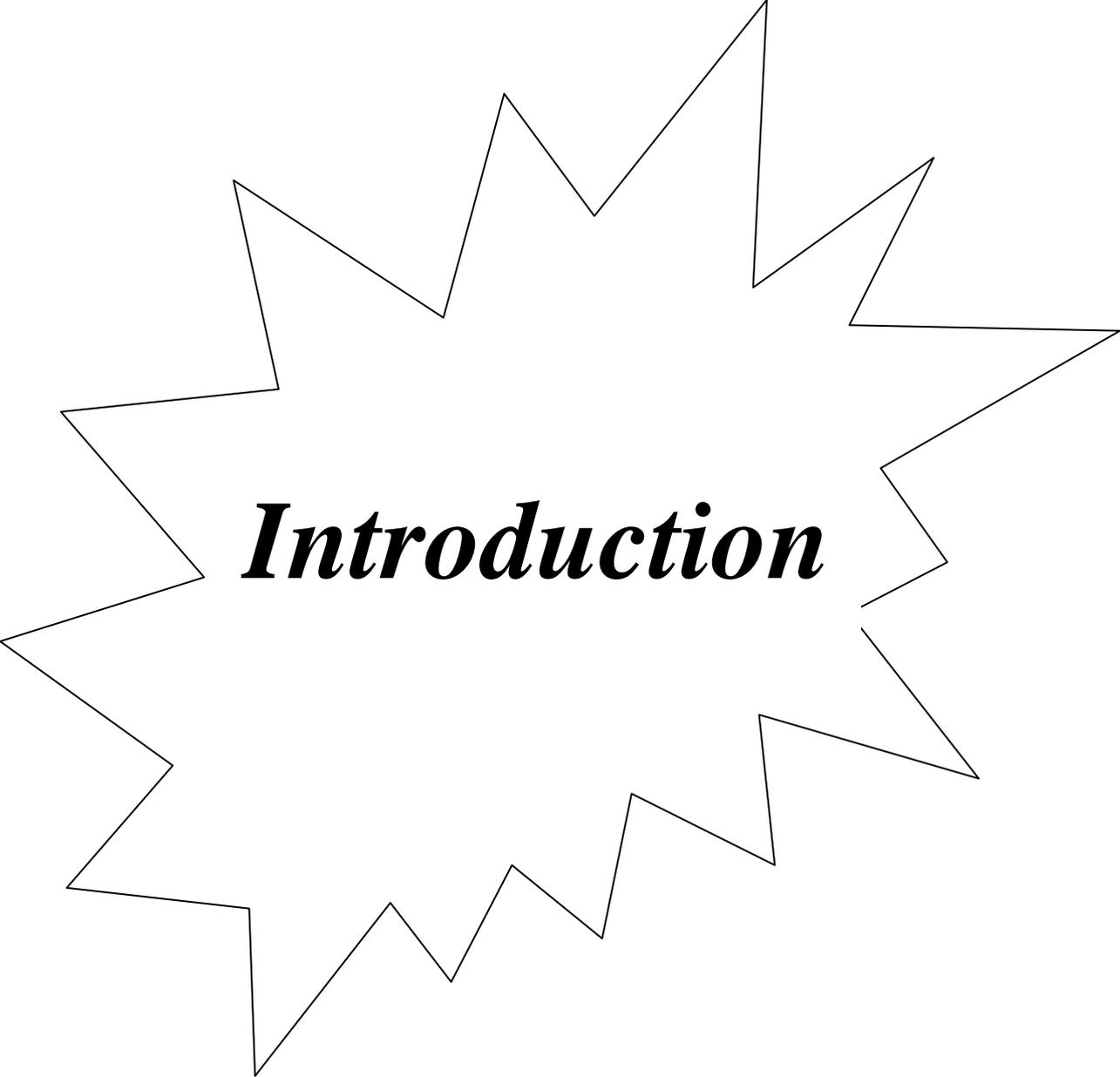
Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I.1. Généralités sur l'olivier.....	3
I.2. Importance économique.....	3
I.3. L'huile d'olive.....	4
I.3.1. Définition et classification des huiles d'olive.....	4
I.3.2. Principaux constituants chimiques de l'huile d'olive.....	5
I.3.3. Les différents modes d'extraction de l'huile d'olive.....	7
I.4. Généralités sur les insectes ravageurs étudiés.....	8
I.4.1. <i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	8
I.4.1.1. Description.....	8
I.4.1.2. Biologie et cycle.....	8
I.4.1.3. Dégâts et régime alimentaire.....	9
I.4.1.4. Ennemis naturels.....	10
I.4.2. <i>Tribolium castaneum</i> (H.)	10
I.4.2.1. Description.....	10
I.4.2.2. Biologie et cycle.....	10
I.4.2.3. Dégâts et régime alimentaire.....	11
I.4.2.4. Ennemis naturels.....	11
I.4.3. <i>Rhyzopertha dominica</i> (F.)	11
I.4.3.1. Description.....	12
I.4.3.2. Biologie et cycle.....	12
I.4.3.3. Dégâts et régime alimentaire.....	12
I.4.3.4. Ennemis naturels.....	13
I.4.4. <i>Callosobruchus maculatus</i> (F.)	14
I.4.4.1. Description.....	14
I.4.4.2. Biologie et cycle.....	14
I.4.4.3. Dégâts et régime alimentaire.....	16
I.4.4.4. Ennemis naturels.....	16
Chapitre II : Matériels et méthodes	
II.1. Matériels	17
II.1.1. Matériels du laboratoire	17
II.1.2. Matériels végétal	17
II.1.2.1. Le blé dur	17
II.1.2.2. Le haricot dolique	18
II.1.2.3. L'olivier	18
II.1.3. Matériels animal	20
II.1.3.1. Le charançons du riz	20
II.1.3.2. Le tribolium rouge de la farine	20
II.1.3.3. Le petit capucin des grains	22
II.1.3.4. La bruche	22
II.2. Méthode	24
II.2.1. Récolte des olives	24
II.2.2. Détermination de l'indice de maturité	24
II.2.3. Extraction de l'huile d'olive	25
II.2.4. Les caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive étudiées	26
II.2.4.1. Les caractéristiques physiques	26
II.2.4.1.1. La teneur en eau	26
II.2.4.1.2. L'absorbance spécifique à l'ultra-violet	26
II.2.4.2. Les caractéristiques biochimiques	26
II.2.4.2.1. L'acidité	26
II.2.4.2.2. L'indice de peroxyde	27

II.2.4.2.3. Analyse des esters méthyliques des acides gras.....	27
II.2.5. Elevage de masse.....	27
II.2.6. Test biologique.....	28
II.2.6.1. Dispositif expérimental.....	28
II.2.6.2. Paramètres biologiques étudiés.....	29
II.2.6.2.1. La longévité.....	29
II.2.6.2.2. La viabilité post-embryonnaire.....	29
II.2.6.3. Paramètres agronomiques étudiés.....	29
II.2.6.3.1. Le poids des graines.....	29
II.2.6.3.2. La faculté germinative des graines.....	29
II.2.7. Analyse statistique des données.....	30
Chapitre III : Résultats et discussion	
III.1. Résultats.....	31
III.1.1. Détermination de l'indice de maturité.....	31
III.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive.....	31
III.1.3. La composition en acides gras des huiles d'olive étudiées.....	31
III.1.4. Résultats des tests par contact.....	35
III.1.4.1. Effet de l'huile d'olive sur la longévité des insectes ravageurs des grains stockés.....	35
III.1.4.2. Effet de l'huile d'olive sur la viabilité post-embryonnaire des insectes ravageurs des grains stockés.....	38
III.1.4.3. Effet de l'huile d'olive sur le poids des graines de niébé et de blé dur.....	41
III.1.4.4. Effet de l'huile d'olive sur la faculté germinative des graines de niébé et de blé dur.....	44
III.2. Discussion des résultats.....	47
III.2.1. Indice de maturation.....	47
III.2.2. Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive.....	47
III.2.3. La composition en acide gras des quatre huiles d'olive utilisées.....	48
III.2.4. Tests par contact.....	50
III.2.4.1. Effet de l'huile d'olive sur la longévité des insectes ravageurs des grains stockés.....	50
III.2.4.2. Effet de l'huile d'olive sur la viabilité post-embryonnaire des insectes ravageurs des grains stockés.....	51
III.2.4.3. Effet de l'huile d'olive sur le poids des graines de niébé et de blé dur.....	52
III.2.3.4. Effet de l'huile d'olive sur la faculté germinative des graines de niébé et de blé dur.....	53
Conclusion	54

Références bibliographiques

Annexes



Introduction

Introduction

Les céréales et les légumineuses constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Leurs graines représentent une précieuse source énergétique et protéique.

D'après SOLTNER (1988), les glucides représentent 78,5 % de la composition moyenne des grains des principales céréales. Par contre les légumineuses fournissent des grains composés de 20 à 25 % de protéines, riches en acides aminés essentiels, notamment la lysine, dont les céréales sont pauvres. De ce fait, ce sont des aliments complémentaires des céréales.

La production céréalière en Algérie est fortement dépendante des conditions climatiques. Durant la campagne 2013-2014, elle a reculé de 30 % par rapport à la saison précédente. Elle ne cesse de fléchir depuis les rendements record enregistrés lors de la campagne 2008-2009 avec une production de 61,2 millions de quintaux. La facture d'importation des céréales des 11 premiers mois de 2014 était bien hausse en Algérie. Elle a été établie à 3,29 contre 2,92 milliards de dollars US à la même période de 2013, soit une hausse de 12,52 %. Par ailleurs, les importations du blé dur ont augmenté en coût et en volume à la fois avec une facture de près de 721 millions de dollars US pour 1,83 million de tonnes. A l'opposé, les légumes secs, ont enregistré une baisse d'importation de l'ordre de 19,18 % (Anonyme 1, 2015).

Pour éviter les pénuries et les fluctuations des prix des céréales dans les marchés internationaux, l'Algérie s'est toujours dotée d'un stock stratégique pour une période couvrant plusieurs mois.

De ce fait, des problèmes de conservation et de stockage, surgissent. Ils sont représentés par les facteurs abiotiques et biotiques. Les facteurs abiotiques sont essentiellement la température, l'humidité relative, la teneur en eau et la durée d'entreposage des grains, ainsi que la composition de l'atmosphère en oxygène et en gaz carbonique. Les facteurs biotiques, sont des agents biologiques d'altération des denrées stockées, tels que les microorganismes, les acariens, les oiseaux, les rongeurs et les insectes (CANCARDEL, 1978 in DEGUICHE, 1997).

Les insectes peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés. D'après l'Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture (F.A.O.), les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35 % de la production agricole mondiale. Ces insectes nuisibles se répartissent en deux groupes, les ravageurs primaires, capables de s'attaquer à des grains intacts, tels que : *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* et *Callosobruchus maculatus* et les ravageurs secondaires tel : *Tribolium castaneum*, qui ne peuvent déprécier les grains qu'à partir des ouvertures leur

servant de voies d'accès, occasionnées par les ravageurs primaires (BEKON et FLEURAT LESSARD, 1989).

Pour lutter contre les insectes ravageurs des grains stockés, deux méthodes sont préconisées, l'une est de nature préventive et se pratique avant l'installation des ravageurs et la deuxième, de type curative, est utilisée quand les lots sont déjà infestés.

La lutte préventive se traduit par des mesures sanitaires avant la réception des denrées, entre autre le traitement des équipements et l'hygiène du bâtiment et ces alentours. Ainsi que les pratiques culturales, comme les mesures d'assolement, le choix du moment de la récolte et le choix de la variété, en plus du mode d'entreposage.

La lutte curative consiste à intervenir directement contre les ravageurs en place. Elle comprend les luttes physiques, biologiques et chimiques.

Les procédés physiques détruisent les insectes en les soumettant à des conditions hors limites de survie, comme la chaleur, le froid, les radiations ionisantes et les gaz inertes.

En outre, la lutte biologique consiste à détruire les insectes nuisibles par l'utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels appartenant soit au règne animal, soit au règne végétal.

Quant à la lutte chimique, elle s'effectue par le traitement des denrées soit par des insecticides de contact ou par les fumigants. Les insecticides de contact comprennent les insecticides organochlorés, comme le lindane, les insecticides organophosphorés dont le plus connu est le malathion et les pyréthrinoïdes de synthèse. Quant aux fumigants, ils se présentent sous deux formes, à l'état gazeux comme le bromure de méthyle et à l'état liquide comme le tétrachlorure de carbone (AMELLAL, 1980 ; APPERT, 1985).

En raison de leurs efficacités et leurs applications faciles et pratiques, l'utilisation des insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus pratiquée pour lutter contre les insectes ravageurs. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides a provoqué une contamination de la chaîne alimentaire, et l'apparition d'insectes résistants. Le recours aux substances d'origine végétale, en tant que biopesticides dans la protection des graines, apparaît comme la meilleure alternative de lutte propre contre ces ravageurs.

Ainsi, plusieurs travaux ont mis en évidence l'activité biologique de différentes poudres et huiles essentielles de plantes à l'égard des insectes ravageurs des grains stockés (KELLOUCHE *et al.* 2004 ; HEDJAL *et al.* 2013).

C'est dans cette option que s'inscrit notre travail, où nous avons testé l'effet insecticide des huiles d'olive de quatre régions différentes de Kabylie à l'égard de quatre ravageurs des graines stockées. Ainsi que l'effet de ces huiles d'olive sur la faculté germinative des graines.

Ce travail comporte les parties suivantes : une introduction, une synthèse bibliographique, matériels et méthodes, résultats et discussion et une conclusion.



Chapitre I :
Synthèse
bibliographique

I.1. Généralités sur l'olivier

La méditerranée constitue le berceau d'origine pour la culture de l'olivier, et l'héritage que nous ont laissé différentes civilisations. Il fait partie des plus vieux arbres du monde appartenant à la famille des oléacées. Il est cultivé pour son fruit, l'olive qui est une drupe à mésocarpe charnu renferme de nombreux constituants en particulier des lipides qui lui donnent sont fort pouvoir énergétique. Après avoir éliminé l'amertume par des procédés industriels de conserves nous aboutirons à la production des olives de table. D'autre olives sont destinées à l'huilerie de façon à extraire son l'huile. Cette huile très recherchée est obtenue uniquement par des procédés mécanique ou physique.

L'huile d'olive est la plus ancienne huile alimentaire connue. Elle est consommée depuis des millénaires, ce fluide gras alimentaire attiré par le consommateur non seulement pour des raisons organoleptiques mais également pour des raisons de santé. Elle est capable de limiter et de guérir de nombreux troubles fonctionnels d'origine vésiculaire, gastrique, intestinale, remède de tous les maux internes assouplissant, nourricier et se trouve encore dans de nombreuses préparations pharmaceutiques (BROUSSE et LOUSSERT, 1978 ; CHARBONNIER A., 1996).

I.2. Importance économique

Sur le plan international, le secteur oléicole fait l'objet d'un intérêt croissant dû à l'expansion du commerce international (l'Or Vert) qui fait le succès de diététiciens pour une alimentation plus saine.

Selon le Conseil Oléicole International (C.O.I.) (Tableau 1), la production mondiale de l'huile d'olive durant la campagne 2013/2014, a connu une augmentation sensible d'environ 26 % par rapport à la campagne précédente. Quant à la consommation mondiale de l'huile d'olive, une faible augmentation est enregistrée durant la même période de l'ordre de 1,37 % (Anonyme 2, 2014).

Tableau 1 : La production et la consommation mondiale de l'huile d'olive (Anonyme 2, 2014).

Compagne	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Production (tonnes)	3 075 000	3 321 000	2 401 500	3 270 500
Consommation (tonnes)	3 061 000	3 085 500	2 989 000	3 030 000

L'oléiculture algérienne, reste dépendante au phénomène de l'alternance, et plusieurs contraintes entravent son développement, comme l'héritage fractionnaire des terrains agricoles, les conduites culturelles non maîtrisées, la recherche non valorisée et le non respect des normes de transformation. Mais, l'Algérie peut acquérir une place de choix dans le

domaine oléicole en jetant les bases d'une perspective réaliste de développement de sa filière oléicole.

D'après le Conseil Oléicole International (C.O.I.) (Tableau 2), la production et la consommation nationale en huile d'olive durant la campagne 2013/2014, ont chuté respectivement de 33 % et 20 %, par rapport à la campagne 2012/2013 (Anonyme 2, 2014).

Tableau 2 : La production et la consommation nationale de l'huile d'olive (Anonyme 2, 2014).

Compagne	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Production (tonnes)	67 000	39 500	66 000	44 000
Consommation (tonnes)	59 000	42 500	60 500	48 500

D'après les statistiques recueillies de la Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Tizi-Ouzou (Tableau 3), nous constatons une diminution notable en matière d'exploitation des surfaces destinées à la plantation des oliviers, ainsi que la production d'huile d'olive. Néanmoins, sur le plan rendement aux que ce soit des olives, comme de l'huile d'olive, une amélioration est à signaler (Anonyme 3, 2015).

Tableau 3 : La production d'olive et de l'huile d'olive dans la Wilaya de Tizi-Ouzou (Anonyme 3, 2015).

Campagne	Superficie total (ha)	Production d'olives pour l'huile (qx)	Rendement d'olives (qx/ha)	Production d'huile d'olive (hl)	Production d'huile d'olive (l/ql)
2010/2011	32 889	821 760	24,99	143 566	17,47
2011/2012	33 105	179 230	5,41	32 280	18,01
2012/2013	33 722	506 637	15,02	90 356	17,83
2013/2014	34 315	288 000	8,39	49 000	17,01
2014/2015	29 408	382 457	13,00	75 862	19,84

I.3. L'huile d'olive

I.3.1. Définition et classification des huiles d'olive

D'après la norme C.O.I./T.15/n°3/Rév.8, février 2015, l'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature. Elle est commercialisée selon les dénominations et définitions ci-après :

Les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques

notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration.

- **Les huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état comportent :**
 - a) **l'huile d'olive vierge extra** : l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8g / 100g.
 - b) **l'huile d'olive vierge** : l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2g / 100g.
 - c) **l'huile d'olive vierge courante** : l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3g / 100g.
- **L'huile d'olive vierge non propre à la consommation en l'état :**

Cette huile d'olive est dénommée huile d'olive vierge lampante, dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3g / 100g. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques (Anonyme 4, 2015).

I.3.2. Principaux constituants chimiques de l'huile d'olive

La composition chimique de l'huile d'olive contient des éléments majeurs et mineurs. L'huile d'olive possède une composition nutritionnelle équilibrée en acides gras et en triglycérides (98 % du poids total). L'abondance de l'acide oléique (un acide gras mono-insaturé), est la caractéristique qui définit l'huile d'olive en dehors des autres huiles végétales. Selon ROSSELL (2001), l'acide oléique (C18 : 1 n-9) représente 56 à 84 % des acides gras de l'huile d'olive. Tandis que TISCORNIA et *al.* (1982) et VISIOLI et *al.* (1998) notent que l'acide linoléique (C18 : 2 n-6) qui est un acide gras polyinsaturé essentiel pour l'alimentation humaine, représente 3 à 21 %. D'après SERVILI et *al.* (2002), les composants mineurs, représentent environ 2 % du poids total de l'huile, notamment, plus de 230 composés chimiques, tels que les alcools aliphatiques et triterpéniques, les stérols, les hydrocarbures, les composés volatils et les polyphénols (BENLEMLIH et GHANAM, 2012).

D'après la norme C.O.I./T.15/n°3/Rév.8., la composition de l'huile d'olive vierge en acide gras constitue un critère de pureté (Anonyme 4, 2015) (Tableau 4).

Tableau 4 : Composition de l'huile d'olive vierge en acides gras déterminée par chromatographie en phase gazeuse (Anonyme 4, 2015).

Types d'acides gras		(%) acides gras totaux
Acide myristique	(C 14 : 0)	≤ 0,03
Acide palmitique	(C 16 : 0)	7,5 – 20,0
Acide palmitoléique	(C 16 : 1)	≤ 0,3 – 3,5
Acide heptadécanoïque	(C 17 : 0)	≤ 0,3
Acide heptadécénoïque	(C 17 : 1)	≤ 0,3
Acide stéarique	(C 18 : 0)	0,5 – 5,0
Acide oléique	(C 18 : 1)	55,0 – 83,0
Acide linoléique	(C 18 : 2)	2,5 – 21,0
Acide linoléique	(C 18 : 3)	≤ 1,0
Acide arachidique	(C 20 : 0)	≤ 0,6
Acide gadoléique ou éicosénoïque	(C 20 : 1)	≤ 0,4
Acide lignocérique	(C 22 : 0)	≤ 0,2
Acide béhénique	(C 24 : 0)	≤ 0,2

La composition chimique de l'huile d'olive contient des éléments majeurs et mineurs. L'huile d'olive possède une composition nutritionnelle équilibrée en acides gras et en triglycérides (98 % du poids total). L'abondance de l'acide oléique, un acide gras mono-insaturé, est la caractéristique qui définit l'huile d'olive en dehors des autres huiles végétales. Selon ROSSELL (2001), l'acide oléique (C18 : 1 n-9) représente 56 à 84 % des acides gras de l'huile d'olive. TISCORNIA *et al.* (1982) ; VISIOLI *et al.* (1998), notent que l'acide linoléique (C18 : 2 n-6) qui est un acide gras polyinsaturé essentiel pour l'alimentation humaine, représente 3 à 21 %. D'après SERVILI *et al.* (2002), les composants mineurs, représentent environ 2 % du poids total de l'huile, notamment, plus de 230 composés chimiques, tels que les alcools aliphatiques et triterpéniques, les stérols, les hydrocarbures, les composés volatils et les polyphénols (BENLEMLIH et GHANAM, 2012).

En effet, l'huile d'olive, en tant qu'aliment très riche en acide oléique, elle est la plus apte à la prévention des maladies cardio-vasculaires, la procuration d'un effet antiagrégant plaquettaire et la baisse de la viscosité du sang. L'huile d'olive est pourvu en acide linoléique, indispensable pour l'organisme, et qu'il doit être introduit comme tel, parce qu'il ne peut être synthétisé. La carence en cet acide gras essentiel entraîne la sécheresse et la desquamation de la peau, l'arrêt de la croissance et du développement sexuel, le dépérissement, la dégénérescence grasse du foie et des lésions rénales fréquentes. Cependant, la présence de composés phénoliques et d'autres antioxydants particuliers, confèrent à l'huile d'olive une

haute stabilité contre l'oxydation avec une couleur et une saveur unique la distinguant des autres huiles.

Toutes les méthodes d'extraction consistent à produire la plus grande quantité d'huile possible, sans altération de sa qualité d'origine, d'où la nécessité d'utiliser uniquement des méthodes mécaniques ou physiques pour extraire l'huile, en évitant les réactions chimiques et enzymatiques qui pourraient changer sa composition naturelle (BENLEMLIH et GHANAM, 2012).

I.3.3. Les différents modes d'extraction de l'huile d'olive

D'après BROUSSE et LOUSSERT (1978), les techniques de transformation de l'huile d'olive commencent d'abord par les opérations préliminaires (la récolte, le triage, l'effeuillage, le transport, la réception, le calibrage, le contrôle, la conservation et le lavage). Ensuite intervient la préparation de la pâte, qui s'effectue en deux opérations, le broyage des olives et le malaxage de la pâte. Concernant la séparation de la phase solide et liquide, il existe plusieurs moyens de faire cette séparation.

- **La séparation par pression (système discontinu)** : Ce système d'extraction utilise des presses métalliques à vis ou, le cas échéant, des presses hydrauliques. La pâte issue du broyage est empilée sur les scourtins, à raison de 5 à 10 kg / scourtin. L'application de la pression sur la charge des scourtins doit être réalisée de manière progressive. La durée totale de l'opération de pressage, réalisée en une seule fois, varie entre 45 à 60 minutes. Les scourtins doivent être lavés, selon la norme internationale en vigueur et à raison d'une fois par semaine, pour éviter d'augmenter l'acidité de l'huile ou de lui conférer un défaut organoleptique (défaut dénommé scourtin) (CHIMI, 2006).
- **La séparation par centrifugation (système continu)** : la pâte une fois malaxée, est modérément fluidifiée avec de l'eau tiède, est ensuite convoyée par une pompe en continu dans un décanteur horizontal à force centrifuge qui peut être à deux ou à trois sorties (BROUSSE et LOUSSERT, 1978).

Le décanteur à trois phases, procède avec deux centrifugeuses, la première (horizontale) pour séparer les grignons et les huiles plus margines et la deuxième (verticale) pour séparer les huiles et les margines.

L'introduction de ces installations a permis de réduire les coûts de transformation et la durée de stockage des olives, avec comme conséquence, une production oléicole de moindre acidité. Cependant, ce système de centrifugation directe des pâtes nécessite des apports élevés en eau tiède (20 – 25°C), ce qui est à l'origine d'un certain nombre d'inconvénients :

- L'huile extraite se trouve appauvrie en composés aromatiques et en composés phénoliques avec comme conséquence une résistance plus faible à l'oxydation ;

- Le système génère un volume considérable de margines ;
- Le système donne lieu à des grignons à teneur élevée en humidité (45 à 55 %) ;
- Une consommation élevée d'énergie thermique.

Le décanteur à deux phases, procède avec une centrifugation permettant de séparer l'huile et les grignons humidifiés par les eaux de végétation provenant de l'olive (les deux phases sont les huiles et les grignons). Ce mode d'extraction, est plus performant que le précédent, puisqu'il affiche un rendement industriel en huile légèrement plus élevé, et que ces huiles sont plus riche en polyphénols totaux et en diphénols. Cependant, l'humidité des grignons obtenus est relativement élevée et peut approcher les 60 %, mais leur richesse en sucres, protéines, NPK, polyphénols, permet leur valorisation par compostage, dans la mesure où le séchage constitue un surcroît de traitement (CHIMI, 2006).

I.4. Généralités sur les insectes ravageurs étudiés

I.4.1. *Sitophilus oryzae* (L.)

Il appartient à l'Ordre des Coleoptera et à la Famille des Curculionidae. Le nom commun français donné à ce ravageur est : le charançon (calandre) du riz. Probablement originaire des Indes, mais à la faveur des échanges internationaux, *Sitophilus oryzae* a envahi toutes les régions tropicales et subtropicales du globe (BALACHOWSKY, 1963).

I.4.1.1. Description

L'œuf de *S. oryzae* est piriforme, d'un blanc opaque et brillant. Il mesure 0,6 à 0,7 mm de longueur et 0,2 à 0,3 mm de largeur. La larve âgée, est apode, d'un blanc perle, se singularise par sa forme extrêmement ramassée, et sa longueur du corps varie de 2,5 à 3 mm. Tandis que, la nymphe est de couleur blanche au début et devient jaune crème par la suite, elle mesure 3,75 à 4 mm de long. En fin, l'imago est brun à brun-roux, mesure 2,5 à 5 mm de long. Sa tête est munie d'un rostre, plus court que le pronotum, qui est cylindrique dans sa partie antérieure. Il est caractérisé par la présence de deux grosses taches ocre sur chaque élytre (BALACHOWSKY, 1963 et KELLOUCH, 1987).

I.4.1.2. Biologie et cycle

La longévité moyenne de *S. oryzae* est d'environ 4 mois à une température de 25°C et à 70 % d'humidité relative. Le nombre d'œufs déposés par une femelle pouvant atteindre 200 à 400 œufs, à la température de 32°C (BALACHOWSKY, 1963). L'œuf est pondu à l'intérieure même des grains, dans des trous qu'elle creuse à l'aide de son rostre. Ce trou est ensuite rebouché par une sécrétion mucilagineuse de l'oviducte qui durcit rapidement à l'air (NARDON, 1963, in CHARLES, 1997). Une fois éclos, la larve se développe à l'intérieure du grain qu'elle va ainsi évacuer presque entièrement. Après le stade nymphal, l'adulte sort du grain par un trou (CRUZ et DIOP, 1989).

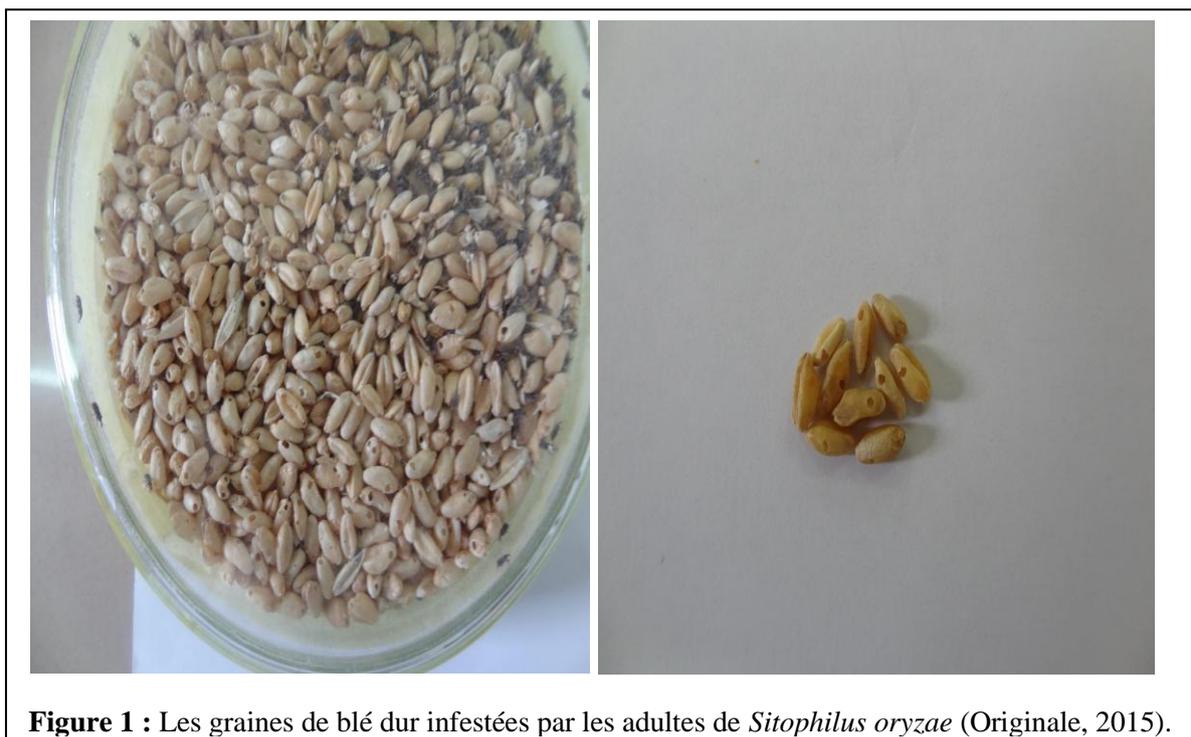
Cependant, DELOBEL et TRAN (1993), mentionnent que le développement n'est possible que dans des grains ayant une teneur en eau comprise entre 8 à 16 %. Ce qui explique également que *S. oryzae* ne soit que rarement rencontré au champ.

L'incubation a une durée variable selon la température, de 2,6 jours à 35°C, 6 jours à 28°C, 10 jours à 20°C, et 15 jours à 16°C. Les trois stades larvaires durent respectivement 3 ; 4 et 9 jours à $17 \pm 1^\circ\text{C}$. A cette température la prénymphose dure 20 à 40 heures et la nymphose 15 jours et à 22°C la durée de celle-ci est de 6 jours. L'imago reste de 3 à 4 jours dans la graine avant de sortir. La durée totale du cycle de développement, de l'œuf à l'adulte, est de 1 mois en été et de 3 à 4 mois en hiver (LEPESME, 1944 *in* KELLOUCHE, 1987).

BALACHOWSKY (1963), indique que les auteurs accordent à tous les Charançons du riz 2 à 3 générations par an en Europe, et 5 à 8 générations dans les régions méditerranéennes ou tropicales.

I.4.1.3. Dégâts et régime alimentaire

Le charançon du riz représente un ravageur de premier plan pour les céréales emmagasinées sur lesquelles il provoque des pertes, une détérioration de la qualité et permet l'installation d'infestations cryptogamiques (Figure 1) et qui ouvre la porte à tout un cortège de détritivores qui parachèvent ces dégâts (CAMARA, 2009 ; BALACHOWSKY, 1963). Selon BEKON et FLEURAT (1989), les pâtes alimentaires ou de multiples produits amylicés manufacturés, ainsi que les glands de différents chênes, conviendraient aussi bien à l'alimentation des adultes qu'à la vie larvaire. En dehors des céréales et leurs dérivés, les denrées les plus fréquemment envahies par *S. oryzae* sont les légumes secs (KELLOUCHE, 1987).



I.4.1.4. Ennemis naturels

Ce sont majoritairement, des Hyménoptères qui parasitent les larves et les nymphes. Il s'agit particulièrement de la famille des Pteromalidae : *Lariophagus distinguendus* Förster, *Chaetospila elegans* Westwood. En plus d'un acarien qui est considéré comme un précieux auxiliaire, *Pediculoides ventricosus* Newport (LEPESME, 1944 in KELLOUCHE, 1987).

I.4.2. *Tribolium castaneum* (H.)

Il appartient à l'ordre des Coleoptera, Famille des Tenebrionidae. Il appartient à l'Ordre des Coleoptera, Famille des Curculionidae. Le nom vernaculaire : Tribolium rouge de la farine, petit ver de la farine.

Selon (LEPESME, 1944 in KELLOUCHE, 1987), ce ravageur actuellement devenu cosmopolite est probablement originaire de l'Inde, car dans cette région il se trouve sous l'écorce des arbres.

I.4.2.1. Description

L'œuf de *T. castaneum* est ovalaire, de couleur blanchâtre et mesure en moyenne 0,6 mm de long. Il est recouvert d'un enduit visqueux. La larve à l'état jeune est blanche, ne dépasse pas 1,4 mm, lors de l'éclosion. Alors que celles du dernier stade larvaire, prennent une couleur jaune pâle et atteignent entre 6 à 7 mm de long et 0,7 mm à 0,8 mm de large. Au stade nymphal, elle s'immobilise et devienne blanche. L'imago, est très bon voilier, mesure 3 à 4 mm de long, de couleur brun-rouge plus ou moins sombre de forme allongée aux antennes moniliformes avec les 3 derniers articles élargis et leur tête est large et plate. Le pronotum est rectangulaire, plus large que long, finement et éparsement ponctué ; les élytres sont très allongés et parallèles, munis de stries de point bien nettes, chaque interstrie porte en son milieu une fine cote longitudinale. Pattes courtes à tibias aplatis (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936 et BALACHOWSKY, 1962).

I.4.2.2. Biologie et cycle

La longévité moyenne est de 250 jours à 25°C ; 200 jours à 30°C et 2 à 3 mois à 35°C sur grains de blé, plus d'une année sur farine. La fécondité moyenne est voisine de 500 œufs par femelle (DELOBEL et TRAN, 1993). C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33°C, son développement cesse au-dessous de 22°C et qui résiste très bien aux basses hygrométries. Il peut y avoir 5 à 13 stades larvaires dans les conditions optimales. A 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation. La durée du cycle dure environ un mois (CAMARA, 2009).

Selon LEPIGRE (1966), dans les stocks de l'Afrique du nord, il y a généralement six générations (AMELLAL, 1980).

I.4.2.3. Dégâts et régime alimentaire

Le tribolium accompagne très souvent le charançon du riz et le petit capucin des grains et parachève leurs dégâts (ravageur secondaire). Il n'attaque pas le grain intact, mais des lésions microscopiques suffisent pour permettre à la larve d'entamer le grain (Figure 2). D'une façon générale, ils recherchent surtout les denrées alimentaires amylacées, telle que la farine. Celle-ci contaminée, perd sa valeur commerciale en dégageant une odeur forte et en acquérant un goût de moisi capable de persister dans le pain et les gâteaux (DELOBEL et TRAN, 1993 ; LEPESME, 1944 in KELLOUCHE, 1987). D'après DELOBEL et TRAN (1993), en cas de pullulation, larves et adultes sont cannibales et se nourrissent de leurs propres œufs et nymphes ; elles consomment des champignons et également toutes sortes de proies immobiles (œufs et nymphes de divers Coléoptères) ou peu mobiles (larves de *Stegobium paniceum* et de *Rhyzopertha dominica*).



Figure 2 : Dégâts des adultes de *T. castaneum* sur les grains de blé dur concassés(Originale, 2015).

I.4.2.4. Ennemis naturels

LEPESME 1944 (in KELLOUCHE, 1987), a signalé deux acariens : *Acarophenax tribolii* Newstead et Duval et *Pyemotes ventricosus* Newport = (*Pediculoides ventricosus* Newport), ainsi que deux Hyménoptères de la famille des Béthylides : *Rhabdepyris zea* Turn et Waterst. et *Sleroderma immigrans* Bridus. Ces Acariens et Hyménoptères parasitent les larves de *T. castaneum*.

I.4.3. *Rhyzopertha dominica* (F.)

Il appartient à l'Ordre des Coleoptera et à la Famille des Bostrychidae. Le nom commun français est le petit capucin des grains. Vraisemblablement originaire de l'Asie du sud-est, il est actuellement répandu dans l'ensemble des zones tropicales, subtropicales et tempérées chaudes (DELOBEL et TRAN, 1993).

I.4.3.1. Description

L'œuf de *Rhyzopertha dominica* est piriforme, long de 0,6 mm, d'une teinte blanchâtre ou rosâtre. La larve à maturité mesure un peu moins de 3 mm de long, elle est de couleur blanche à tête brunâtre, sa forme est linéaire, hérissée de longues soies, et présente sur son segment anal un petit crochet brun. La nymphe est blanche, recouverte de poils sur la face dorsale. En fin, l'imago, est étroit, cylindrique, long de 2,5 à 3 mm. Sa couleur est jaune rougeâtre claire. Sa tête est cachée sous le prothorax et présente des antennes de 10 articles. Le pronotum est très bombé, plus long que large, portant des dents saillantes. Les élytres deux fois et demis plus longs que larges, arrondis en arrière, marqués de stries de gros points (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936 et DELOBEL et TRAN, 1993).

I.4.3.2. Biologie et cycle

D'après DELOBEL et TRAN (1993), les femelles pondent 300 à 400 œufs à l'intérieur ou à la surface des grains ou même parmi les débris. Tous les stades sont susceptibles d'hiverner. Ainsi 4 à 5 générations par an, peuvent se chevaucher les unes sur les autres. La longévité s'étale entre 120 à 140 jours, pouvant dépasser 10 mois à basse température. Cependant, le développement est possible entre 18 à 39°C pour des teneurs en eau des grains infestés de 9 à plus de 44 %. Par ailleurs, l'optimum de développement est entre 32 à 34°C pour une teneur en eau de 14 %. La durée du cycle de l'œuf à l'adulte à 34°C est de 29 jours sur le blé.

D'après KASCHEF 1959 in KELLOUCHE (1987), il existe 4 à 5 stades larvaires selon les conditions de température.

Selon BALACHOWSKY et MESNIL (1936), l'incubation dure de 5 à 8 jours avec une température aux alentours de 28°C. Au bout d'une quinzaine de jours, la larve termine sa croissance, et se transforme en nymphe, 5 à 6 jours après, les adultes émergent et une seconde génération commence.

I.4.3.3. Dégâts et régime alimentaire

L'adulte est responsable des pertes, qui sont huit fois supérieures à celles occasionnées par la larve. Ils attaquent l'enveloppe des grains, et sitôt arrivés dans la partie amylacée, ils l'abandonnent pour en attaquer un autre jusqu'à les vider entièrement (Figure 3). Il ne subsiste du grain qu'une poudre de farine souillée de déchets et de tégument transformé en dentelle s'envolant au moindre souffle (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936 et DELOBEL et TRAN 1993).

I.4.3.4. Ennemis naturels

LEPESME 1944 *in* KELLOUCHE (1987), a cité principalement des Hyménoptères parasitoïdes qui attaquent les larves et plus rarement les nymphes : *Lariophagus distinguendus* Förster (Figure 4) et *Chaetospila elegans* Westwood, ainsi que des Acariens, tels que *Pyemotes ventricosus* Newport (ectoparasite des larves) et *Cheyletus eruditus* Schrank (prédateur).



Figure 3 : Dégâts des adultes de *Rhyzopertha dominica* sur les graines de blé dur (Originale, 2015).



Figure 4 : Adulte de *Lariophagus distinguendus* ectoparasite des larves âgées de *Rhyzopertha dominica* et d'autres coléoptères (Originale, 2015).

I.4.4. *Callosobruchus maculatus* (F.)

Il appartient à l'Ordre des Coleoptera et à la Famille des Bruchidae. Le nom vernaculaire est la bruche du niébé ou la bruche à quatre taches. Elle est d'origine inconnue et son affinité est subtropicale et tropicale. Elle est actuellement répandue dans le monde entier ; dans les régions chaudes, elle manifeste un preferendum marqué pour les *Vigna* (BALACHOWSKY, 1962).

I.4.4.1. Description

L'œuf de *Callosobruchus maculatus* est asymétrique, arrondi à la base, subconique à l'extrémité, il mesure $0,4 \times 0,7$ mm de long sur $0,3 \times 0,45$ mm de large et adhère au substratum par un liquide adhésif se solidifiant à l'air après la ponte (Figure 5). Selon BOVING in BALACHOWSKY (1962), la larve âgée mesure 4 mm de longueur. Elle présente un corps en arc de cercle, porte des pattes vestigiales et ne possède qu'un seul ocelle de chaque côté de la tête : le premier article antennaire est très court, le second porte une papille (Figure 6).

L'imago, mesure 2,8 à 3,5 mm, son corps est d'une coloration foncièrement rougeâtre. Les antennes sont noires avec 4 premiers articles roux. Chez le male elles sont plus élargies à partir du 7^e article. Les élytres sont noirs avec des zones rousses revêtues d'une pubescence blanche et dorée dessinant souvent un X plus ou moins épais sur l'ensemble des deux élytres (Figure 7) (DELOBEL et TRAN, 1993 ; BALACHOWSKY, 1962). UTIDA, 1954 in BALACHOWSKY (1962) a observé deux phases chez les femelles, caractérisées principalement par la présence ou l'absence d'aptitude au vol.

I.4.4. 2. Biologie et cycle

D'après DELOBEL et TRAN (1993), la longévité est de l'ordre de 6 à 8 jours. Tandis que, l'optimum de développement est de 30°C à 70 % d'humidité relative.

La ponte se déclenche par un chimitactisme particulier, notamment par les surfaces lisses. La femelle en effet ne pond guère que sur les graines à cuticule dépourvue d'impressions ou de rides. On compte 75 à 100 œufs par ponte. LARSON et FISCHER in BALACHOWSKY (1962), ont observé une moyenne de ponte journalière de 3 à 12. Cette ponte se prolonge de 15 jours à 1 mois. L'incubation se manifeste de 3 à 4 jours après la ponte dans les conditions les plus favorables.

KELLOUCHE (2005), signale que le développement des 4 stades larvaires et celui de la nymphe, se déroule entièrement à l'intérieure du grain. Pour pénétrer dans la graine, la jeune larve s'appuie sur la face interne du chorion puis creuse sa galerie. Au fur et mesure que la larve pénètre, elle rejette en arrière de la poudre de grain qui s'accumule sous le chorion de l'œuf qui devient alors opaque. Selon ce même auteur, la durée du cycle de développement (de l'œuf à l'adulte) est en moyenne de 28 ± 3 jours dans les graines de pois-chiche, avec une température de 30 ± 1 °C et une hygrométrie de 70 ± 10 %.

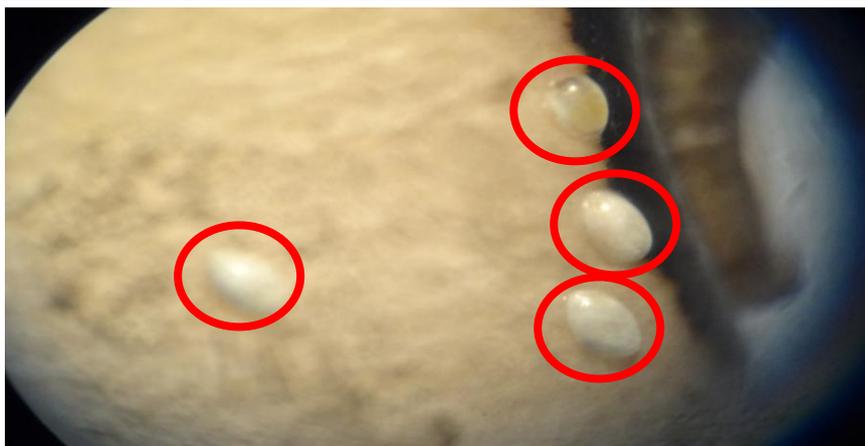


Figure 5 : Des œufs pondus par *C. maculatus* sur une graine de niébé (Originale, 2015).



Figure 6 : Une larve âgée de *C. maculatus* (Originale, 2015).



Figure 7 : Emergence d'un adulte de *C. maculatus* d'une graine de niébé (Originale, 2015).

I.4.4.3. Dégâts et régime alimentaire

Les pertes après récolte dues aux attaques de *C. maculatus*, peuvent être considérées sous deux aspects différents : au plan quantitatif (la perte pondérale) et au plan qualitatif. L'albumen des graines est détruit après le développement des larves et les graines fortement endommagées se désagrègent (avec la prise en masse possible en cas de développement de moisissures qui peuvent être éventuellement productrices de mycotoxines dangereuses pour la santé du consommateur régulier) (Figure 8). Sur le plan qualitatif, les attaques de ce ravageur se traduisent généralement par une diminution de la valeur nutritive et de la capacité germinative (en particulier dans les cas de développement abondant de moisissures de stockage). Il peut également se développer dans les graines d'autres légumineuses comme *Cajanus cajan*, *Cicer arietinum*, *Lablab purpureus*, *Pisum sativum*, *Macrostyloma geocarpum* et *Glycine max* (HUIGNARD, 2011).



Figure 8 : Dégâts de *C. maculatus* sur les graines de niébé (Originale, 2015).

I.4.4.4. Ennemis naturels

D'après DJOUSSOU (2006), les ennemis naturels de *C. maculatus* sont essentiellement des Hyménoptères, tels que :

- *Uscana lariophaga* Steffan : Famille des Trichogrammatidae.
- *Anisopteromalus calandrae* Howard ; *Chaetopsila elegans* Westwood ; *Dinarmus basalis* Rondani ; *Lariophagus distinguendus* Förster : Famille des Pteromalidae.
- *Eupelmus orientalis* Crawford : Famille des Eupelmidae.



***Chapitre II :
Matériels
et méthodes***

II.1. Matériels

II.1.1 Matériels du laboratoire

Le matériel utilisé pour nos essais est le suivant :

- Etuve réglée à une température $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$;
- Boîte de Pétri en plastique de 8,50 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur ;
- Des bocaux en verre, d'un volume d'un litre pour l'élevage de masse des insectes à étudiées ;
- Pipettes en verre (1 ml) pour le pipetage de chaque huile d'olive à expérimentées ;
- Une loupe binoculaire (G×20) pour l'observation des différentes espèces d'insectes ;
- Une balance à affichage électronique pour les pesées des graines de blé dur et du haricot dolique ;
- Du Cotton pour le test de germination des graines ;
- Autres accessoires : tamis, pinceaux, ciseaux, pinces, rouleau adhésif, entonnoir, petite pelle en plastique (Figure 1).



Figure 9 : Matériels de laboratoire utilisé, (a) : Etuve réfrigérée, (b) : Balance, (c) : Loupe binoculaire et (d) : différents accessoires (Originale, 2015).

II.1.2. Matériels végétal

II.1.2.1. Le blé dur

BONJEAN et PICARD (1990) classent le blé dur comme suit :

Règne : Plantae.

Sous règne : Tracheobionta.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Liliopsida.

Ordre : Poales.

Famille : Gramineae.

Genre : *Triticum*.

Espèce : *Triticum durum*. (Desf.).

Les graines du blé dur utilisées dans les différents tests proviennent du marché local, c'est des graines biologiques, indemnes de toute infestation et n'ont subi aucun traitement phytosanitaire (Figure 10).

II.1.2.2. Le haricot dolique

CRONQUIST (1981), classe le haricot dolique comme suit :

Règne : Plantae.

Sous règne : Tracheobionta.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Magnoliopsida.

Sous-classe : Rosidae.

Ordre : Fabales.

Famille : Fabaceae.

Genre : *Vigna*.

Espèce : *Vigna unguiculata* (L.) Walp., 1843.

Les graines du niébé utilisées dans les différents tests proviennent du marché local, c'est des graines biologiques, indemnes de toute infestation et n'ont subi aucun traitement phytosanitaire (Figure 11).

II.1.2.3. L'olivier

CRONQUIST (1981), classe l'olivier (Figure 12) comme suit :

Règne : Plantae.

Sous règne : Tracheobionta.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Magnoliopsida.

Sous-classe : Asteridae.

Ordre : Scrophulariales.

Famille : Oleaceae.

Genre : *Olea*.

Espèce : *Olea europaea* (L.) 1753.



Figure 11 : Les graines de niébé (Original, 2015).



Figure 12 : L'olivier et sont fruit l'olive (Original, 2015).

II.1.3. Matériels animal

II.1.3.1. Le charançon du riz

BALACHOWSKY (1963), classe le charançon du riz comme suit :

Embranchement : Arthropoda.

Sous embranchement : Hexapoda.

Classe : Insecta.

Sous classe : Pterygota.

Ordre : Coleoptera.

Famille : Curculionidae.

Genre : *Sitophilus*.

Espèce : *Sitophilus oryzae* (L.).



Figure 13 : Adulte de *Sitophilus oryzae* (Originale, 2015).

III.1.3.2. Le tribolium rouge de la farine

BALACHOWSKY (1962), classe le Tribolium rouge de la farine comme suit :

Embranchement : Arthropoda.

Sous embranchement : Hexapoda.

Classe : Insecta.

Sous classe : Pterygota.

Ordre : Coleoptera.

Famille : Tenebrionidae.

Genre : *Tribolium*

Espèce : *Tribolium castaneum* (H.).



Figure 14 : Adulte de *Tribolium castaneum* (Originale, 2015).



Figure 15 : Larve âgée de *Tribolium castaneum* (Originale, 2015).

II.1.3.3. Le petit capucin des grains

BALACHOWSKY (1962), classe le petit capucin des grains comme suit :

Embranchement : Artropoda

Sous embranchement : Hexapoda.

Classe : Insecta.

Sous classe : Pterygota.

Ordre : Coléoptera.

Famille : Bostrychidae.

Genre : *Rhyzopertha*.

Espèce : *Rhyzopertha dominica* (F.).



Figure 16 : Adulte de *Rhyzopertha dominica* (Originale, 2015).

II.1.3.4. La bruche

BALACHOWSKY (1962), classe la bruche comme suit :

Embranchement : Arthropoda.

Sous embranchement : Hexapoda.

Classe : Insecta.

Sous classe : Pterygota.

Ordre : Coleoptera.

Famille : Bruchidae.

Genre : *Callosobruchus*.

Espèce : *Callosobruchus maculatus* (F.).



Figure 17 : Adulte mâle de *Callosobruchus maculatus* (Originale, 2015).



Figure 18 : Adulte femelle de *Callosobruchus maculatus* (Originale, 2015).

II.2. Méthodes

II.2.1. Récoltes des olives

Quatre huiles ont servi à la réalisation du présent travail. Elles proviennent toutes des olives de la variété Chemlal, issue de différentes régions de Kabylie.

- les régions de Maâtkas (altitude de 620 m), Tizi-Rached (altitude de 400 m) et de Béni-Yenni (altitude de 800 m), dans la Wilaya de Tizi-Ouzou.

- la région de Sidi-Aïch (altitude de 134 m), dans la Wilaya de Bejaia.

Les olives des régions de Maâtkas et de Béni-Yenni proviennent de dix arbres choisis aléatoirement, dont nous avons récolté deux kilogrammes d'olives à la main, de l'intérieur et de l'extérieur des oliviers, durant la fin du mois de novembre.

Par contre, les olives des sites de Tizi-Rached et de Sidi-Aïch, proviennent des prélèvements de deux kilogrammes d'olives des stocks de 3 jours, au sein des huileries modernes (à trois phases), des deux régions précitées, toujours durant la fin du mois de novembre.

II.2.2. Détermination de l'indice de maturité

Le processus de maturation peut être apprécié visuellement sur les olives, par les changements de la coloration du péricarpe, qui passe du vert foncé au violacé puis au noir. La couleur et la texture du mésocarpe changent également durant ces étapes, tout comme la couleur et les caractéristiques sensorielles de l'huile.

Pour déterminer l'indice de maturité de nos quatre échantillons, nous avons appliqué la norme C.O.I./OH/Doc.n°1. Cette norme se base sur un système de classification correspondant à chaque étape de coloration du péricarpe et du mésocarpe des olives (tableau 2).

Tableau 5 : Classification des olives selon leur coloration du péricarpe et du mésocarpe (Anonyme 5, 2011).

Classe	Coloration du péricarpe et du mésocarpe des olives
0	peau vert intense.
1	peau vert jaunâtre.
2	peau verte avec des taches rougeâtres sur moins de la moitié du fruit : début de la véraison.
3	peau rougeâtre ou violette sur plus de la moitié du fruit : fin de la véraison.
4	peau noire et pulpe blanche.
5	peau noire et pulpe violette sans atteindre le centre de la pulpe.
6	peau noire et pulpe violette sans atteindre le noyau.
7	peau noire et pulpe violette sur toute la pulpe jusqu'au noyau.

Le Conseil International Oléicole, utilise une formule, mise au point par la Station Expérimentale Venta del Llano de l'IFAPA de Mengibar (Jaén, Espagne), l'indice de maturité (I.M.) est calculé comme suit :

$$I.M. = \frac{A \ 0 + B \ 1 + C \ 2 + D \ 3 + E \ 4 + F \ 5 + G \ 6 + H \ 7}{100}$$

Où A, B, C, D, E, F, G et H sont respectivement, le nombre de fruits des classes 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 (Anonyme 5, 2011).

L'indice de maturité est déterminé le jour même de la récolte, où 100 olives sont prélevées au hasard de chaque lot de deux kilogrammes, des quatre régions.

II.2.3. Extraction de l'huile d'olive

L'appareil utilisé est un Oléodoseur (Figure 18) qui simule les conditions d'extraction dans l'industrie. En moyenne 2 kg d'olive pour chaque région, sont triturés après deux jours de leur récupération, dans un broyeur à marteaux sans adjonction d'eau. La pâte obtenue est malaxée pendant 40 minutes, puis centrifugée. Deux phases sont obtenues, l'une d'elle est solide, qui reste collée aux parois internes de la centrifugeuse et l'autre liquide, (l'huile et la margine). La phase liquide est séparée par décantation naturelle. Ainsi l'huile, surnageant sur les margines est récupérée et mise dans des bouteilles en verre opaque, et recouvertes de papiers aluminium.



Figure 19 : Oléodoseur de l'I.T.A.F. de Bejaïa (Originale, 2015).

II.2.4. Les caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olives étudiées

Les analyses physicochimiques des quatre huiles d'olive étudiées ont été effectuées au laboratoire commun n°2 d'analyses et de mesures de la Faculté des Sciences Biologiques, U.M.M.T.O.

II.2.4.1. Les caractéristiques physiques

II.2.4.1.1. La teneur en eau

Le principe consiste à chauffer une prise d'essai à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ dans une étuve isothermique jusqu'à un poids constant.

La détermination de la teneur en eau a été effectuée conformément à la norme ISO 662, 1996.

La teneur en eau est calculée selon la formule suivante : $H (\%) = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{(m_1 - m_0)}$

H (%) : l'humidité est exprimée en pourcentage de masse.

m_0 : la masse, en gramme, de la capsule vide.

m_1 : la masse, en gramme, de la capsule et de la prise d'essai.

m_2 : la masse, en gramme, de la capsule et du résidu après le séchage.

II.2.4.1.2. L'absorbance spécifique à l'ultra-violet

Le principe de cette méthode consiste en la mesure de l'absorbance à 232 nm et 270 nm d'un échantillon de corps gras en solution dans l'hexane par spectrophotométrie aux rayons ultra-violet.

La détermination de l'absorbance spécifique au rayonnement ultraviolet a été effectuée conformément à la norme AFNOR NF T60-223 de juillet 1978.

L'extinction spécifique à une longueur d'onde λ est donnée par la formule suivante :

$$E_{1cm}(\lambda) = \frac{A_\lambda}{C \times D}$$

$E_{1cm}(\lambda)$: Extinction spécifique à la longueur d'onde λ .

A_λ : Densité optique à la longueur d'onde λ .

D (cm) : Epaisseur de la cuve.

C (g/l) : Concentration de la solution.

II.2.4.2. Les caractéristiques biochimiques

II.2.4.2.1. L'acidité

L'acidité est le pourcentage d'acides gras libres contenus dans un corps gras, par convention, elle s'exprime en pourcentage d'acide oléique pour les huiles d'olive.

La détermination de l'acidité des huiles a été effectuée conformément à la norme AFNOR NF T60-204 de Décembre 1985.

Expression des résultats : $Acidité (\%) = \frac{N \times V \times 282}{m \times 1000} \times 100$

m : Masse de la prise d'essai en gramme ;

N : Normalité de la solution d'hydroxyde de potassium ;

V : Volume de titrage en ml ;

282 (g/mol) : Masse molaire de l'acide oléique.

II.2.4.2.2. L'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde d'un corps gras représente le nombre de milliéquivalents grammes d'oxygène actif par kilogrammes de corps gras. Il est utilisé pour évaluer le degré d'oxydation des huiles. Il est déterminé conformément à la norme AFNOR NF T60-220 de décembre 1968.

Expression des résultats : $IP (még/kg) = \frac{(V - V_0) \times N}{P} \times 1000$

V₀ : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc en ml ;

V : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai en ml ;

N : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium ;

P : Masse de la prise d'essai en gramme.

II.2.4.3. Analyse des esters méthyliques des acides gras

L'analyse des esters méthyliques des acides gras a été effectuée à l'E.N.S.A. d'El Harrach, par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G.) à l'aide d'un chromatographe Chrompack CP 9002.

II.2.5. Elevage de masse

Dans des bocaux en verre d'un demi-litre, des élevages de masse ont été lancés comme suit :

- Les contaminations des graines de blé dur par des adultes de *S. oryzae* et de même pour *R. dominica*.
- La contamination de la semoule par des adultes de *T. castaneum*.
- La contamination des graines de *Vigna unguiculata* par des adultes de *C. maculatus*.

Les individus de *Sitophilus oryzae* et *Rhyzopertha dominica* proviennent de la coopérative des céréales et légumes secs (C.C.L.S.) de Draa Ben Khedda, Wilaya de Tizi-Ouzou. Ceux de *Callosobruchus maculatus*, proviennent du laboratoire d'entomologie appliquée (II) de la Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Les individus de *Tribolium castaneum* sont issus d'un lot de semoule infesté.

Les insectes utilisés sont d'un âge inconnu, ainsi que les graines utilisées pour les élevages de masse sont issus des lots non traités.

Les élevages de masses, sont placés dans une étuve, réglée à une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5 \%$.

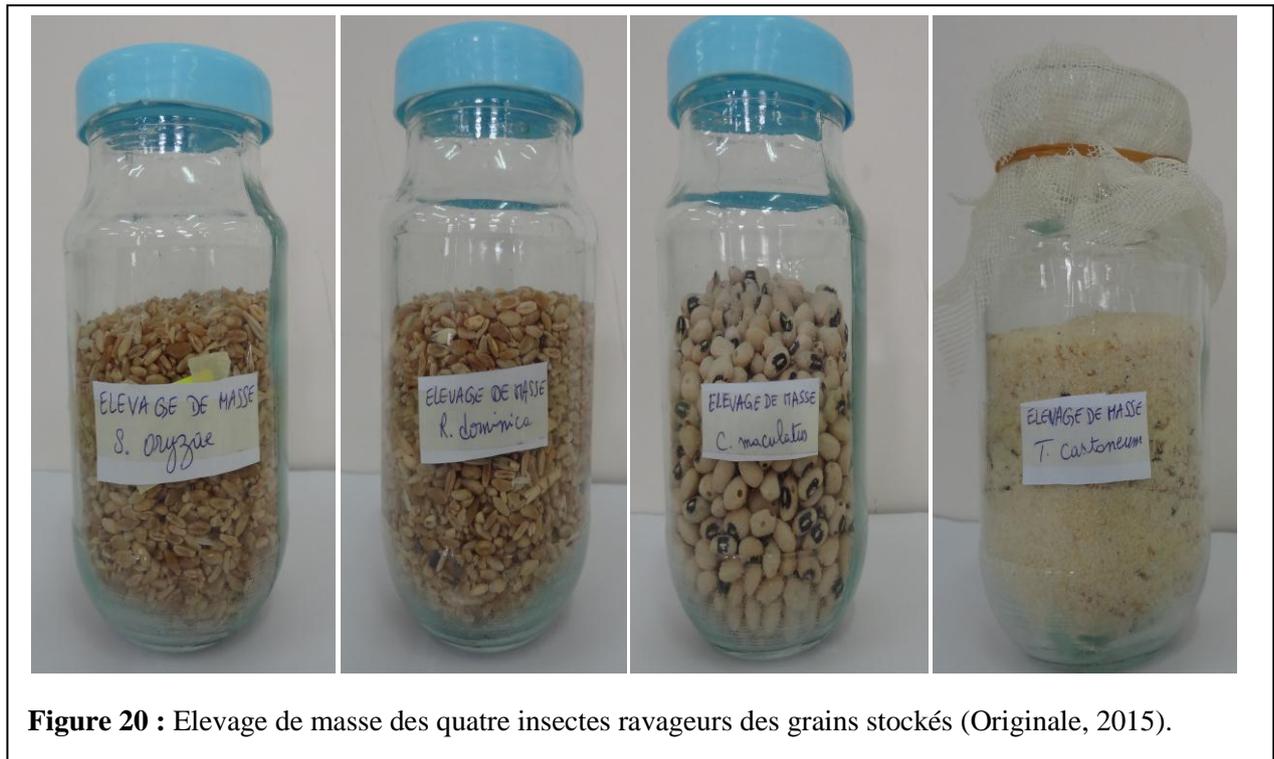


Figure 20 : Elevage de masse des quatre insectes ravageurs des grains stockés (Originale, 2015).

II.2.6. Test biologique

II.2.6.1. Dispositif expérimental

Nous introduisons dans des boîtes de Pétri en plastique de 8,5 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur, 25 g de graines saines de blé dur.

Par la suite, les graines sont traitées avec l'une des quatre huiles d'olive, à différentes doses (0,1 ; 0,2 et 0,4 ml).

Après avoir bien mélangé l'huile d'olive avec les graines, nous introduisons 10 individus d'adultes de *S. oryzae* et *R. dominica* âgés de 0 à 24 heures dans les boîtes de Pétri.

Adoptant le même dispositif expérimental, 10 individus de *T. castaneum*, et autant d'individus de *C. maculatus* contamineront à leur tour respectivement 25 g de graines saines de blé dur concassé et 25 g de graines saines de niébé.

Quatre répétitions ont été réalisées pour chaque huile d'olive, et pour chaque dose, ainsi que pour le témoin (graines non traitées).

II.2.6.2. Paramètres biologiques étudiés

II.2.6.2.1. La longévité

Les individus morts sont comptés et retirés de chaque boîte de pétri, après le premier et le septième jour du lancement des testes.

II.2.6.2.2. La viabilité post-embryonnaire

À partir du 21^e jour et jusqu'au 45^e jour, les individus adultes sont retirés des boîtes de pétri et dénombrés au fur et à mesure qu'ils émergent.

II.2.6.3. Paramètres agronomiques étudiés

II.2.6.3.1. Le poids des graines

Après 45 jours, le poids des graines utilisées (25g) dans les lots des différentes graines testées est vérifié afin d'estimer éventuellement les pertes de poids.

II.2.6.3.2. La faculté germinative des graines

Un test de germination a été réalisé, dans le but d'évaluer l'effet des quatre huiles d'olive sur la qualité germinative des graines utilisées, comme suit :

50 graines sont prélevées de chaque lot, et mises à germées. Rappelons que chaque lot est constitué d'une combinaison (huile d'olive / dose) avec ces quatre répétitions (Figures 21 et 22).

En plus d'un lot de 50 graines saines et non traitées sont mises à germé aussi.

Les graines prélevées seront couvertes avec du coton imbibé d'eau dans des boîtes de pétri.

Après 5 jours, les graines ayant germé dans chaque lot sont dénombrées.

Le taux de germination est calculé comme suit :

Taux de germination (%) = (nombre de graines germées / 50) × 100.



Figure 21 : La mise en germination des graines de blé dur (Originale, 2015).



Figure 22 : La mise en germination des graines de niébé (Originale, 2015).

II.2.7. Analyse statistique des données

Les résultats obtenus ont été soumis aux tests de l'analyse de la variance à trois critères de classification, les variables dont les analyses statistiques montrent une différence significative ont subi le test de NEWMAN et KEULS, au seuil $P = 5\%$ (logiciel STATITCF version 5).

$P > 0,05$: différence non significative.

$P \leq 0,05$: différence significative.

$P \leq 0,01$: différence hautement significative.

$P \leq 0,001$: différence très hautement significative.



***Chapitre III :
Résultats
et discussion***

III.1. Résultats

III.1.1. Détermination de l'indice de maturité

Les indices de maturité des olives récoltées dans les quatre régions de la Kabylie : Maâtkas, Tizi-Rached, Beni-Yenni et Sidi-Aïch sont respectivement les suivants : 3,93 ; 4,11 ; 2,97 ; 4,07. D'après la norme du C.O.I. (3 à 4), nous constatons que les olives récoltées dans les régions de Tizi-Rached et de Sidi-Aïch, dépassent légèrement cette norme.

III.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive

Les caractéristiques physico-chimiques des quatre huiles d'olive étudiées sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Quelques caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive étudiées.

Propriétés	Huile d'olive de la région Maâtkas	Huile d'olive de la région de Tizi-Rached	Huile d'olive de la région de Beni-Yenni	Huile d'olive de la région de Sidi-Aïch	Normes du C. O. I.		
					Huile d'olive vierge extra	Huile d'olive vierge	
Teneur en eau (%).	0,12	0,16	0,09	0,19	≤ 0,2		
Absorbance spécifique à l'ultra-violet	à 232 nm	0,58	0,57	0,57	0,56	≤ 2,50	≤ 2,60
	à 270 nm	0,20	0,21	0,14	0,22	≤ 0,22	≤ 0,25
Acidité (%)	0,5	1,6	0,4	1,5	≤ 0,8	≤ 2	
Indice de peroxyde (meq d'O ₂ /kg)	12,3	16,4	7	17,5	≤ 20		

Les résultats obtenus, montrent que les quatre huiles d'olive, sont conformes aux normes du C.O.I. concernant tous les paramètres physico-chimiques étudiés.

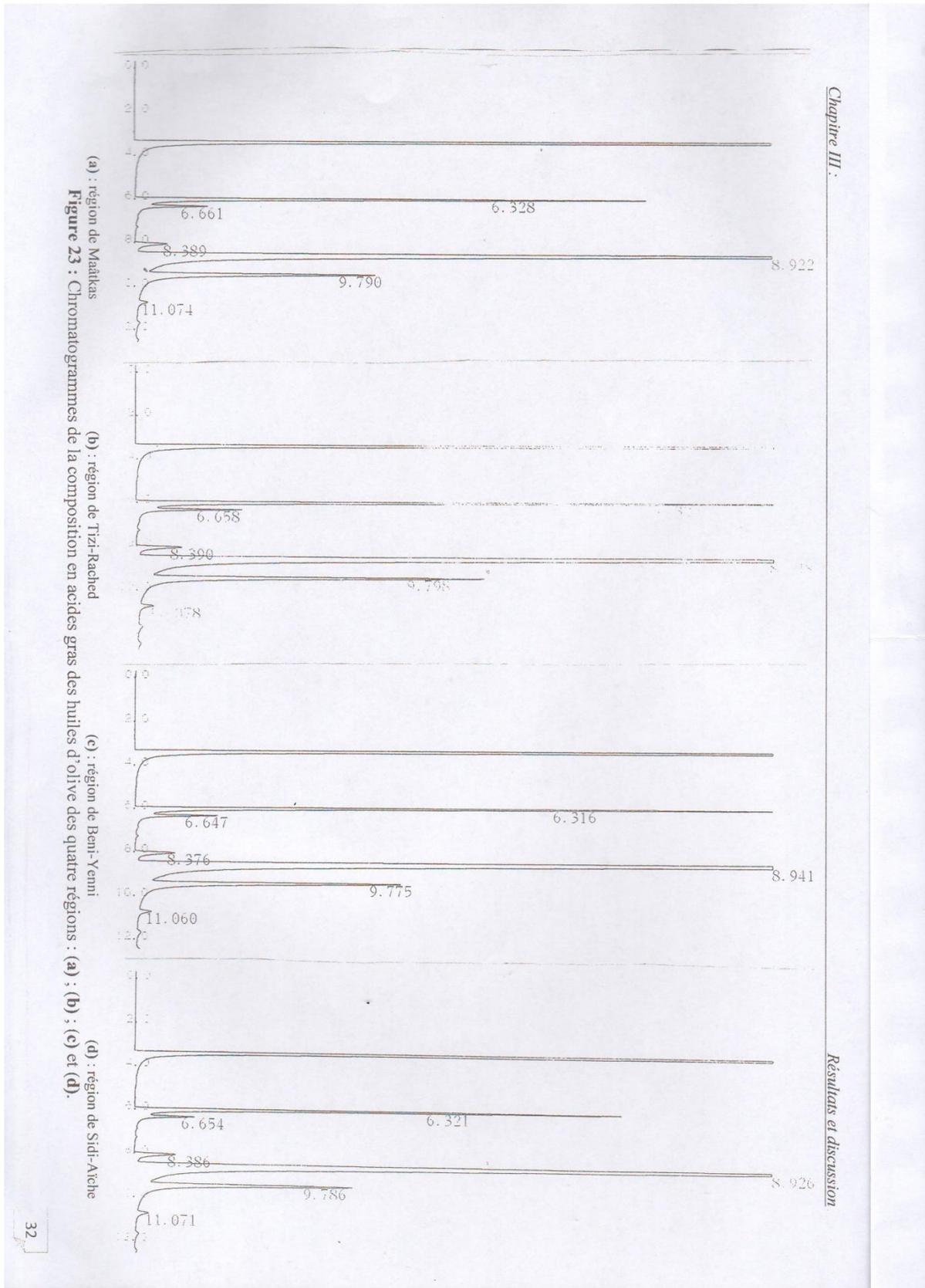
L'huile d'olive de la région de Maatkas et de Beni-Yenni sont des huiles d'olive vierges extra et celle de la région de Tizi-Rached et Sidi-Aïch sont des huiles d'olive vierges (tableau 7).

Tableau 7 : Classification commerciale des huiles d'olives étudiées, selon la norme C.O.I. (Anonyme 4, 2015).

Huiles d'olive	Acidité (%)	Classification commerciale selon la norme C.O.I.
De la région de Maâtkas	0,5	Huiles d'olive vierges extra.
De la région de Beni-Yenni	0,4	
De la région de Tizi-Rached	1,6	Huiles d'olive vierges.
De la région de Sidi-Aïch	1,5	

III.1.3. Composition en acides gras des huiles d'olive étudiées

Les résultats de l'analyse des esters méthyliques des acides gras totaux, par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G.) sur colonne capillaire, des huiles d'olive des différentes régions de la Kabylie sont présentés sous forme de chromatogramme dans la figure 23 et les composés identifiés sont mentionnés dans le tableau 8.



D'après les chromatogrammes (Figure 23), nous remarquons, que la présentation et le nombre des pics, qui représentent les acides gras des quatre huiles d'olive des différentes régions sont similaires.

L'analyse des esters méthyliques des acides gras totaux, par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G.), nous a permis d'identifier 9 composés d'acides gras dans chaque huile d'olive analysée (Tableau 8).

Tableau 8 : Composition en acides gras des quatre huiles d'olive des différentes régions en (%).

Acide gras	Dénomination	Huile d'olive de la région de Maâtkas	Huile d'olive de la région de Tizi-Rached	Huile d'olive de la région de Beni-Yenni	Huile d'olive de la région de Sidi-Aïch	Normes du C.O.I. Huile d'olive vierge
Acides gras saturés	Acide palmitique C16:0	17,47 %	18,01 %	16,44 %	15,41 %	7,5 -20 %
	Acide margarique C17:0	Trace	Trace	Trace	Trace	≤ 0,3 %
	Acide stéarique C18:0	1,90 %	1,99 %	1,69 %	2,21 %	0,5 – 5 %
	Acide arachidique C20:0	Trace	Trace	Trace	Trace	≤≤ 0,6 %
	Total	19,37 %	20,00 %	18,13 %	17,62 %	-
Acides gras monoinsaturés	Acide palmitoléique C16:1ω7	2,78 %	3,22 %	2,30 %	2,48 %	0,3 – 3,5 %
	Acide oléique C18:1ω9	61,42 %	61,16 %	66,37 %	66,04 %	55 – 83 %
	Acide gondoïque C20:1ω9	Trace	Trace	Trace	Trace	≤ 0,4 %
	Total	64,20 %	64,38 %	68,67 %	68,52 %	-
Acides gras polyinsaturés	Acide linoléique C18:2ω6	15,28 %	14,59 %	12,11 %	12,55 %	3,5 – 21 %
	Acide linoléique C18:3ω3	1,11 %	1,01 %	1,06 %	1,28 %	≤ 1 %
	Total	16,39 %	15,60 %	13,17	13,83 %	-

D'après les résultats obtenus, nous constatons que toutes les huiles d'olive analysées, présentes des taux d'acides gras conformement aux normes du C.O.I., à l'exception de l'acide linoléique (C18:2ω6), qui présente des taux légèrement supérieurs (1,11 ; 1,01 ; 1,06 ; 1,28 %) aux normes du C.O.I. (≤ 1 %) (Tableau 8).

L'acide oléique est majoritaire avec des taux qui varient entre 61,16 à 66,37 %, suivi de l'acide palmitique (15,41 à 18,01 %) et de l'acide linoléique (12,11 à 15,28 %), selon les quatre huiles d'olive analysées (Figure 24).

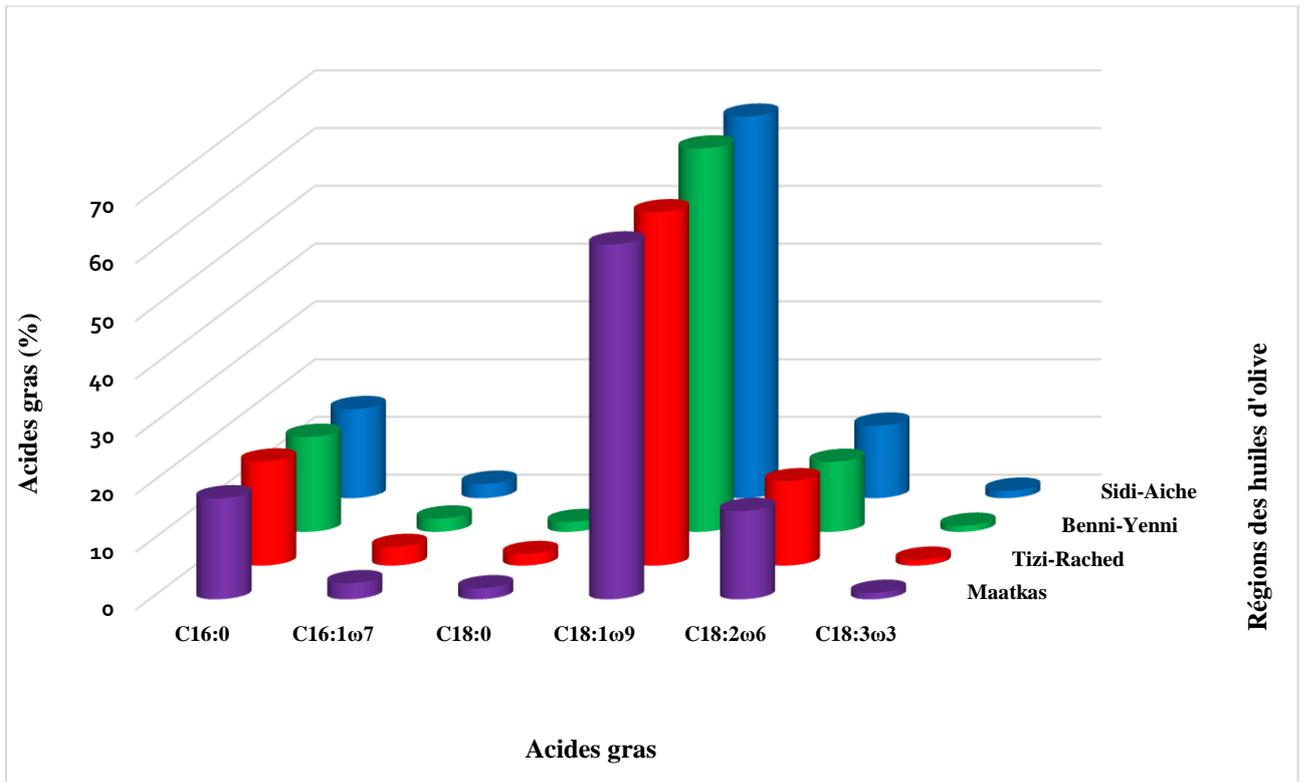


Figure 24 : La variation des taux d'acide gras des quatre huiles d'olive analysées.

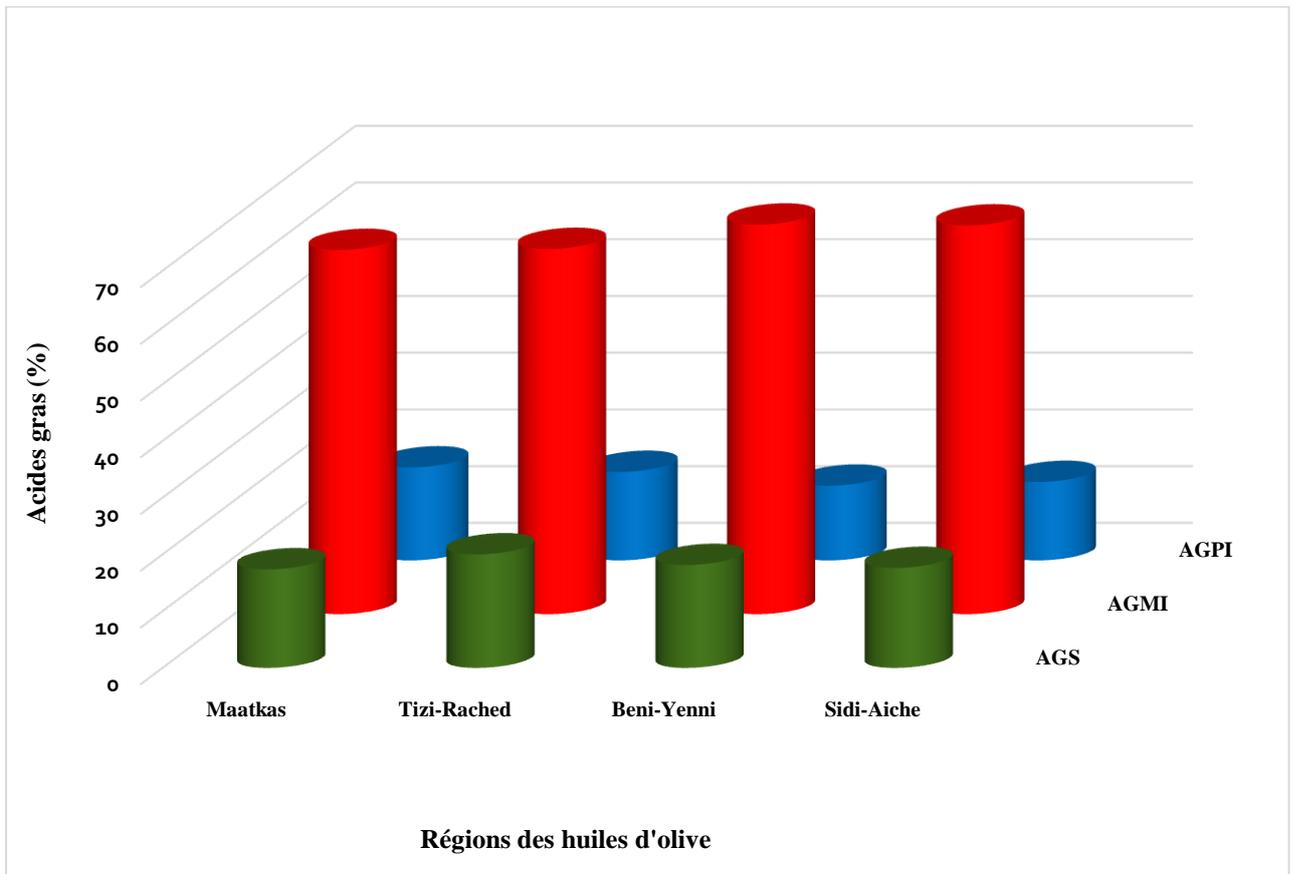


Figure 25 : Les variations en acides gras saturés (AGS), acide gras monoinsaturés (AGMI) et acide gras polyinsaturés (AGPI) des différentes huiles d'olive analysées.

Les acides gras monoinsaturés sont les plus représentés dans l'ensemble des huiles d'olive analysées, avec des taux de l'ordre de 64,20 à 68,67 %. Les acides gras saturés et polyinsaturés suivent, avec des proportions respectives de 17,62 à 20 % et de 13,17 à 16,39 % (Figure 25).

III.1.4. Résultats des tests par contact

III.1.4.1. Effet de l'huile d'olive sur la longévité de quatre insectes ravageurs des graines stockées

Les résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur origine de l'huile d'olive ($P = 0,9128$ et $P = 0,1568$), respectivement après 1 et 7 jours du lancement des tests) ; un effet très hautement significatif pour le facteur insecte ($P = 0,0000$) et pour le facteur dose ($P = 0,0000$), ainsi que pour leur interaction ($P = 0,0000$) et un effet hautement significatif pour l'interaction des trois facteurs ($P = 0,0019$ et $P = 0,0018$ respectivement après 1 et 7 jours des traitements) (Annexes 1 et 5).

Parmi les quatre coléoptères étudiés, *T. castaneum* a été comparativement le plus résistant à l'égard des quatre huiles d'olive, puisque nous avons enregistré l'absence de mortalité d'adultes, quelles que soient la dose appliquée et la durée d'exposition (Figures 26 et 27).

Cependant, les quatre huiles d'olive expérimentées se sont révélées très efficaces à l'égard des trois autres insectes ravageurs des grains stockés, à savoir *S. oryzae*, *R. dominica* et *C. maculatus*, à la plus forte dose (0,4ml / 25g), après seulement 24 heures du traitement. Les taux moyens de mortalités des différents insectes varient de $77,50 \pm 9,57$ % jusqu'à $100,00 \pm 0,00$ %, selon les insectes et l'origine des huiles d'olive (Annexe 2).

Après 7 jours des traitements, à la plus faible dose 0,1 ml, nous constatons que *S. oryzae* et *C. maculatus* sont les plus sensibles à l'égard des huiles d'olive, avec des taux moyens de mortalité des adultes respectivement de l'ordre de $72,50 \pm 17,08$ % à $92,50 \pm 9,57$ % et $67,50 \pm 9,57$ % à $85,00 \pm 12,91$ %, selon l'origine des huiles d'olive (Annexe 6).

D'après les figures 26 et 27, nous constatons que les taux de mortalité des adultes de *S. oryzae*, *R. dominica* et *C. maculatus*, sont proportionnels à la dose des huiles d'olive utilisée et à la durée d'exposition.

Une particularité chez *C. maculatus*, a été remarquée, puisque nous avons observé des mortalités d'adultes dans les lots témoins, après 7 jours des traitements, contrairement aux trois autres insectes qui n'enregistrent aucune mortalité des adultes quelle que soient l'huile d'olive utilisée et la durée d'exposition (Figures 26 et 27).

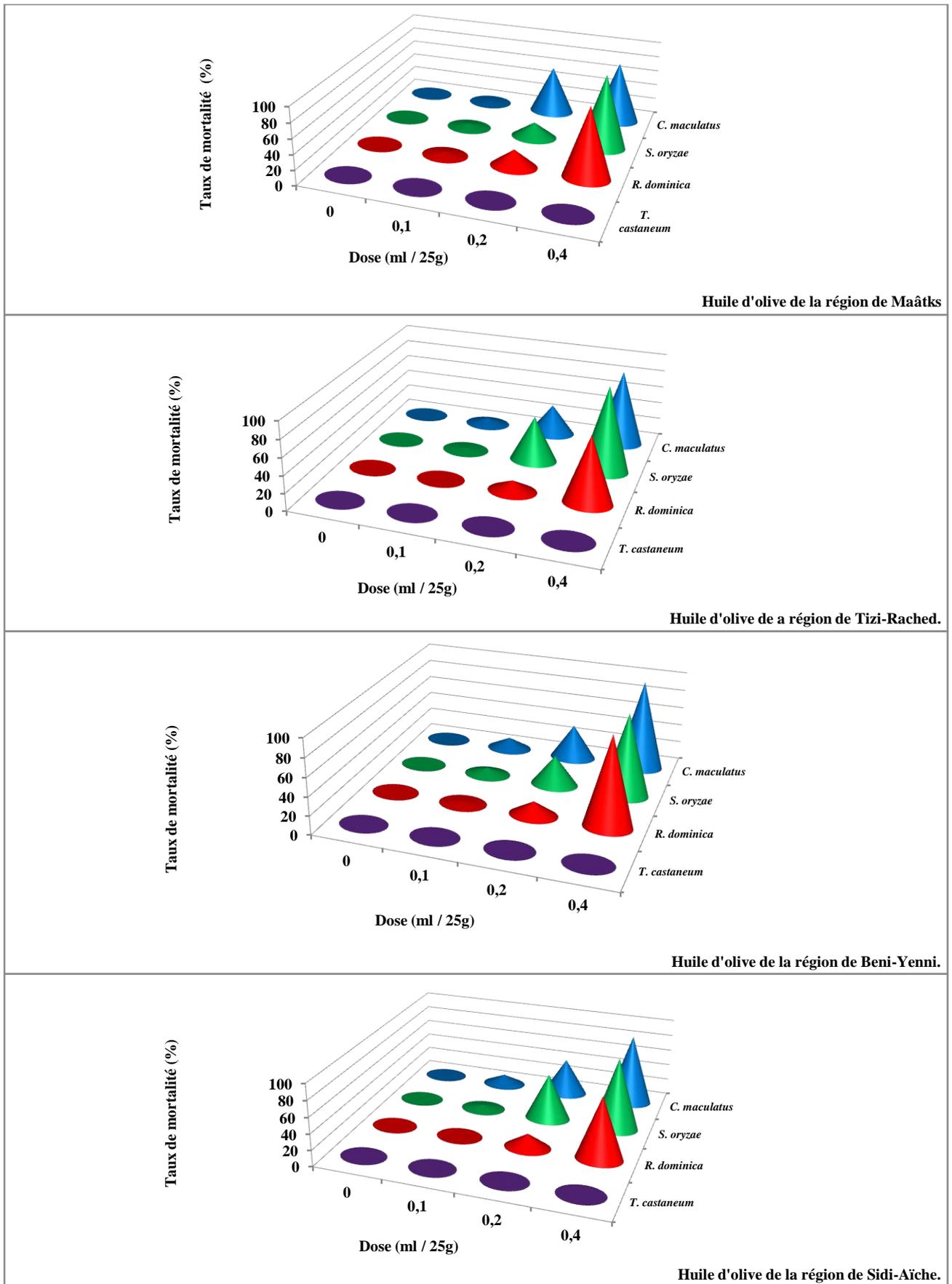


Figure 26 : Taux moyen de mortalité des quatre insectes ravageurs traités, avec des huiles d'olive de différentes régions à différentes doses (après 1 jour).

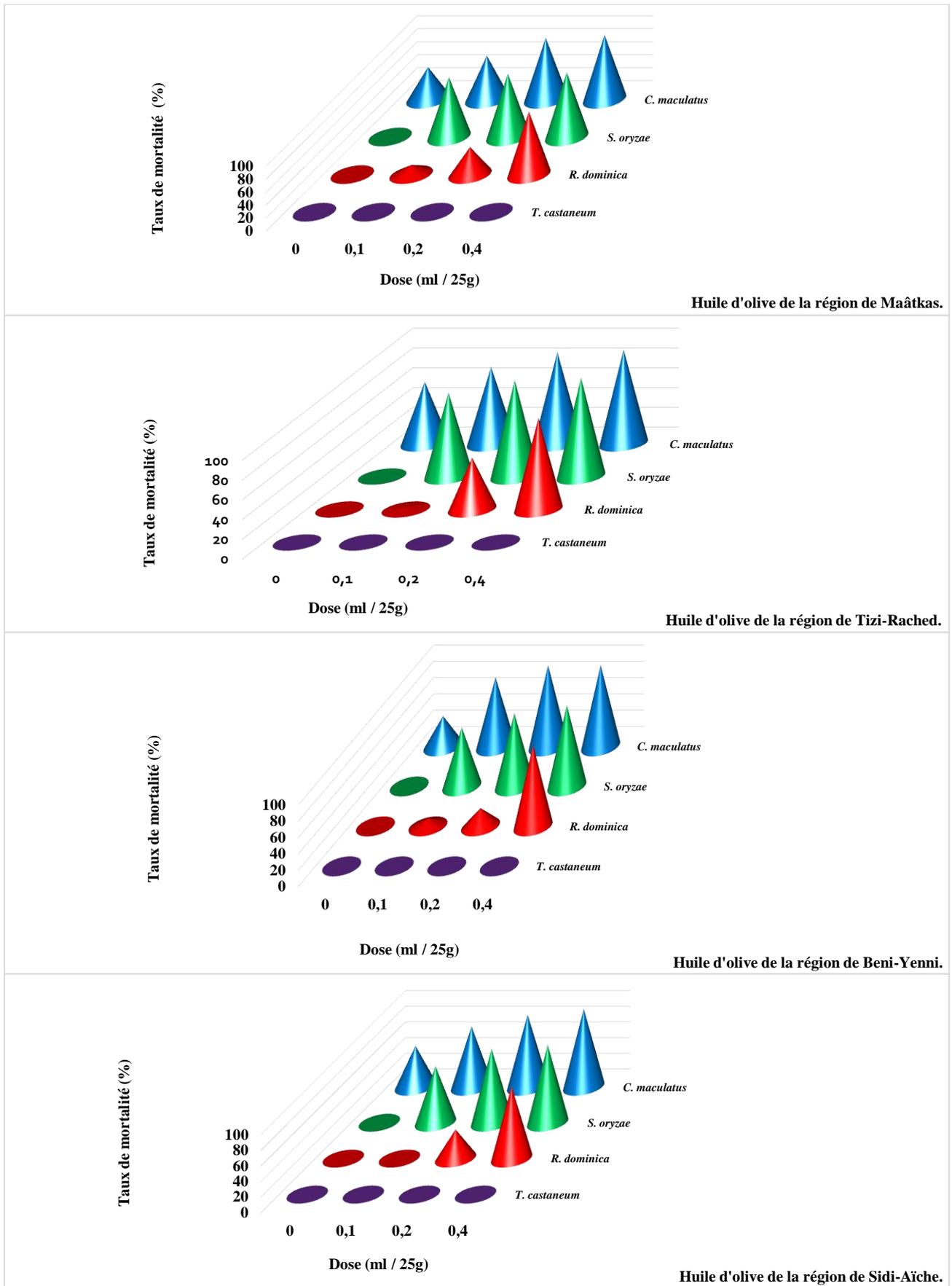


Figure 27 : Taux moyen de mortalité des quatre insectes ravageurs traités, avec des huiles d'olive de différentes régions à différentes doses (après 7 jours).

Le test NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, classe les insectes ravageurs des graines stockées en trois groupes homogènes (après 1 jour du traitement). *C. maculatus* et *S. oryzae* dans le groupe (A), *R. dominica* dans le groupe (B) et *T. castaneum* dans le groupe (C) (Annexe 3).

Par ailleurs, ces mêmes insectes sont classés en quatre groupes homogènes, après 7 jours du traitement. *C. maculatus* dans le groupe (A), *S. oryzae* dans le groupe (B), *R. dominica* dans le groupe (C) et *T. castaneum* dans le groupe (D) (Annexe 7).

Le test NEWMAN et KEULS classe le facteur dose en quatre groupes homogènes, quelle que soit la durée d'exposition des traitements. La dose 0,4ml / 25g dans le groupe (A), la dose 0,2ml / 25g dans le groupe (B), la dose 0,1ml / 25g dans le groupe (C) et la dose 0 ml / 25g dans le groupe (D) (Annexes 4 et 8).

III.1.4.2. Effet de l'huile d'olive sur la viabilité post-embryonnaire des insectes ravageurs des grains stockés

Les résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, nous ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur origine de l'huile d'olive ($P = 0,3545$) ; un effet très hautement significatif pour le facteur insecte ($P = 0,0000$) et le facteur dose ($P = 0,0000$), ainsi que pour leur interaction ($P = 0,0000$) ; un effet très hautement significatif pour l'interaction du facteur insecte avec le facteur origine de l'huile d'olive ($P = 0,0000$) et un effet très hautement significatif pour l'interaction des trois facteurs ($P = 0,0000$) (Annexe 9).

Les plus forts dénombrements d'émergence sont observés, chez *C. maculatus* dans les lots témoins, avec des nombres moyens qui varient entre $80,75 \pm 5,32$ à $115 \pm 12,78$ selon l'huile d'olive utilisée. Par contre, les plus faibles dénombrements d'émergence enregistrés dans les lots témoins, sont observés chez *S. oryzae*, avec des valeurs moyennes de l'ordre de ($16,25 \pm 4,03$ à $37,75 \pm 8,54$) d'individus émergents, selon l'huile d'olive utilisée (Annexe 10).

Les nombres d'individus émergents de *T. castaneum* dans les lots traités, sont proches de ceux des témoins et cela quelles que soient la dose et la durée d'exposition (Figures 28, 29, 30 et 31). Contrairement, aux trois autres insectes ravageurs, il n'a été enregistrée aucune émergence à la dose 0,2 ml / 25g pour *C. maculatus* et *R. dominica*, et à la dose 0,1 ml / 25g pour *S. oryzae*, avec les différentes huiles d'olive utilisées.

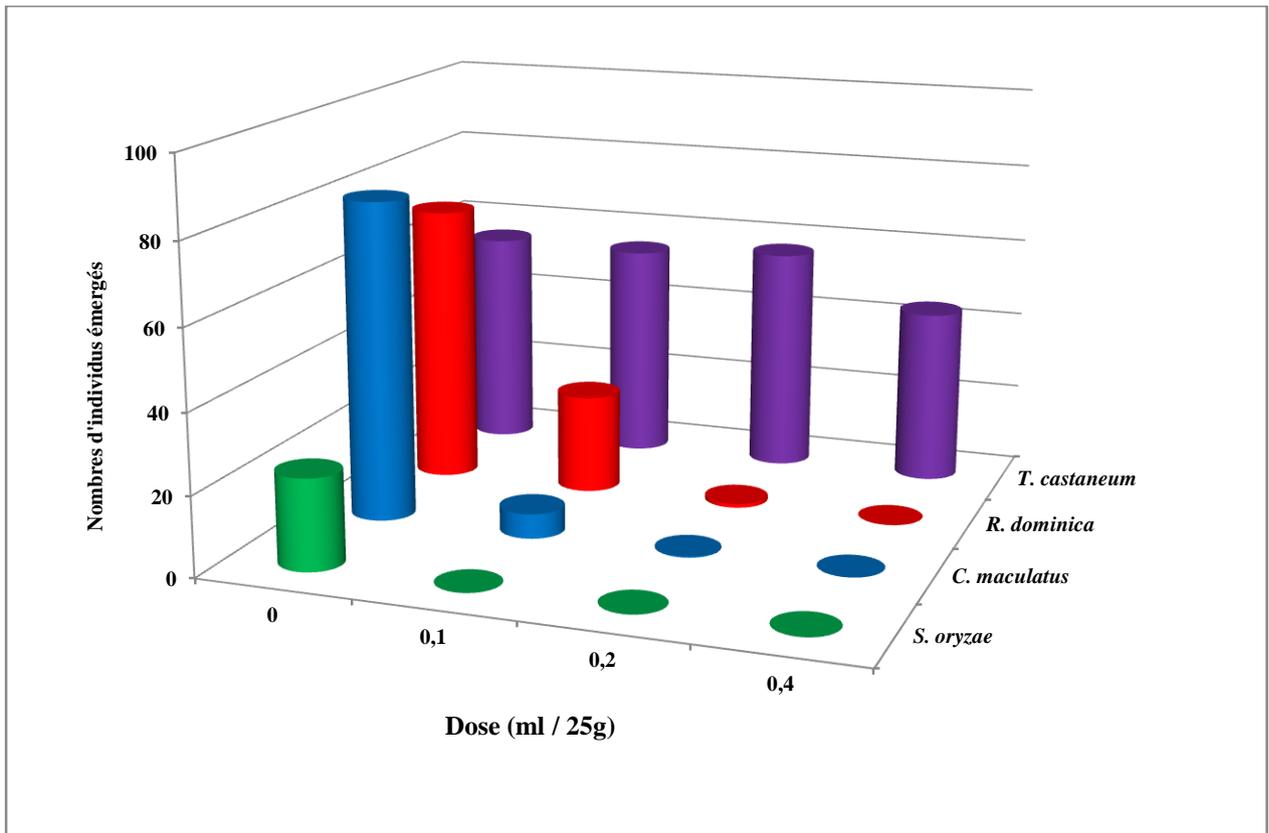


Figure 28 : Nombres d'individus émergeant pour chaque insecte ravageur traité avec l'huile d'olive de la région de Maâtkas à différentes doses.

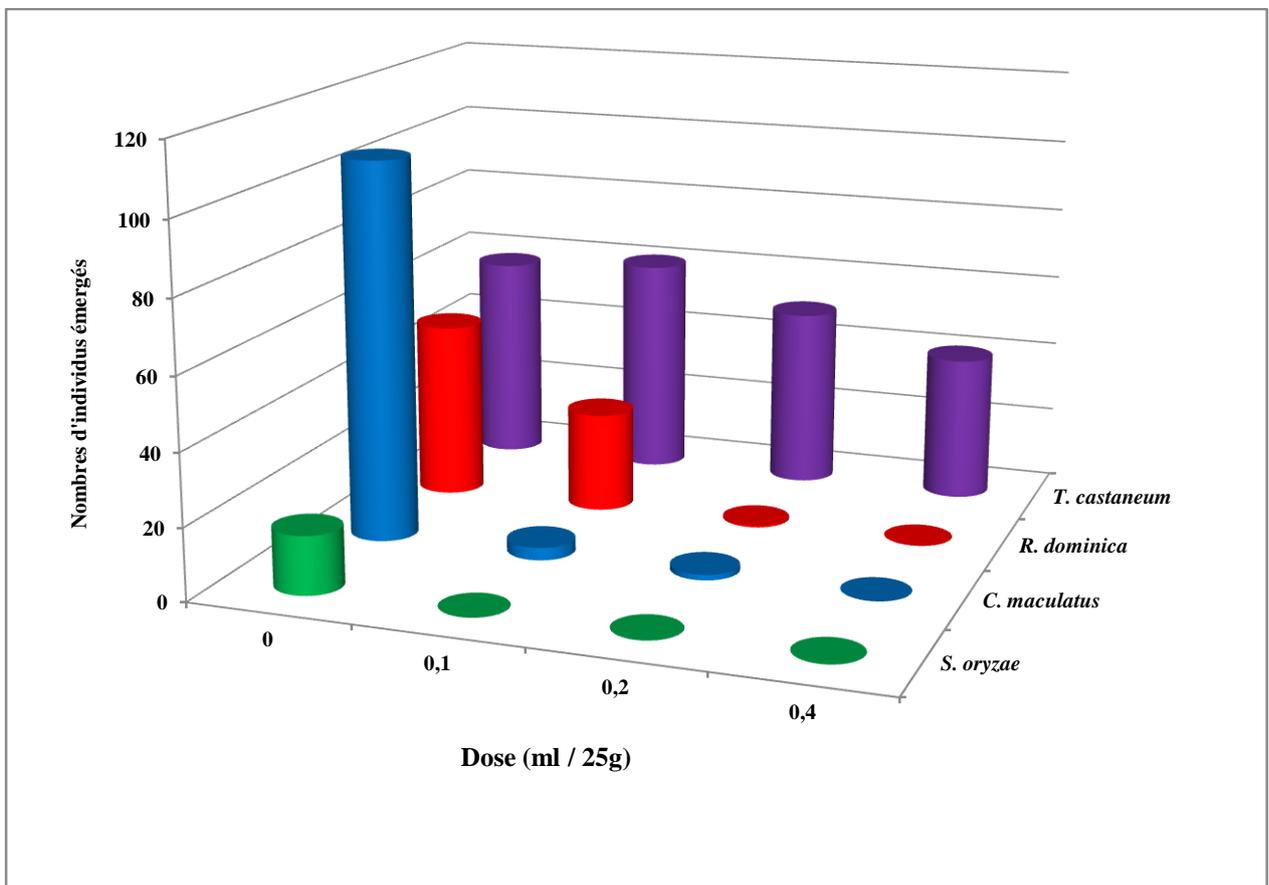


Figure 29 : Nombres d'individus émergeant pour chaque insecte ravageur traité avec l'huile d'olive de la région de Tizi-Rached à différentes doses.

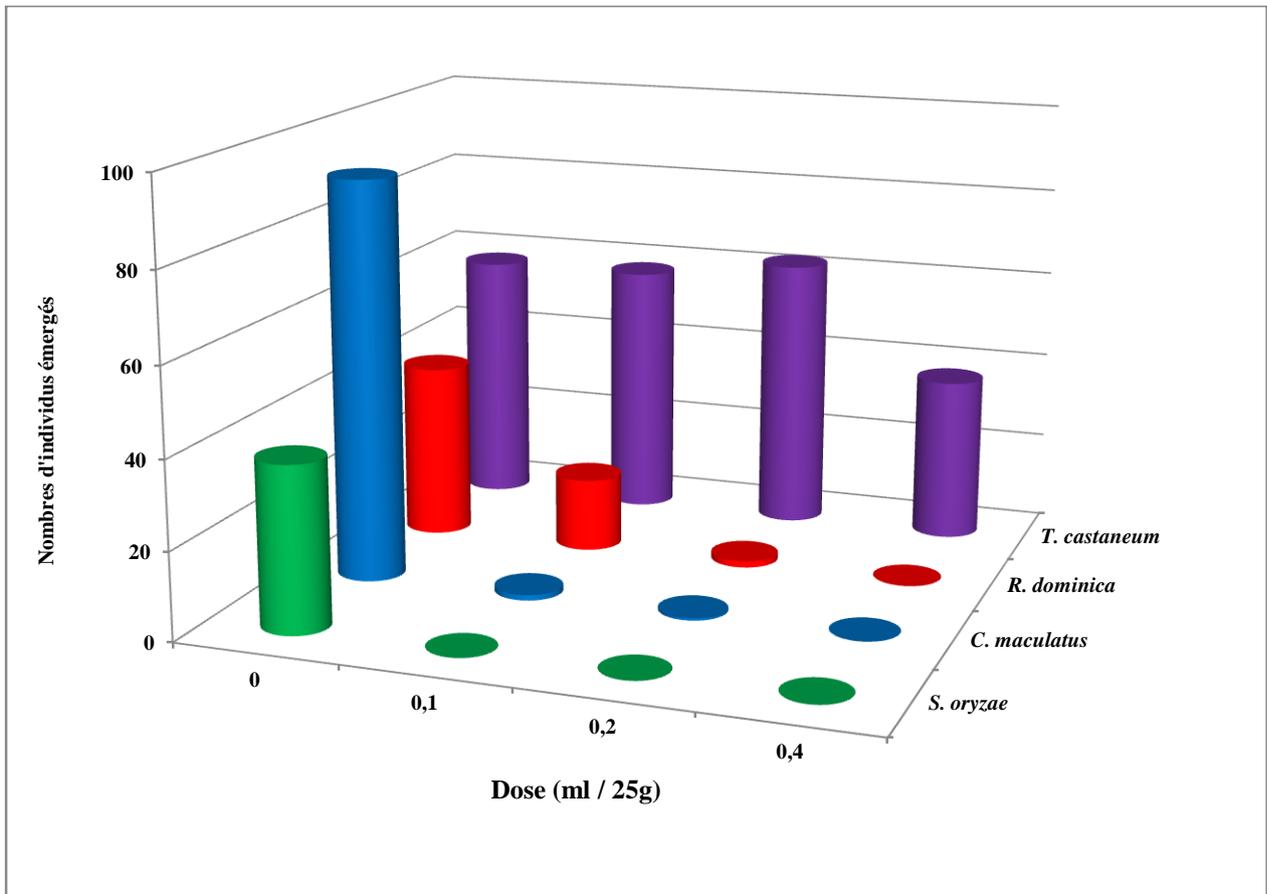


Figure 30 : Nombres d'individus émergeant pour chaque insecte ravageur traité avec l'huile d'olive de la région de Beni-Yenni à différentes doses.

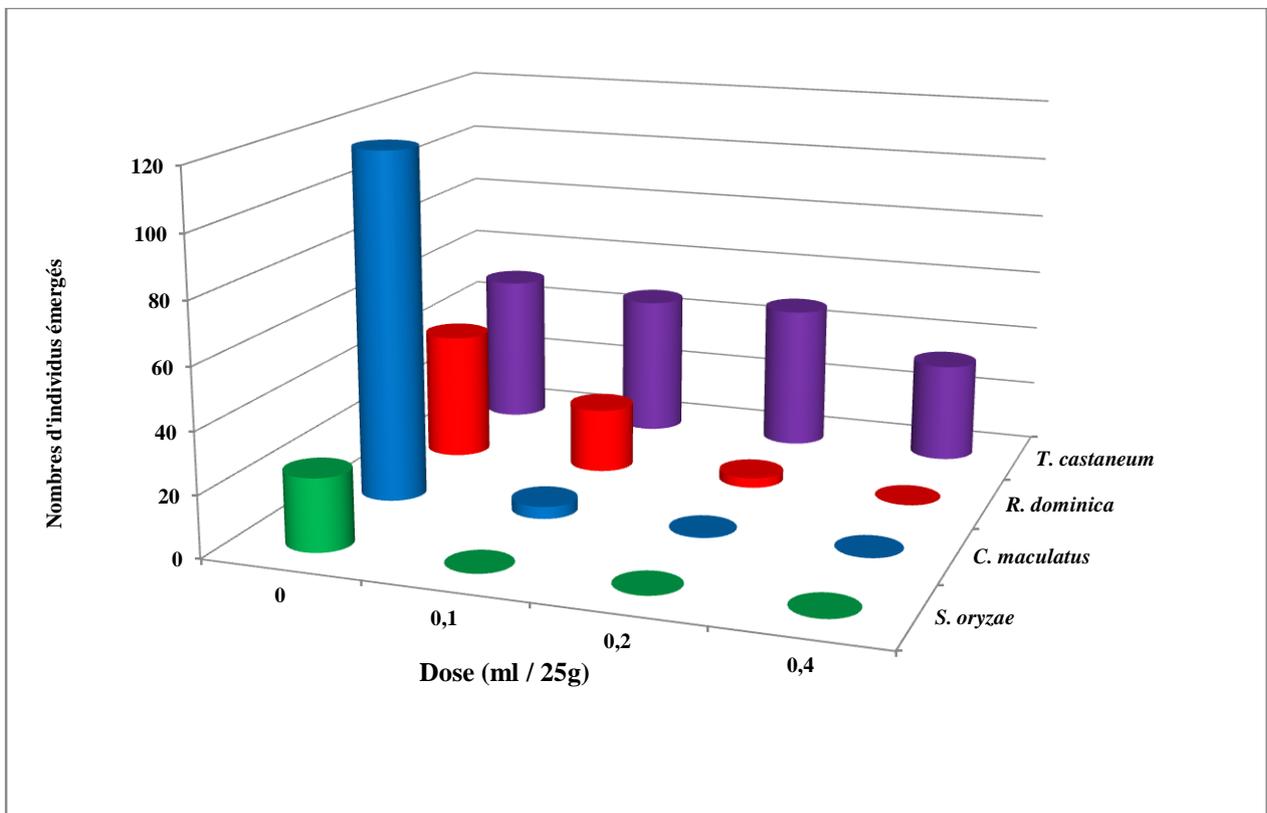


Figure 31 : Nombres d'individus émergeant pour chaque insecte ravageur traité avec l'huile d'olive de la région de Sidi-Aïche à différentes doses.

Le test NEWMAN et KEULS, classe les insectes ravageurs des grains stockés en quatre groupes homogènes. *T. castaneum* dans le groupe (A), *C. maculatus* dans le groupe (B), *R. dominica* dans le groupe (C) et *S. oryzae* dans le groupe (D) (Annexe 11).

Idem pour les doses testées des différentes huiles d'olive utilisées, où le test NEWMAN et KEULS classe ces doses, dans quatre groupes homogènes. La dose 0ml / 25g dans le groupe (A), la dose 0,1ml / 25g dans le groupe (B), la dose 0,2ml / 25g dans le groupe (C) et la dose 0,4 ml / 25g dans le groupe (D) (Annexe 12).

III.1.4.3. Effet de l'huile d'olive sur le poids des graines du niébé et du blé dur

L'analyse de la variance à trois critères de classification révèle une différence non significative pour le facteur origine des huiles d'olive ($P = 0,6085$) et une différence très hautement significative pour le facteur insecte ($P = 0,0000$), le facteur dose ($P = 0,0000$) et leur interaction ($P = 0,0000$). Par ailleurs, il y a une différence hautement significative pour l'interaction des trois facteurs ($P = 0,0047$) (Annexe 13).

Les plus faibles poids moyens des graines, ont été enregistrés dans les lots témoins chez *C. maculatus*. Les taux de perte en poids varient entre 34 à 40,24 %, selon l'origine des huiles d'olive utilisées (Annexe 14).

Par ailleurs, toutes les huiles d'olive utilisées, *S. oryzae*, *R. dominica* et *C. maculatus* n'enregistrent aucune perte de poids des graines, respectivement aux doses 0,1ml ; 0,2ml et 0,4ml / 25g.

Concernant *T. castaneum*, nous observons, que cet insecte ravageur provoque des pertes en poids, avec toutes les doses testés des quatre huiles d'olive utilisées, mais avec des variations minimales (0,5 à 4,5 %) (Figures 32, 33, 34 et 35).

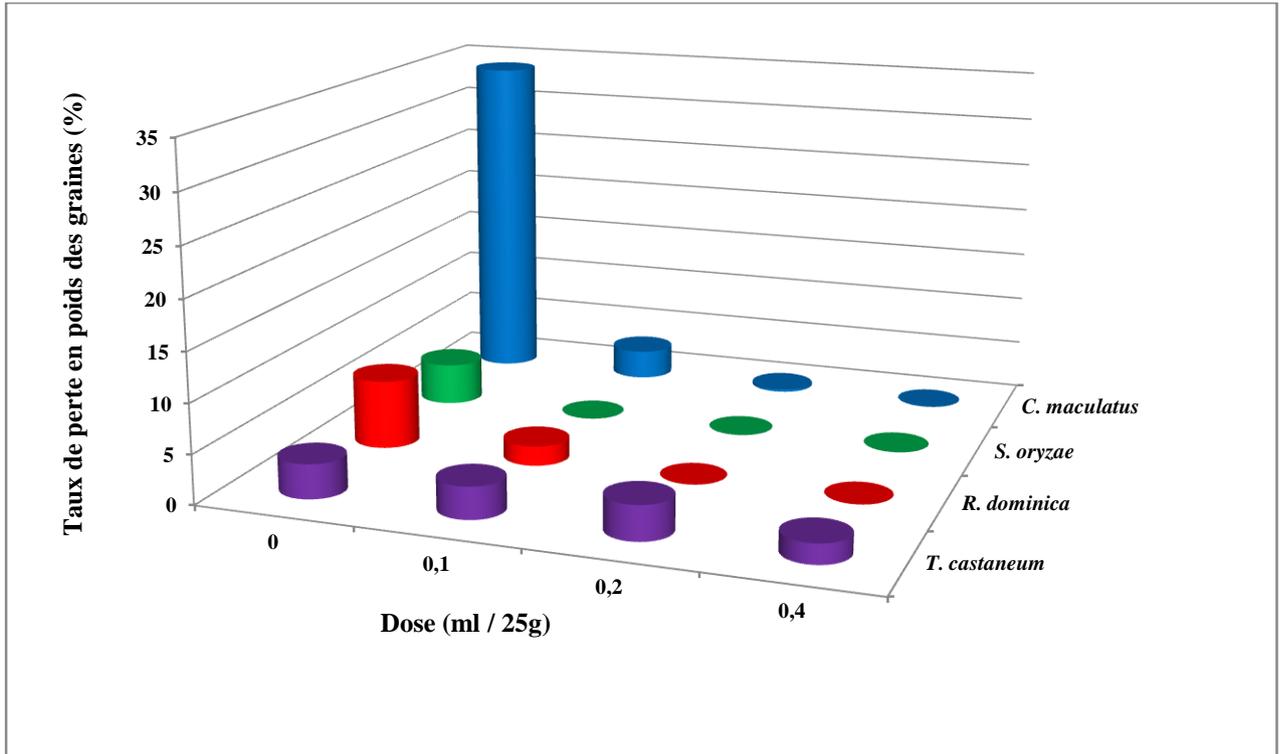


Figure 32 : Taux moyen de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Maâtkas à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.

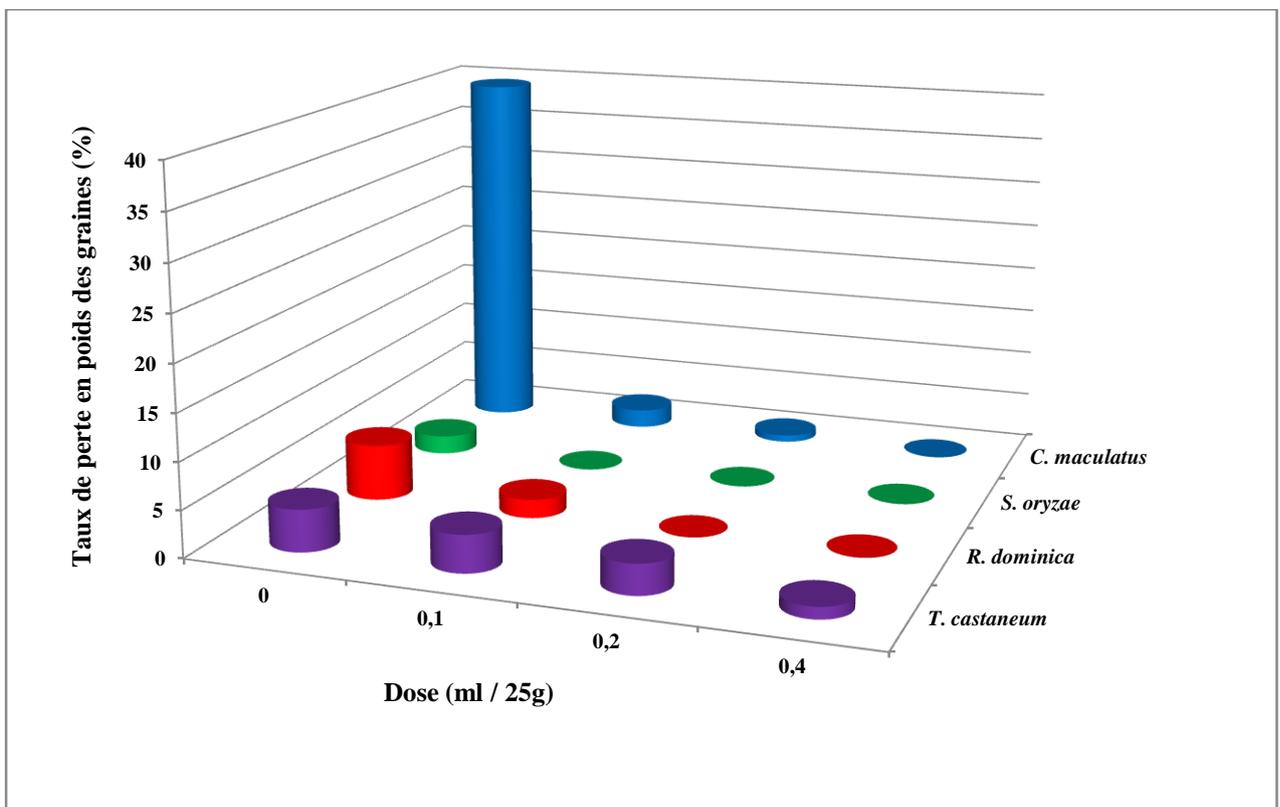


Figure 33 : Taux moyen de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Tizi-Rached à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.

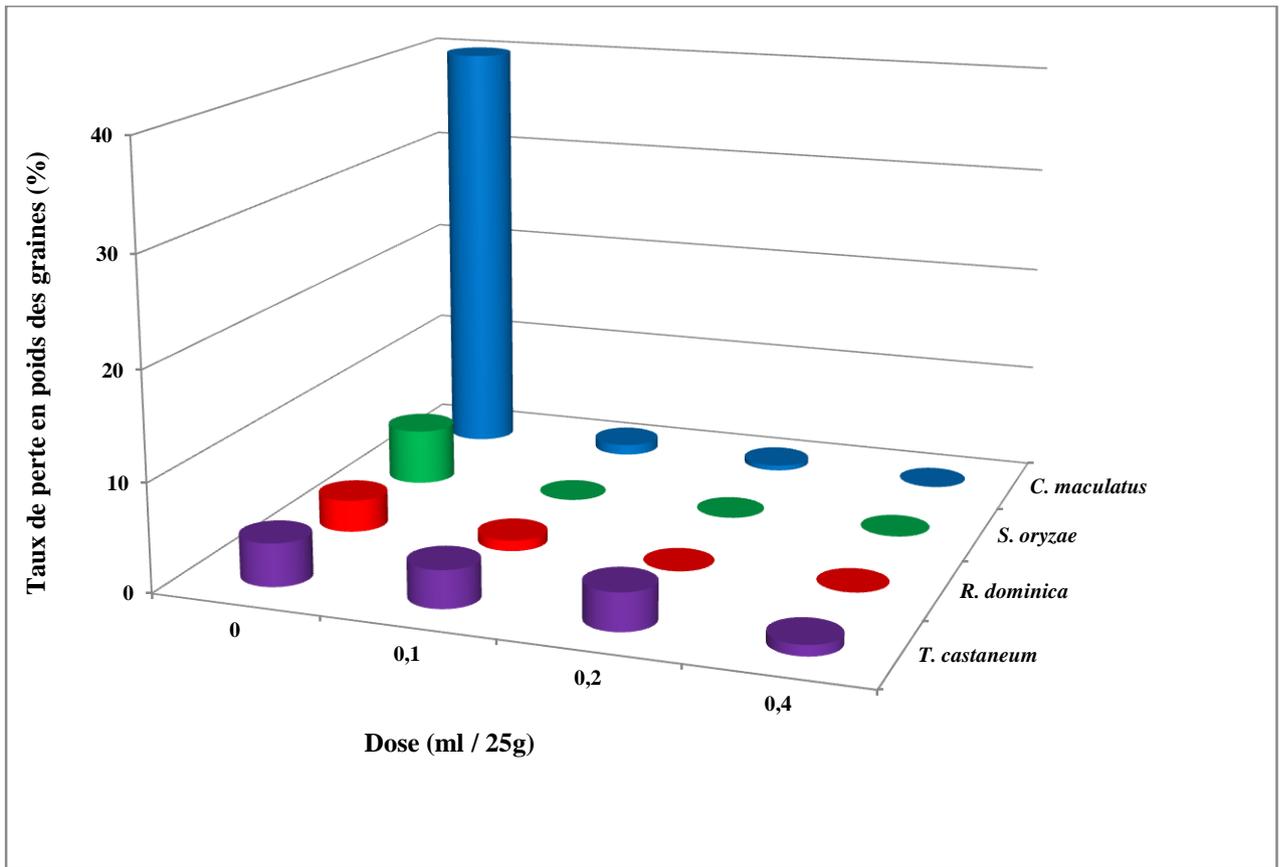


Figure 34 : Taux moyen de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Beni-Yenni à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.

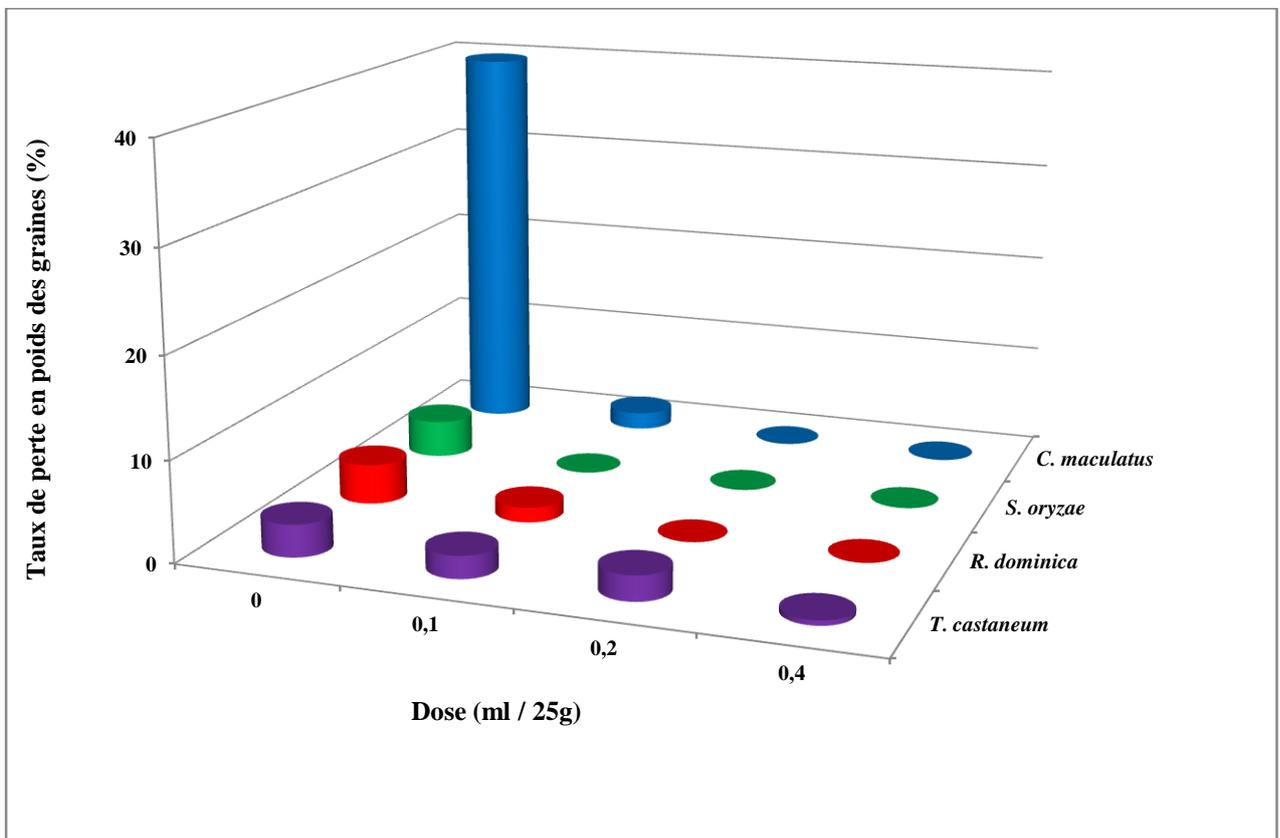


Figure 35 : Taux moyen de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Sidi-Aïche à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.

Selon l'effet des quatre insectes ravageurs sur le poids des graines du niébé et du blé dur traitées et non traitées, le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, classe ces insectes ravageurs dans quatre groupes homogènes. *C. maculatus* dans le groupe (A), *T. castaneum* dans le groupe (B), *R. dominica* dans le groupe (C) et *S. oryzae* dans le groupe (D) (Annexe 15).

Concernant, l'effet des différentes doses des huiles d'olive testées, sur le poids des graines du niébé et du blé dur. Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, classe ces doses dans quatre groupes homogènes. La dose 0,4ml / 25g dans le groupe (A), la dose 0,2ml / 25g dans le groupe (B), la dose 0,1ml / 25g dans le groupe (C) et la dose 0 ml / 25g dans le groupe (D) (Annexe 16).

III.1.4.4. Effet de l'huile d'olive sur la faculté germinative des graines de niébé et de blé dur.

D'après les Figures 36, 37, 38 et 39, *C. maculatus*, présente des taux très élevés de germination des graines traitées avec les quatre huiles testées à différentes doses de traitement, (92 à 100 %).

Ainsi, il n'apparaît pas de différence significative entre les taux de germination des graines traitées et celui des graines non traitées des lots témoins sains (96 à 100 %).

Toutefois, les plus faibles taux de germination des graines traitées avec les différentes doses et les graines non traitées, sont signalés dans les lots témoins infestés, avec des pourcentages qui oscillent entre 20 à 48 %, quelle que soient l'espèce de l'insecte ravageurs testés et l'huile d'olive utilisées.

Concernant, *S. oryzae* et *R. dominica*, ces derniers, présentent des taux très élevés de germination des graines non traitées, dans les lots de témoins sains, respectivement avec des pourcentages qui varient entre 94 à 96 % et 90 à 96 %.

D'après les résultats obtenus, chez ces deux coléoptères, à savoir : *S. oryzae* et *R. dominica*, les taux de germination des graines traitées, sont inversement proportionnelles aux différentes doses testés des quatre huiles d'olive utilisées.

Avec des taux de germination qui varient entre 44 à 60 %, les huiles d'olive des quatre régions, réduisent de façon significative le pouvoir germinatif des graines traitées avec la plus forte dose (0,4 ml / 25g).

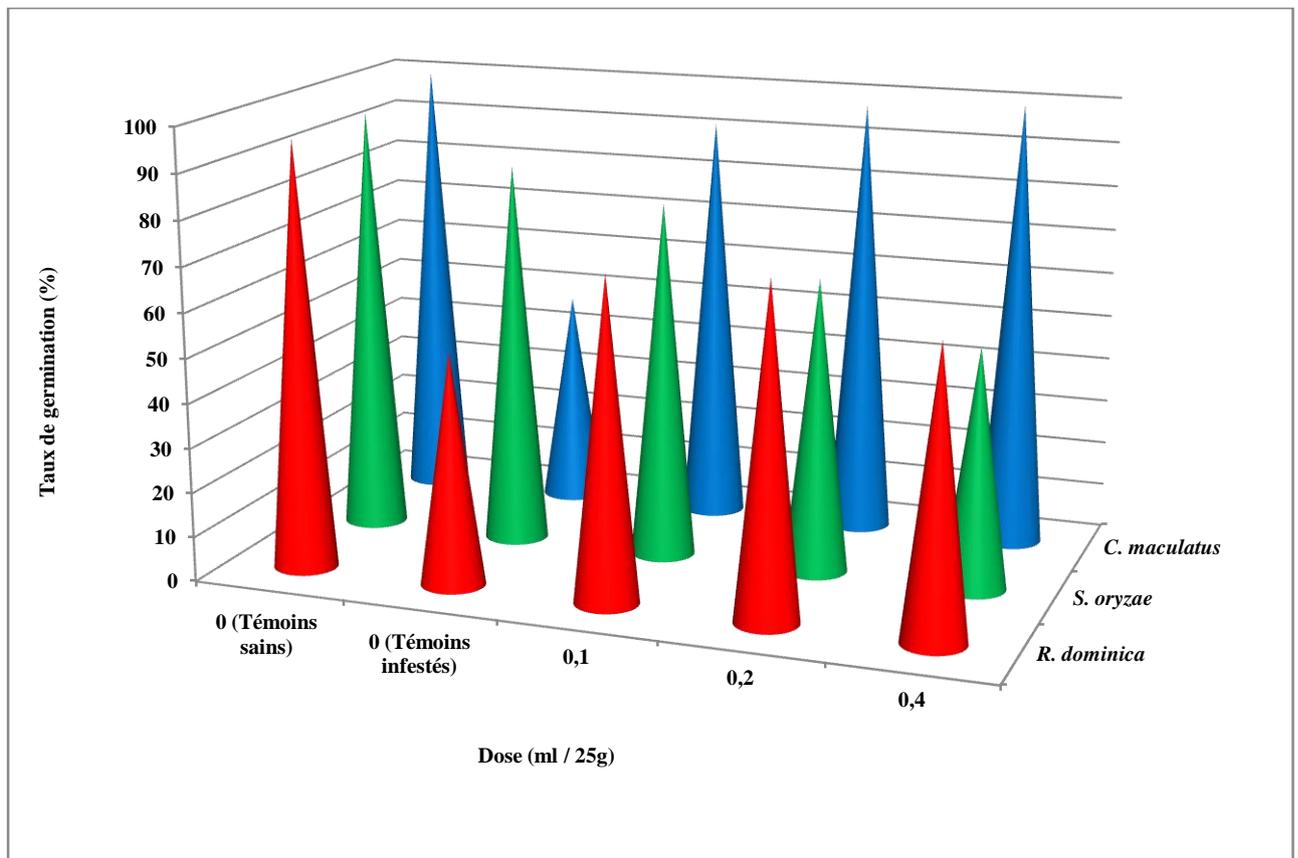


Figure 36 : Taux de germination des graines de niébé et du blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Maâtka à différentes doses et infestées par quatre insectes ravageurs.

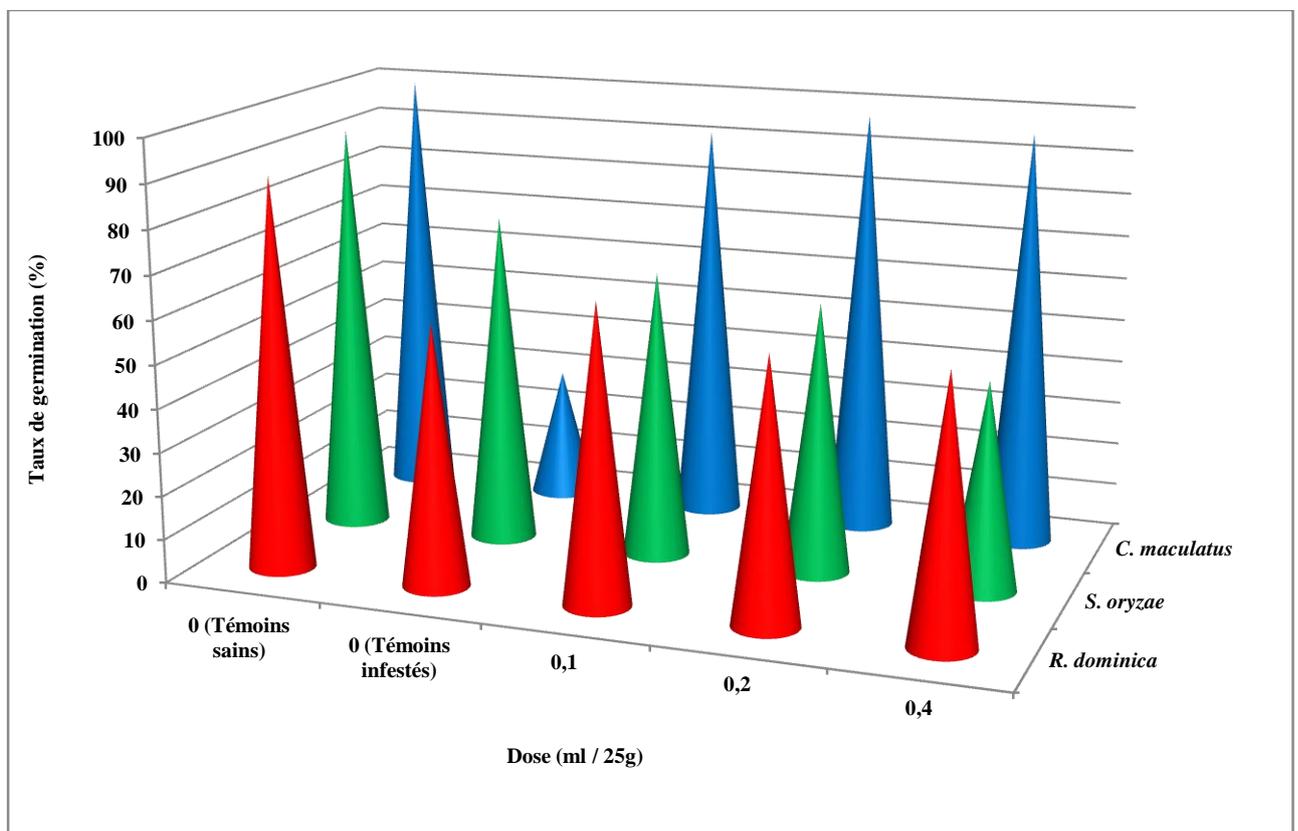


Figure 37: Taux de germination des graines de niébé et du blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Tizi-Rached à différentes doses et infestées par quatre insectes ravageurs.

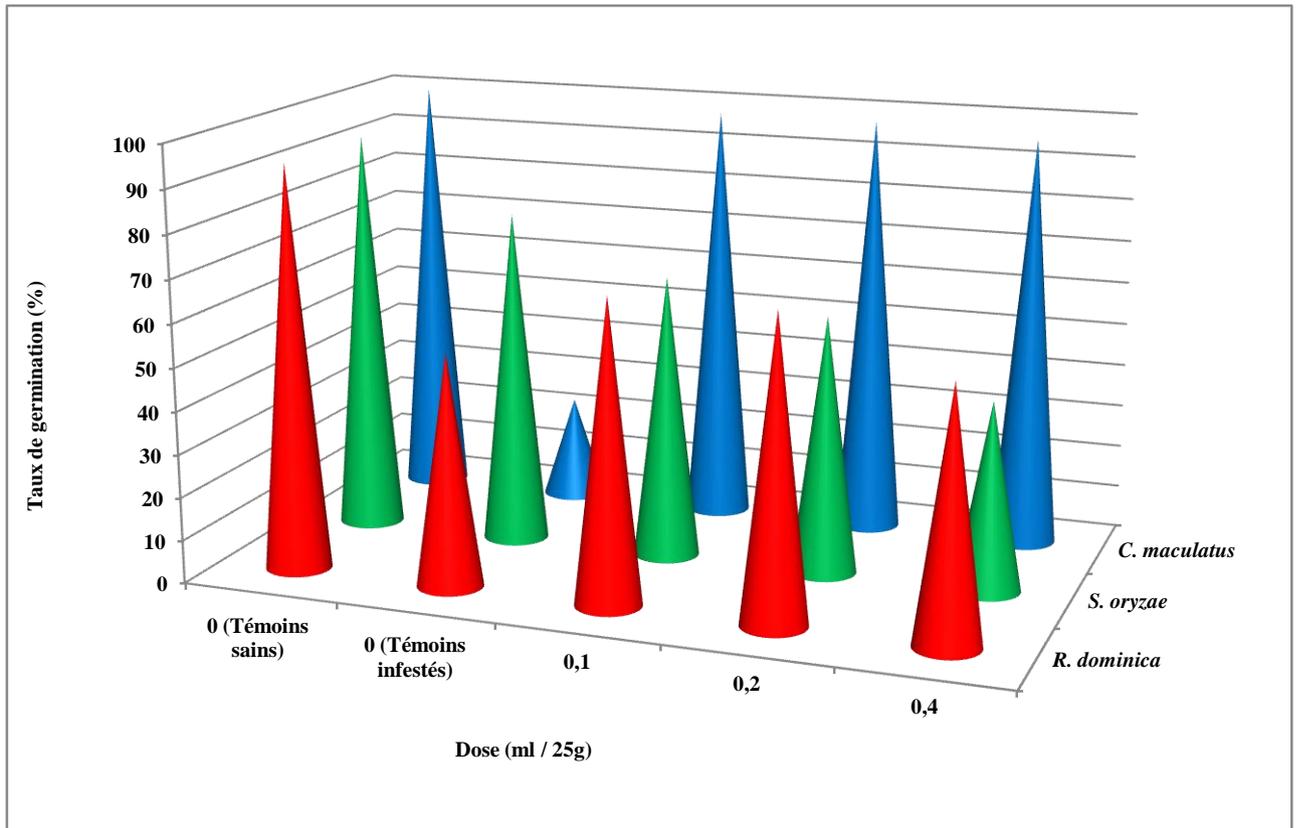


Figure 38 : Taux de germination des graines de niébé et du blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Beni-Yenni à différentes doses et infestées par quatre insectes ravageurs.

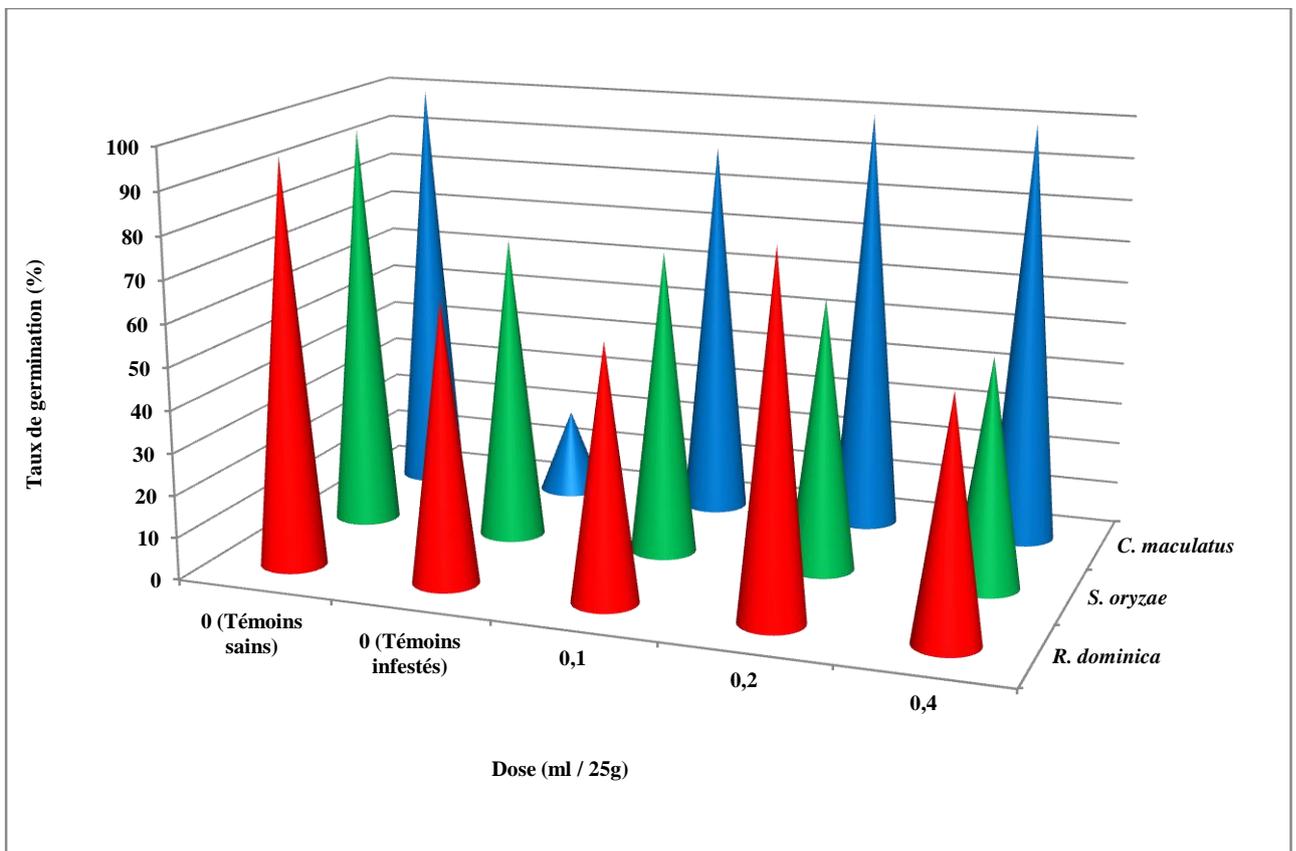


Figure 39 : Taux de germination des graines de niébé et du blé dur, traitées avec l'huile d'olive de la région de Sidi-Aïche à différentes doses et infestées par quatre insectes ravageurs.

III.2. Discussion

III.2.1. Indice de maturation

D'après les résultats obtenus, les olives récoltées dans les régions de Tizi-Rached et de Sidi-Aïch, dépassent légèrement la norme COI/OH/Doc. n°1 (Anonyme 5, 2011), en matière d'indice de maturité.

Nous Pensons que la durée de stockage des olives de ces deux régions précitées avant leur trituration (6 jours) est responsable du léger dépassement de leur indice de maturité par rapport à la norme C.O.I., dont la durée de stockage des olives avant transformation ne doit pas dépasser 48 heures.

GRATI et LAROUCSI (2013) constatent que pour avoir une huile d'olive de qualité, la récolte des olives doit se faire de préférence durant la deuxième quinzaine du mois de décembre. Cette période correspond à un indice de maturité de 3,5 à 4. Au-delà de cette période, la teneur en antioxydants diminue, ce qui porte préjudice à la qualité physico-chimique de l'huile, notamment au cours du stockage et à la qualité organoleptique.

III.2.2. Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive

Les résultats d'analyse physico-chimiques des huiles d'olive des quatre régions, montrent que les critères de la qualité, à savoir : la teneur en eau ; l'absorbance spécifique à l'ultra-violet à 232 et 270 nm, l'acidité et l'indice de peroxyde sont compatibles avec les normes décrites dans le guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile, (Anonyme 5, 2011).

Les faibles teneurs en eau de nos différentes huiles d'olive analysées peuvent s'expliquer par l'extraction de ces huiles d'olive à l'aide d'un oléodenseur. Cet appareil fonctionne selon le principe d'un système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases, qui ne nécessite pas l'adjonction d'eau pour la séparation des phases huileuses et solides contenant les grignons et les margines.

D'après CHIMI (2006), le système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases, nécessite des apports élevés en eau chaude (40 à 60 % du poids de la pâte). Ainsi, l'huile d'olive extraite présentera un taux d'humidité très élevé, et comme conséquence une résistance plus faible à l'oxydation.

Les basses valeurs de l'indice de peroxyde, respectivement 7 et 12,3 meq d'O₂/kg, des huiles d'olive des régions de Beni-Yenni et de Maâtka, sont la résultante de la durée de stockage des olives avant transformation qui n'a pas dépassé les 48 heures et leur bonne conservation à l'abri de la lumière et de la chaleur.

Contrairement, aux huiles d'olive des régions de Tizi-Rached et de Sidi-Aïch qui affichent des valeurs plus élevées, respectivement 16,4 et 17,5 meq d'O₂/kg, suite à une durée plus longue de stockage des olives avant leur transformation (6 jours), induisant ainsi des indices de maturité élevés. Néanmoins, toutes les huiles d'olive étudiées présentent des indices de peroxyde, respectant la norme du C.O.I. qui doit être ≤ 20 meq d'O₂/kg. Ainsi, nous pouvons conclure que le niveau d'oxydation primaire de nos quatre huiles d'olive par l'oxygène est acceptable.

Nos hypothèses émises, concernant la variation des indices de peroxyde, s'accordent avec les résultats obtenus par TANOUTI et *al.* (2011) qui notent que l'indice de peroxyde augmente avec la maturité des olives et le stockage inadapté ou prolongé.

Par conséquent, le recours à la détermination des coefficients (K232, K270) d'absorbance dans l'ultra-violet, nous renseigne sur la présence ou l'absence de produits d'oxydation secondaire dans l'huile d'olive.

Concernant ce paramètre analytique, nos résultats montrent des variations minimales, et s'accordent avec les résultats de nombreuses recherches, en l'occurrence celles de RANALLI et *al.* (1996) et KIRITSAKIS et *al.* (1998) in MEFTAH (2013), qui ont montré que l'origine géographique n'a aucune influence significative.

Nos résultats montrent que nos échantillons d'huiles d'olive, n'ont pas subi une oxydation importante, du fait qu'elles enregistrent des absorbances dans l'ultra-violet, qui respectent les valeurs préconisées par la norme du C.O.I. ($K232 \leq 2,5$ et $K270 \leq 0,25$). Nous pensons que les résultats obtenus sont dus à la bonne conservation de nos huiles d'olive après leur extraction dans des bouteilles en verre opaque, entreposées à l'abri de la chaleur et de la lumière.

Les résultats révélés par ESSIARI et *al.* (2014), notent que l'absorbance dans l'ultra-violet est un moyen d'évaluation de l'état de conservation, confirme notre hypothèse.

III.2.3. La composition en acide gras des huiles d'olive

La composition en acides gras est un aspect essentiel de l'évaluation qualitative des huiles d'olive. C'est également l'un des moyens utilisés pour s'assurer de l'adultération de l'huile d'olive et de détecter s'il y a lieu, les fraudes des huiles commercialisées (CHRISTOPOULOS et *al.* 2004 in BENRACHOU 2013).

La première caractéristique d'une huile d'olive de qualité supérieure est une huile d'olive riche en acide oléique, acide gras monoinsaturé favorisant la sécrétion des sels biliaires et responsable de la grande digestibilité de l'huile d'olive.

En outre, l'huile d'olive doit avoir la plus faible teneur en acide palmitique, acide gras saturé, responsable de la figeabilité de l'huile et un pourcentage modéré en acide linoléique, acide gras polyinsaturé, principal composant de l'oxydation (GRATI et LAROUSSE, 2013).

En effet nos résultats de l'analyse des esters méthyliques des acides gras des huiles d'olive, classe l'acide oléique en première position avec des taux qui varient entre 61,16 à 66,37 %, suivi de l'acide palmitique (15,41 à 18,01 %) et de l'acide linoléique (12,11 à 15,28 %), selon l'origine des huiles d'olive.

D'autre part, il faudra noter que les teneurs en acides gras essentiels (linoléique et linoléique) contenues dans nos quatre huiles d'olive s'avèrent suffisantes pour prévenir un état carenciel en acides gras essentiel chez les personnes utilisant ces huiles comme matière grasse principale dans leur régime alimentaire (LAPILLONNE et al. 2003 in BENRACHOU 2013).

La composition biochimique des huiles d'olive des différentes régions étudiées, ont montré que les taux des acides gras majoritaires de nos résultats sont similaires à ceux de plusieurs auteurs comme KELLOUCHE et al. (2004), MAMMAR et GADA (2013), BENRACHOU (2013), GRATI et LAROUSSE (2013), NAMANE et MEZANI (2014), HADDAM et al. (2014) et KHRIS (2015) (Tableau 9).

Tableau 9 : Comparaison des taux d'acides gras majoritaires de nos huiles d'olive avec ceux des autres huiles d'olive locales et étrangères.

Variétés	Régions	Pays	Auteurs	Acides gras (%)		
				C16:0	C18:1 ω 9	C18:2 ω 6
Chemlal	Kabylie	Algérie	Nos résultats	15,41 - 18,01	61,16 - 66,37	12,11 - 15,28
Chemlal	Kabylie	Algérie	KHRIS (2015)	17,47	61,44	15,23
Chemlal/Azeradj	Kabylie	Algérie	NAMANE et MEZANI (2014)	15,26 - 17,69	59,69 - 69,83	9,71 - 15,27
Azeradj	Kabylie	Algérie	MAMMAR et GADA (2013)	14,38	69,94	10,44
Chemlal	Kabylie	Algérie	KELLOUCHE et al. (2004)	16,10 - 18,20	57,90 - 63,80	15,50 - 19,20
Bouricha	Est Algérien	Algérie	BENRACHOU (2013)	16,25	60,56	14,26
Limli	Bejaia-Jijel			11,48	69,04	11,84
Blanquette	Guelma			16,14	64,93	8,60
Chemlali	Monastir	Tunisie	GRATI et LAROUSSE (2013)	16,34 - 17,48	61,48 - 64,12	14,34 - 16,26
Arbéquine	Ouardigha	Maroc	HADDAM et al. (2014)	16,10 - 17,90	61,20 - 66,30	12,30 - 15,60

NAMANE et MEZANI (2014) ont travaillé sur les mêmes zones d'études que nous. Ainsi, nous constatons une légère variation des taux d'acides gras des huiles d'olive étudiées

entre leurs résultats et les nôtres. Nous pensons que cette variation peut être due aux conditions climatiques, puisque il s'agit de deux campagnes consécutives et les mêmes régions.

GARCIA *et al.* (1996) ; OLLE, (2002) ; JUDDE, (2004) *in* HADDAM *et al.* (2014) notent que le degré de maturité des olives, le climat, la variété, ont une incidence sur la composition chimique en acides gras de l'huile d'olive.

ESSIARI *et al.* (2014), notent que les paramètres qualitatifs et quantitatifs des huiles d'olive, varient d'une campagne oléicole à l'autre en fonction des zones géographiques pour chaque variété étudiée.

III.2.4. Test par contact

III.2.4.1. Effet de l'huile d'olive sur la longévité des insectes ravageurs des grains stockés

D'après les résultats obtenus, les quatre huiles d'olive testées ont révélé une activité biologique très importante à l'égard des adultes de *C. maculatus*, *S. oryzae* et *R. dominica*.

Cet effet insecticide est observé après 24 heures des traitements, à la plus forte dose (0,4ml / 25g de graines), et après 7 jours, à la plus faible dose (0,1ml / 25g de graines).

Nos résultats sont similaires avec ceux rapportés par plusieurs auteurs. En effet, NAMANE et MEZANI (2014) ont signalé un taux moyen de mortalité de 100 % des adultes de *C. maculatus* traité à la dose 0,4ml / 25g avec des huiles d'olive issus des mêmes régions que les nôtres (Maâtkas, Tizi-Rached, Beni-Yenni et Sidi-Aïch).

KELLOUCHE (2005) note que les graines de *Vigna unguiculata* traitées avec les huiles d'olive de première et de deuxième pression, les huiles d'oléastre et de tournesol, réduisent de façon très significative la longévité des adultes de *C. maculatus*. La mortalité totale des adultes a été obtenue à la dose 0,8 ml / 50g en moins de 24 heures.

D'autre part, plusieurs études aboutissent aux mêmes résultats que les nôtres, mais en utilisant des bioinsecticides autres que l'huile d'olive, comme moyen de lutte contre *S. oryzae*.

C'est ainsi que les travaux de CAMARA (2009) ont mis en évidence l'effet insecticide de deux huiles essentielles extraite à partir de *Ocimum basilicum* et *O. gratissimum*, vis-à-vis des adultes de *S. oryzae*, et concluent que plus les volumes étaient élevés (allant de 2 à 80 µl), plus le temps de réaction était court.

OGUNGBITE et OYENIYI (2014) montrent que le taux de mortalité des adultes de *S. oryzae* est proportionnel à la dose des poudres de tige et de racine de *Newbouldia laevis* testées et à la durée d'exposition.

Concernant les études réalisées sur l'effet des bioinsecticides à l'égard des adultes de *R. dominica*, et dont leurs conclusions confirment nos résultats, nous citons, les travaux de MAMMAR et GADA (2013) qui ont observé des taux de mortalité de 100 % en moins de

24 heures avec l'huile d'olive de la variété Azeradj et de la variété Chemlal avec des doses de 0,6 et 0,8ml / 50g de grains de blé tendre.

KHRIS (2015) a noté que le taux de mortalité des adultes de *R. dominica* est de 95 % en moins de 10 heures à la dose 0,8 ml / 50g de blé.

Tandis que *T. castaneum* montre une résistance à l'encontre de nos huiles d'olive testées, quelles que soient la dose appliquée et la durée d'exposition.

MAMMAR et GADA (2013) signalent que les huiles d'olive des variétés d'Azeradj et de Chemlal, sont très toxiques à l'égard *R. dominica* et non toxiques contre *T. castaneum*.

L'absence ou la présence en quantités insignifiantes de quelques composés dans l'huile d'olive, pourrait élucider l'effet non insecticide de nos huiles d'olive testées à l'égard de *T. castaneum*.

BOUNECHADA et ARAB confirment que l'activité insecticide de *Melia azedarach* est due à l'activité biologique des triterpénoïdes qui ont un effet anti-nutritionnel.

Selon ces mêmes auteurs, le pouvoir insecticides de *Peganun harmala* vis-à-vis, de *T. castaneum*, serait du à la présence des alcaloïdes indoliques de type β -carboline (la harmine, harmaline et harmol).

De nombreuses études scientifiques montrent l'effet insecticide de différentes huiles essentielles à l'égard de *T. castaneum*, comme celles de PRATES et al. (1998), WANG et al. (2005), KIM et al. (2010), CABALLERO-GALLARDO et al. (2012), MEHRDAD et al. (2013), et KASSEMI (2014).

III.2.4.2. Effet de l'huile d'olive sur la viabilité post-embryonnaire des insectes ravageurs des grains stockés

D'après nos résultats, aucun adulte de *C. maculatus*, *S. oryzae* et *R. dominica*, n'a émergé avec les quatre huiles d'olive dans les tests effectués avec les doses de 0,2 et 0,4 ml / 25g de graines.

L'effet insecticide de l'huile d'olive sur la longévité et la viabilité post-embryonnaire des trois insectes ravageurs précités, peut être dû à l'action des acides gras.

PARR et al. 1996 (in KELLOUCHE, 2005) signalent que l'acide oléique, en concentration élevée, peut avoir un effet déterrant.

Nos résultats sont similaires à ceux de KELLOUCHE et al. (2004), qui n'ont noté aucune émergence d'adulte de *C. maculatus*, traité avec l'huile d'olive de première et de deuxième pression, les huiles d'oléastre et de tournesol, à la dose de 0,4 et 0,8ml / 50g.

Dans les mêmes conditions expérimentales, NAMANE et MEZANI (2014) n'ont pas observé d'émergence d'adultes chez *C. maculatus*, après le traitement des graines de niébé, avec des huiles d'olive de quatre régions différentes, à la plus forte dose 0,4ml / 50g.

D'autres travaux antérieurs révèlent l'inhibition de la viabilité post-embryonnaire des adultes de *C. maculatus* avec le traitement de différentes huiles essentielles et poudres végétales.

Par ailleurs, de nombreuses études mettent en exergue l'effet d'une multitude de bioinsecticide vis-à-vis de la viabilité post-embryonnaire de *S. oryzae* et *R. dominica*.

Ainsi, OGUNGBITE et OYENIYI (2014) ne signalent aucun individu de *S. oryzae* émergeant des graines de maïs traitées avec de la poudres de racine de *Newbouldia laevis*, à la dose de 0,4 et 0,5g / 20g de graines.

KASSEMI (2014) déclare que l'huile essentielle de *Nepeta nepetella* affecte l'émergence de *R. dominica*, qui la réduit à 0 individus à 5 µl / 30g de graines de blé dur.

Le rapprochement des nombres moyens d'adultes de *T. castaneum* émergés dans les lots du blé dur concassé traités et ceux des lots témoins non traités, confirme la résistance de cet insecte ravageur à l'égard de nos huiles d'olives utilisées, durant tout son cycle de développement.

III.2.4.3. Effet de l'huile d'olive sur le poids des graines de niébé et de blé dur

Dans nos expériences et celles de NAMANE et MEZANI (2014), les graines de niébé traitées avec les quatre huiles d'olive, à la plus forte dose 0,4ml / 25g et infestées par *C. maculatus*, ne subissent pas de pertes en poids.

Concernant, pour les grains de blé dur traités avec les quatre huiles d'olive, respectivement à la dose 0,1ml et 0,2ml / 25g et infestées par *S. oryzae* et *R. dominica*, elles aussi ne subissent pas de pertes de poids.

Cependant, chez *T. castaneum* nous observons, des pertes de poids dans tous les lots traités, qui sont liées directement aux nombres d'adultes émergés.

DE GROOT (2004) explique que l'enrobage huileux empêche les insectes adultes et les larves d'entrer à l'intérieur des graines, et au même temps affectent la ponte des œufs ainsi que le développement de l'embryon et de la larve à la surface des grains.

Par ailleurs, les faibles pertes de poids des grains de blé dur enregistrées chez *S. oryzae* et *R. dominica* dans les lots témoins, s'explique probablement par le fait que les grains de blé dur sont moins sensibles à l'égard de ces deux insectes ravageurs que d'autres grains de céréales.

Nous pensons que le nombre très réduit d'insectes adultes mis en contact des grains de blé dur (10 individus pour 25g), s'avère insuffisant pour engendrer des pertes considérables.

C'est dans ce sens que ABOU et HEDDAM (1995) constatent, dans les conditions de laboratoire à une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $75 \pm 10 \%$, que *S. oryzae* et *R. dominica*, effectuent leur cycle de développement en cinq semaines sur blé dur alors que sur blé tendre respectivement 32 et 38 jours suffisent pour l'accomplir.

OGUNGBITE et OYENIYI, (2014), enregistrent des taux moyens de pertes de poids, de l'ordre de $73,30 \pm 0,01$ %, dans les témoins, où 10 couples de *S. oryzae* sont mis aux contacts avec 20g de grains de maïs.

Selon LEPIGRE (1966), la dépréciation des produits infestés par *T. castaneum*, se manifeste plutôt par la présence des excréments, des exuvies larvaires, nymphales et imaginaires, que par la perte de poids (AMELLALE, 1980).

Par contre les plus fortes pertes de poids des grains de niébé chez *C. maculatus* s'expliquent probablement par l'hypersensibilité de ces grains à l'encontre de *C. maculatus*.

Ainsi, KELLOUCHE et al. (2004), ont montré que l'activité reproductrice de *C. maculatus* est plus élevée dans les graines de *V. unguiculata* que celles de *Cicer arietinum* et ceci quel que soit le cultivar dont sont issues les graines.

D'après HUIGNARD et al. (2011), *V. unguiculata* (le niébé) est la principale plante-hôte, de la bruche (*C. maculatus*). Selon les mêmes auteurs, *C. maculatus* a provoqué les pertes les plus importantes en zones tropicales.

III.2.4.4. Effet de l'huile d'olive sur la faculté germinative des graines de niébé et de blé dur

D'après nos résultats obtenus, nous concluons que la composition chimique de l'huile d'olive n'altère pas la faculté germinative des graines de niébé.

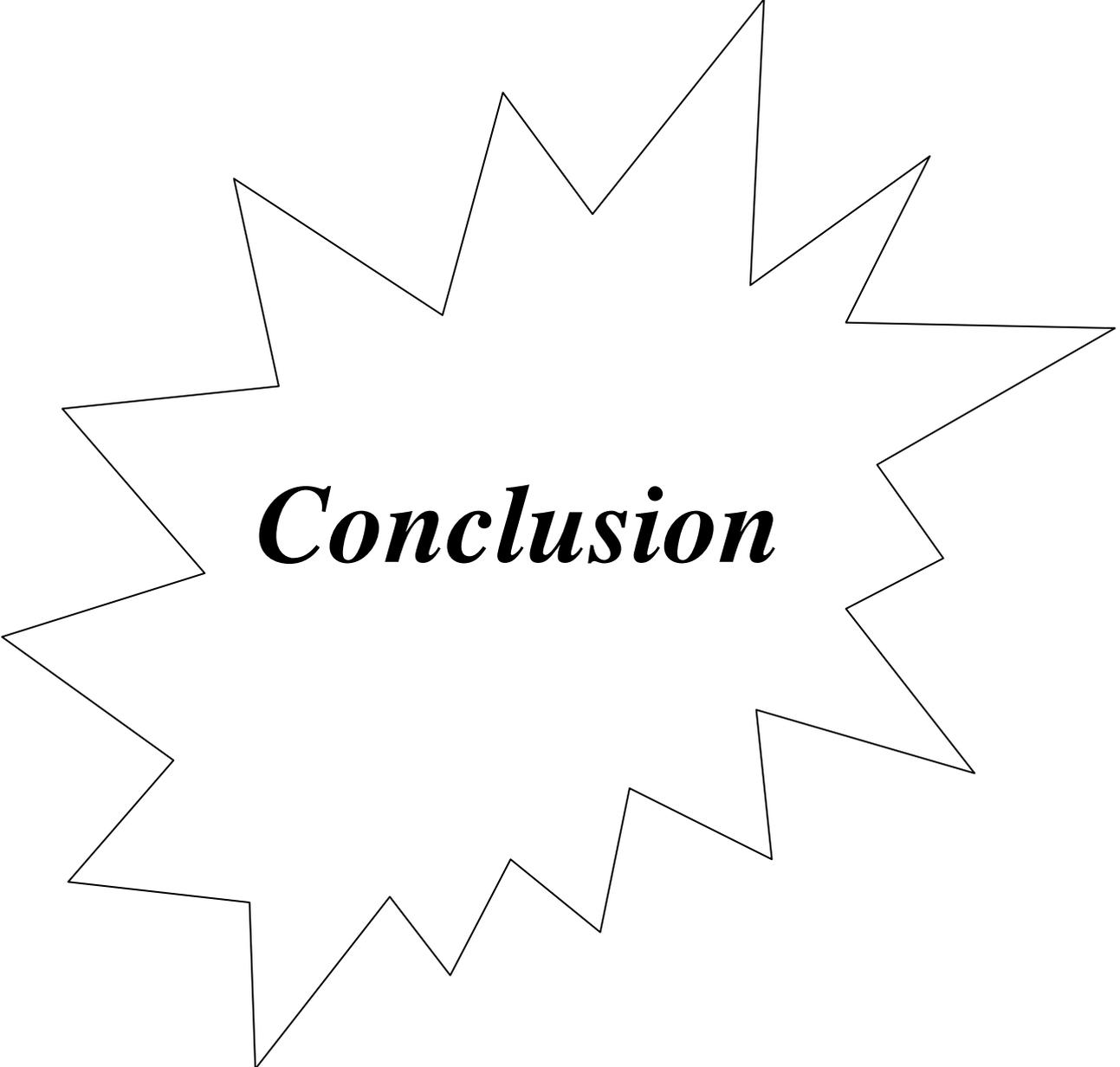
D'après, KELLOUCHE (2005), le taux moyen de germination des graines de niébé traitées avec les différentes huiles d'olive testées et l'huile de tournesol, à différentes doses (0 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,8ml/50g) et différents temps (de 1 à 9 mois), varient entre 95,2 à 98,2 %.

Nos résultats sont similaires à ceux de NAMANE et MEZANI (2014) qui ont observé des germinations de 100 % avec toutes les huiles d'olive testées, aux doses allant de 0,1 à 0,4ml / 25g de graines de niébé.

Contrairement aux graines de niébé, les huiles d'olive utilisées affectent sensiblement le pouvoir germinatif des graines de blé dur.

DE GROOT (2004) a signalé l'inconvénient du traitement des graines de céréales avec des huiles végétales, car ces dernières peuvent avoir un effet réducteur sur le pouvoir germinatif des graines traitées. Néanmoins, selon le même auteur, les huiles végétales doivent seulement être utilisées pour protéger les céréales destinées à l'alimentation.

NIKPAY (2006) a noté un taux moyen de germination des grains de blé non traités, de l'ordre de $96,5 \pm 1,47$ %. Par la suite le traitement des grains de blé avec des huiles de camomille, de noix de coco et d'amande douce, à la dose de 10 ml / kg, il a enregistré un taux moyen de germination plus bas respectivement de l'ordre de $72 \pm 1,17$ % ; $70,5 \pm 1,41$ % et $67,5 \pm 0,77$ %.



Conclusion

Conclusion

D'après les résultats obtenus, nous pouvons conclure que les huiles d'olive étudiées, issues de la variété Chemlal, sont de bonne qualité, puisque toutes les caractéristiques physico-chimiques étudiées respectent les normes du Conseil Oléicole international.

Ainsi les huiles d'olive de la région de Maâtkas et de Beni-Yenni sont classées dans les huiles d'olive vierges extra, par contre les huiles d'olive de la région de Tizi-Rached et de Sidi-Aïch sont classées dans les huiles d'olive vierges.

L'analyse des esters méthyliques des acides gras totaux par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G.) montre que l'acide oléique est le composant majoritaire dans toutes les huiles d'olive analysées (61 – 66 %).

Nos tests ont montré que l'huile d'olive n'a pas la même activité biologique à l'égard de tous les insectes ravageurs des grains stockés. Ainsi, nos huiles d'olive se sont révélées très toxiques vis-à-vis de *R. dominica*, *S. oryzae* et *C. maculatus*, après 24 heures d'exposition à la dose 0,4 ml / 25 g de grains du blé dur ou du niébé, et après 7 jours à la dose 0,1 ml / 25 g. Tandis que *T. castaneum* montre une moindre sensibilité aux traitements quelles que soit la dose appliquée et la durée d'exposition sur les grains de blé concassé.

Le taux de viabilité post-embryonnaire est nul chez *R. dominica*, *S. oryzae* et *C. maculatus*, avec les quatre huiles d'olives dans les tests effectués avec les doses 0,2 et 0,4 ml / 25 g. Le rapprochement des nombres moyens d'adultes de *T. castaneum* émergés dans les lots traités et ceux des lots témoins, confirme la résistance de cet insecte ravageur à l'égard de l'huile d'olive durant tous son cycle de développement.

La composition chimique de l'huile d'olive n'a pas d'effet sur la faculté germinative des graines de niébé, contrairement aux grains du blé dur, qui sont affectés sensiblement.

La toxicité de l'huile d'olive peut être due au taux d'acide gras élevés (Acide oléique, palmitique et linoléique) et qui varie en fonction des doses utilisées et des insectes traités.

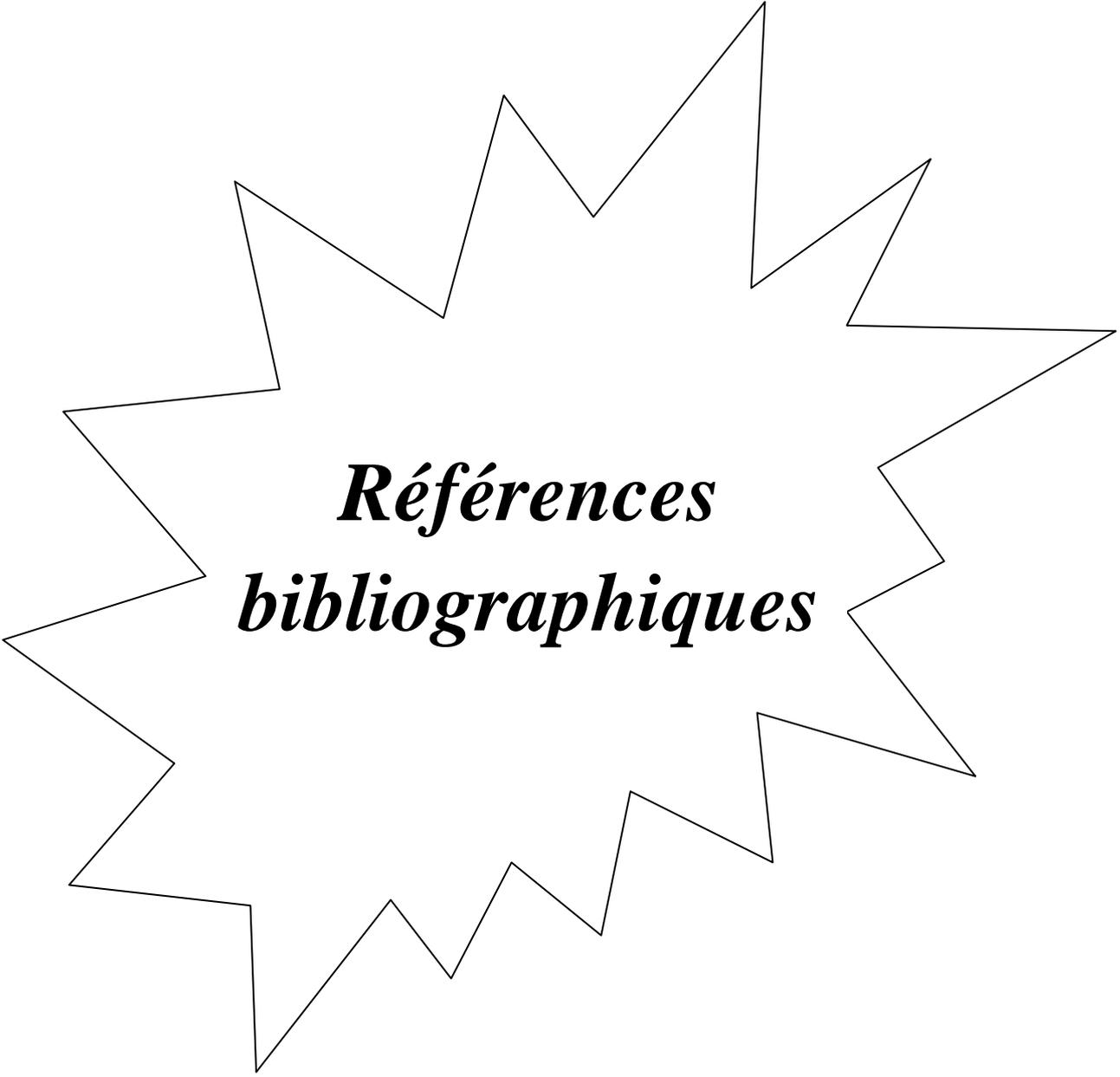
Au terme de ce travail il est intéressant de contribuer à lever le voile sur les potentialités agro-phytosanitaires d'une huile d'olive algérienne. Elle peut être utilisée localement comme biopesticide pour la protection des céréales et des légumineuses, ainsi il serait intéressant d'encourager la culture de l'olivier.

En guise de perspectives, nous recommandons de compléter ce travail par les recherches suivantes :

- L'utilisation des acides gras séparément et les tester sur différents insectes ravageurs.
- Etude de l'effet de la composition de l'huile d'olive en acide gras sur les insectes ravageurs des céréales et des légumineuses durant le stockage.

- Etude de l'effet de sous-produits de l'olivier, margines et les grignons sur les insectes ravageurs des denrées stockées.
- Etude du mode d'action de l'huile d'olive sur les autres insectes ravageurs des denrées stockées comme l'alucite et le trogoderme.
- Effet de la qualité et l'utilisation des huiles d'olive vierge lampante non propre à la consommation et l'huile de grignon d'olive sur ces insectes.

Quant au *T castaneum*, il faudra expérimenter des doses plus élevées de l'huile d'olive à des durées d'expositions plus longues.



***Références
bibliographiques***

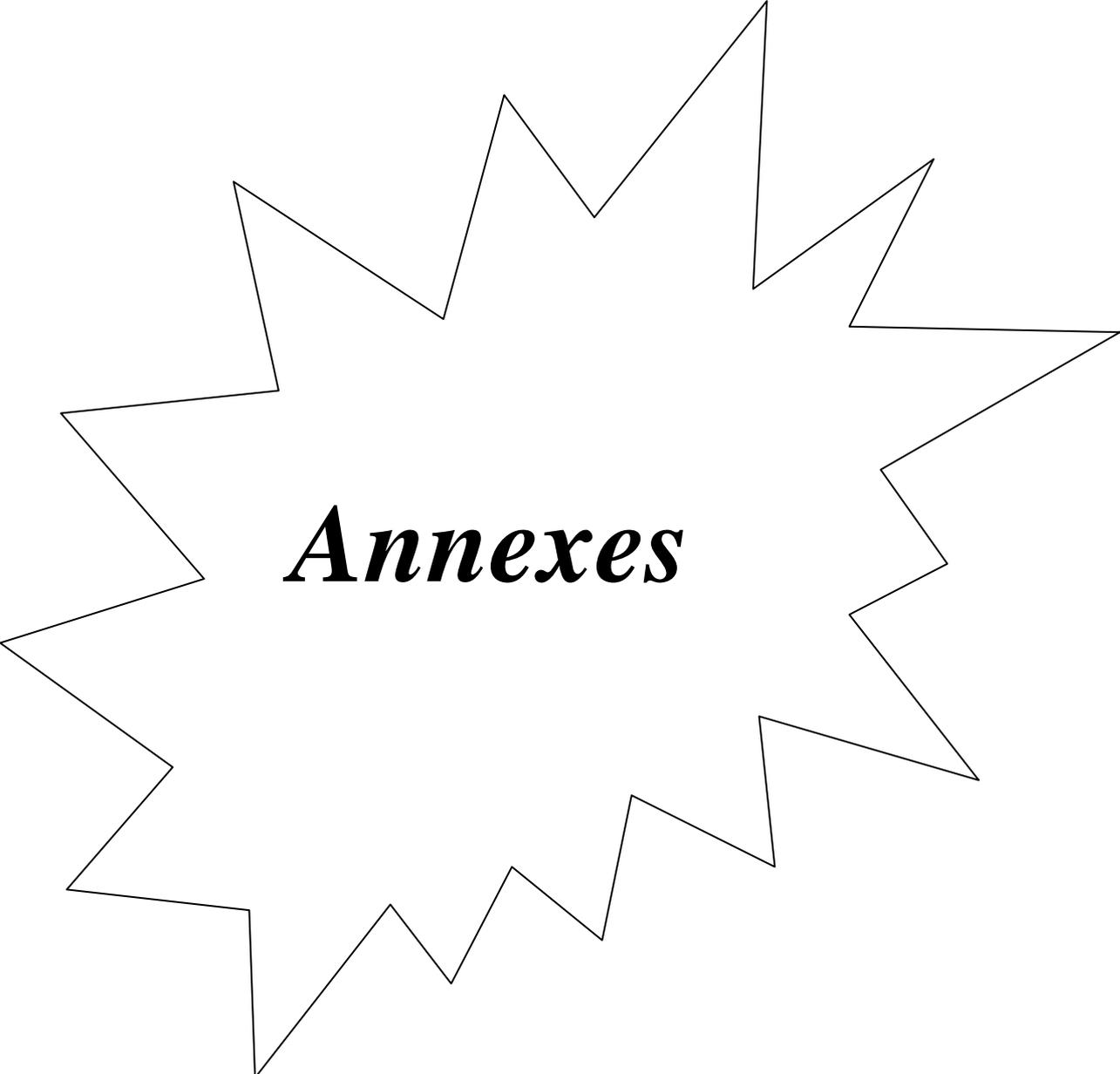
Références bibliographiques

- 1 - **ABOU M. et HEDDAM Y., 1995** – Etude de quelques paramètres de la biologie de trois insectes ravageurs des denrées stockées, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae), *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera : Bostrychidae) et *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae) dans les conditions de laboratoire. Thèse d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Université de Tizi-Ouzou, p 79.
- 2 - **AHMADI M., ABD-ALLA A. M. M., MOHARRAMIPOUR S., 2013** – Combination of gamma radiation and essential oils from medicinal plants in managing *Tribolium castaneum* contamination of stored products. *Applied Radiation and Isotopes* 78 : 16 – 20.
- 3 - **AMELLAL F., 1980** – Etude de la valeur insecticide de quelques produits dans la lutte contre *Tribolium castaneum* H. des denrées alimentaires stockées (Coleoptera : Tenebrionidae). Thèse d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. INA, El Harrach : 6 – 12.
- 4 - **ANONYME 1, 2015** – Le Centre National de l'Informatique et des Statistiques (C.N.I.S.).
- 5 - **ANONYME 2, 2014** – Conseil Oléicole International (C.O.I.), l'huile d'olive. NEWSLETTER Marché. N° 75, p 1.
- 6 - **ANONYME 3, 2015** – La Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Tizi-Ouzou.
- 7 - **ANONYME 4, 2015** – Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC n° 3/R2V. 8 : 1 – 3.
- 8 - **ANONYME 5, 2011** – Guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile. COI/OH/Doc. n° 1 : 2 – 3.
- 9 - **APPERT J., 1985** – Le stockage des produits viviers et semenciers. T2 : Lutte contre les ravageurs, hygiène de stockage. Ed. Maisonneuve et Larose : 2 - 3 , 15 - 16.
- 10 - **BALACHOWSKY A. S., 1962** - Entomologie appliquée à l'agriculture, Tome 1. Volume 1 : Coléoptères. Ed. Masson et Cie, Paris : 304 , 392 , 485 – 487.
- 11 - **BALACHOWSKY A. S., 1963** - Entomologie appliquée à l'agriculture, Tome 1. Volume 2 : Coléoptères. Ed. Masson et Cie, Paris : 1073 – 1097.
- 12 - **BALACHOWSKY A., et MESNIL L., 1936** – Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leur destruction. Ed. Busson, Paris : 1722 – 1723 , 1745 – 1746.
- 13 - **BEKON K., et FLEURAT LESSARD F., 1989** – Evolution des pertes en matière sèche des grains dues à un ravageur secondaire : *Tribolium castaneum* (Herbst), Coléoptère Tenebrionidae, lors de la conservation des céréales. Cereales en region chaudes. AUPELF-UREF. Eds. John Libbey Eurotex, Paris : 97 – 104.
- 14 - **BENLEMLIH M., et GHANAM J., 2012** – Polyphénols d'huile d'olive. Trésors Santé. Ed. Marco Piteur. 128.

- 15 - **BENRACHOU N., 2013** – Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de Doctorat en Biochimie appliquée. U.B.M.A. : 63 – 64.
- 16 - **BOUNECHADA M. et ARAB R., 2011** – Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). Agronomie numéro 1. : 1 – 6.
- 17 - **BONJEAN A., et PICARD E., 1990** – Les céréales à paille – Origine, histoire, économie, sélection. Ed. Softword et Groupe ITM – Groupe Verneuil.
- 18 - **BROUSSE G. et LOUSSERT R., 1978** – L'olivier. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris : 355 – 374.
- 19 - **CABALLERO-GALLARDO K., OLIVERO-VERBEL J. & STASHENKO E. E., 2012** – Repellency and toxicity of essential oils from *Cymbopogon martinii*, *Cymbopogon flexuosus* and *Lippia origanoides* cultivated in Colombia against *Tribolium castaneum*. Journal of Stored Products Research 50 : 62 – 65.
- 20 - **CAMARA A., 2009** – Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae) dans les stocks de Riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-Guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales.
- 21 - **CHARBONNIER A., 1996** – L'huile d'olive. Aliment – santé : cœur – vaisseaux – os – digestion. Ed. Frison – Roche, Paris, p1.
- 22 - **CHARLES H., 1997** – Aspects moléculaires de la bactérie symbiotique principale du charançon des céréales *Sitophilus oryzae* (Coléoptère, Curculionidae) et étude de ses interactions avec l'hôte. Thèse de Doctorat en Biologie. INSA Lyon, p 18.
- 23 - **CHIMI H., 2006** – Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. MADRPM/DERD. PNTTA n°141.
- 24 - **CRUZ J. F., et DIOP A., 1989** - Génie Agricole et Développement. Techniques d'entreposage, Bulletin des services agricoles n° 74 (FAO).
- 25 - **CRONQUIST A., 1981**: An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, 1262.
- 26 - **DEGUICHE M., 1997** – Etude de la biologie du *Tribolium castaneum* H. (Coleoptera, Tenebrionidae) et essais de lutte par des plantes locales. Thèse d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Université de Tizi-Ouzou, p 30.
- 27 - **DE GROOT I., 2004** – Protection des céréales et des légumineuses stockées. Ed. Fondation Agromisa, Wageningen, p 29.
- 28 - **DELOBEL A., et TRAN M., 1993** – Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom, Paris : 103 – 106 , 275 – 278 , 312 – 316 , 342 – 343.

- 29 - DJOSSOU J., 2006** – Etude des possibilités d'utilisations des formulations à base de fruits secs de *Xylopiya aethiopica* Dunal (Annonaceae) pour la protection des stocks de niébé contre *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Master. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux Belgique.
- 30 - ESSIARI M., ZOUHAIR R. et CHIMI H., 2014** – Contribution à l'étude de la typicité des huiles d'olive vierges produites dans la région de Sais (Maroc). *Olivae* N° 119 : 8 – 22.
- 31 - GRATI KAMMOUN. N. et LAROUCSI S., 2013** – L'expérience tunisienne dans l'élaboration des signes de qualité dans l'huile d'olive. CIHEAM. Option Méditerranéennes, A 104 : 107 – 115.
- 32 - HADDAM M., CHIMI H., ANTARI A., ZAHOUILY M., MOHIBI R. et ZAZ A., 2014** – Caractérisation physico-chimique et stabilité oxydative des huiles d'olive des variétés Picholine marocaine, Haouzia, Koroneiki et Arbéquine de la région oléicole centrale du Maroc (Chaouia – Ouardigha). *Olivae* N° 119 : 23 – 35.
- 33-HEDJAL-CHEBHEB M., TOUDERT-TALEB K., KHOUDJA, M.L., BENABDESSELAM, R., MELLOUK, M., KELLOUCHE, A., 2013.** Essential oils composition of six conifers and their biological activity against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae) and *Vigna unguiculata* seeds. *African Entomology*. 21 (2): 243-254.
- 34 - HUIGNARD J., GLITHO I. A., MONGE J.-P., et REGNAULT-ROGER C., 2011** – Insectes ravageurs des graines de légumineuses. *Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique*. Ed. QUAE, Paris, 49.
- 35 - KASSEMI N., 2014** - Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques (*Pseudocytisus integrifolius* Salib et *Nepeta nepetella* L.) sur les ravageurs du blé et des légumes secs. Thèse de Doctorat en Biologie. U.A.B.T. : 90 – 92.
- 36 - KELLOUCHE A., 2004** – Activité de reproduction et capacité de développement de la descendance de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera : Bruchidae) dans des graines de différents cultivars de *Vigna unguiculata* (Walp.) et de *Cicer arietinum* (L.). *International Journal of Tropical Insect Science* Vol. 24, N° 4 : 304 – 310.
- 37 - KELLOUCHE A., 2004** – Etude de la bruche du pois-chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) : biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles. U.M.M.T.O. : 94 – 97 , 107.
- 38 - KELLOUCHE A., 1987** – Relations parasitaires entre *Lariophagus distinguendus* FORSTER et *Chaetospila elegans* WESTWOOD (HYMENOPTERA : PTEROMALIDAE) et les ravageurs des denrées stockées : *Sitophilus oryzae* LINNEAUS et *Rhyzopertha dominica* FABRICIUS (COLEOPTERA : CURCULIONIDAE et BOSTRYCHIDAE). Thèse de Doctorat de troisième cycle en Ecologie. Université Paul Sabatier Toulouse : 14 – 19.
- 39 - KELLOUCHE A. et SOLTANI N., 2004** – Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielles d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.). *International Journal of Tropical Insect Science* Vol. 24, (N°2) : 184 – 191.

- 40 - **KELLOUCHE A., SOLTANI N., KREITER S., AUGER J., ARNOLD I., KREITER P., 2004** – Biological Activity of four Vegetable Oils on *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera : Bruchidae). REDIA, LXXXVII : 39 – 47.
- 41 - **KHRIS R., 2015** – Effet bio-insecticide de l'huile d'olive de la variété Chemlal à l'égard de *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera : Bostrychidae). Mémoire de Master en Biologie. U.M.M.T.O. : 22 - 25.
- 42 - **KIM S., YOON J-S., JUNG J. W., HONG K-B., AHN Y-J. & KWON H. Y., 2010** – Toxicity and repellency of origanum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae) adults. Journal of Asia-Pacific Entomology 13 : 369 – 373.
- 43 - **MAMMAR D. et GADA L., 2013** - Caractérisation et effet bioinsecticide de deux variétés de l'huile d'olive (Chemlal, Azeradj) à l'égard de deux insectes ravageurs des denrées stockées *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera : Bostrychidae) et *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae). : 22 - 27.
- 44 - **MEFTAH H., LATRACHE H., HAMADI F., HANINE H., ZAHIR H., et EL LOUALI M., 2014** – Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issus de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc). J. Mater. Environ. Sci. 5 (2) : 641 – 646.
- 45 - **NAMANE D. et MEZANI F., 2014** – Composition chimique de l'huile d'olive de différentes régions de Kabylie, étude de son activité insecticide à l'égard de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Master en Biologie. U.M.M.T.O. : 20 - 34.
- 46 - **NIKPAY A., 2006** – Efficacy of Chamomile, Sweet Almond and Coconut Oils as Post-harvest Grain Protectants of Stored Wheat against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera : Bostrychidae). J. Asia-Pacific Entomol. 9 (4) : 369 – 373.
- 47 - **OGUNGBITE O. C. & OYENIYI E. A., 2014** – Newbouldia laevis (Seem) as an Entomocide Against *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais* Infesting Maize Grain. Jordan Journal of Biological Sciences. Volume 7, Number 1 : 49 – 55.
- 48 - **OLLIVIER D., PINATEL C., OLLIVIER V. et ARTAUD J., 2014** – Composition en acides gras et en triglycérides d'huiles d'olive vierges de 34 variétés et 8 Appellations d'Origine françaises et de 2 variétés étrangères implantées en France : constitution d'une banque de données (première partie). Olivae N° 119 : 36 – 48.
- 49 - **PRATES H.T., SANTOS J.P., WAQUIL J.M., FABRIS J.D., OLIVEIRA A.B. & FOSTER J.E., 1998** – Insecticidal Activity of Monoterpenes Against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Stored Products Research Vol. 34 (n°4) : 243 – 249.
- 50 - **SOLTNER D., 1988** - Les grandes productions végétales. Céréales – Plantes sarclées – Prairies. Ed. Le Clos Lorelle, Angers, 23 , 307.
- 51 - **TANOUTI K., SERGHINI-CAID H., BENALI C. E., HARKOUS M. et ELAMRANI A., 2011** – Amélioration qualitative d'huile d'olive produites dans le maroc oriental. Les Technologies de Laboratoires, Volume 6, N° 22 : 1 – 12.
- 52 - **WANG J., ZHU F., ZHOU X. M., NIU C. Y. & LEI C. L., 2006** – Repellent and fumigant activity of essential oil from *Artemisia vulgaris* to *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera : Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research 42 : 339 – 347.



Annexes

Annexe 1 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la mortalité après 1 jour du lancement des tests.

	DDL	Carrés moyens	Test F	Probabilité	E. T.	C.V.
Var. totale	255	1287,17	-	-		
Var. facteur insecte (1)	3	17780,63	182,32	0,0000		
Var. facteur origine des huiles d'olive (2)	3	17,08	0,18	0,9128		
Var. facteur dose (3)	3	60745,21	622,86	0,0000		
Var. facteur 1*2	9	175,38	1,80	0,0704		
Var. facteur 1*3	9	7286,84	74,72	0,0000		
Var. facteur 2*3	9	126,07	1,29	0,2424		
Var. facteur 1*2*3	27	206,64	2,12	0,0019		
Var. résiduelle 1	192	97,53	-	-	9,88	40,8 %

Annexe 2 : Taux moyen de mortalité des quatre insectes ravageurs traités avec les huiles d'olive des quatre régions à différentes doses (après 1 jour du lancement des tests).

	Insectes	Doses			
		0 ml / 25 g	0,1 ml / 25 g	0,2 ml / 25 g	0,4 ml / 25 g
Huile d'olive de la région de Maâtkas	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	0,00 ± 0,00	5,00 ± 5,77	22,50 ± 12,58	92,50 ± 15,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,00 ± 0,00	5,00 ± 5,77	20,00 ± 11,55	97,50 ± 5,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	0,00 ± 0,00	2,50 ± 5,00	62,50 ± 17,08	80,00 ± 21,60
Huile d'olive de la région de Tizi-Rched	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	0,00 ± 0,00	2,50 ± 5,00	15,00 ± 12,91	97,50 ± 5,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,00 ± 0,00	7,50 ± 9,57	32,50 ± 20,62	90,00 ± 11,55
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	0,00 ± 0,00	12,50 ± 12,58	37,50 ± 9,57	97,50 ± 5,00
Huile d'olive de la région de Beni-Yenni	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	12,50 ± 15,00	77,50 ± 9,57
	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,00 ± 0,00	2,50 ± 5,00	52,50 ± 32,02	100,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	0,00 ± 0,00	7,50 ± 9,57	35,00 ± 20,82	87,50 ± 9,57
Huile d'olive de la région de Sidi-Aïche	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	17,50 ± 9,57	77,50 ± 26,30
	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,00 ± 0,00	5,00 ± 10,00	57,50 ± 18,93	90,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	0,00 ± 0,00	12,50 ± 9,57	45,00 ± 19,15	87,50 ± 5,00

Annexe 3 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, sur la mortalité des quatre insectes ravageurs, après 1 jour du lancement des traitements.

	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
4	<i>Callosobruchus maculatus</i>	35,47	A
1	<i>Sitophilus oryzae</i>	35,00	
2	<i>Rhyzopertha dominica</i>	26,25	B
3	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00	C

Annexe 4 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité des quatre insectes ravageurs, après 1 jour du lancement des traitements.

	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
4	Dose de 0,4 ml / 25 g	67,19	A
3	Dose de 0,2 ml / 25 g	25,63	B
2	Dose de 0,1 ml / 25 g	3,91	C
1	Dose de 0 ml / 25 g	0,00	D

Annexe 5 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la mortalité après 7 jours du lancement des tests.

	DDL	Carrés moyens	Test F	Probabilité	E. T.	C.V.
Var. totale	255	1923,42	-	-		
Var. facteur insecte (1)	3	83886,90	1169,24	0,0000		
Var. facteur origine des huiles d'olive (2)	3	125,44	1,75	0,1568		
Var. facteur dose (3)	3	43144,20	601,36	0,0000		
Var. facteur 1*2	9	73,99	1,03	0,4167		
Var. facteur 1*3	9	9951,07	138,70	0,0000		
Var. facteur 2*3	9	96,55	1,35	0,2151		
Var. facteur 1*2*3	27	153,06	2,13	0,0018		
Var. résiduelle 1	192	71,74	-	-	8,47	18,4 %

Annexe 6 : Taux moyen de mortalité des quatre insectes ravageurs traités avec les huiles d'olive des quatre régions à différentes doses (après 7 jours du lancement des tests).

	Doses	0 ml / 25 g	0,1 ml / 25 g	0,2 ml / 25 g	0,4 ml / 25 g
	Insectes				
Huile d'olive de la région de Maâtkas	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	0,00 ± 0,00	15,00 ± 5,77	42,50 ± 17,08	97,50 ± 5,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,00 ± 0,00	92,50 ± 9,57	97,50 ± 5,00	100,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	50,00 ± 11,50	67,50 ± 9,57	95,00 ± 5,77	100,00 ± 0,00
Huile d'olive de la région de Tizi-Rhed	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	0,00 ± 0,00	10,00 ± 8,16	22,50 ± 15,00	100,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,00 ± 0,00	72,50 ± 17,08	90,00 ± 11,55	100,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	37,50 ± 5,00	85,00 ± 12,91	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00
Huile d'olive de la région de Beni-Yenni	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	0,00 ± 0,00	2,50 ± 5,00	52,50 ± 25,00	92,50 ± 9,57
	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,00 ± 0,00	72,50 ± 17,08	90,00 ± 11,55	100,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	62,50 ± 22,17	77,50 ± 5,00	92,50 ± 5,00	95,00 ± 10,00
Huile d'olive de la région de Sidi-Aïche	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	37,50 ± 18,93	92,50 ± 9,57
	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,00 ± 0,00	72,50 ± 25,00	95,00 ± 5,77	100,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	52,50 ± 12,58	77,50 ± 9,57	92,50 ± 5,00	100,00 ± 0,00

Annexe 7 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, sur la mortalité des quatre insectes ravageurs, après 7 jours du lancement des traitements.

	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
4	<i>Callosobruchus maculatus</i>	80,31	A
1	<i>Sitophilus oryzae</i>	68,91	B
2	<i>Rhyzopertha dominica</i>	35,31	C
3	<i>Tribolium castaneum</i>	0,00	D

Annexe 8 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité des insectes ravageurs, après 7 jours du lancement des traitements.

	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
4	Dose de 0,4 ml / 25 g	73,59	A
3	Dose de 0,2 ml / 25 g	57,19	B
2	Dose de 0,1 ml / 25 g	41,09	C
1	Dose de 0 ml / 25 g	12,66	D

Annexe 9 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la viabilité post-embryonnaire.

	DDL	Carrés moyens	Test F	Probabilité	E. T.	C.V.
Var. totale	255	919,37	-	-		
Var. facteur insecte (1)	3	22419,28	473,19	0,0000		
Var. facteur origine des huiles d'olive (2)	3	51,70	1,09	0,3545		
Var. facteur dose (3)	3	30233,04	638,11	0,0000		
Var. facteur 1*2	9	288,44	6,09	0,0000		
Var. facteur 1*3	9	6593,82	139,17	0,0000		
Var. facteur 2*3	9	32,31	0,68	0,7261		
Var. facteur 1*2*3	27	185,16	3,91	0,0000		
Var. résiduelle 1	192	47,38	-	-	6,88	27,1 %

Annexe 10 : Nombres moyens d'individus émergeant pour chaque insecte ravageur traité avec les huiles d'olive des quatre régions à différentes doses.

	Dose	0 ml / 25 g	0,1 ml / 25 g	0,2 ml / 25 g	0,4 ml / 25 g
	Insectes				
Huile d'olive de la région de Maâtkas	<i>Tribolium castaneum</i>	55,25 ± 2,36	54,75 ± 21,96	57,00 ± 11,83	44,25 ± 11,87
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	70,50 ± 6,66	25,00 ± 3,92	1,00 ± 1,15	0,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	23,00 ± 4,76	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	80,75 ± 5,32	6,25 ± 2,63	0,25 ± 0,50	0,00 ± 0,00
Huile d'olive de la région de Tizi-Rched	<i>Tribolium castaneum</i>	57,75 ± 16,24	58,00 ± 14,90	62,50 ± 8,96	37,50 ± 13,48
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	40,00 ± 4,55	16,75 ± 2,22	1,50 ± 1,29	0,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	37,75 ± 8,54	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	91,50 ± 6,86	1,25 ± 1,89	0,50 ± 0,58	0,00 ± 0,00
Huile d'olive de la région de Beni-Yenni	<i>Tribolium castaneum</i>	57,75 ± 11,30	60,75 ± 13,15	50,00 ± 12,11	40,50 ± 5,80
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	49,25 ± 9,00	27,75 ± 2,63	0,50 ± 1,00	0,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	16,25 ± 4,03	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	105,75 ± 8,54	3,50 ± 1,91	1,50 ± 1,73	0,00 ± 0,00
Huile d'olive de la région de Sidi-Aïche	<i>Tribolium castaneum</i>	49,50 ± 6,95	46,50 ± 12,45	47,50 ± 5,32	32,75 ± 4,99
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	41,75 ± 5,62	21,25 ± 5,06	3,25 ± 2,99	0,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	23,75 ± 7,50	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	115,00 ± 12,78	4,00 ± 0,82	0,25 ± 0,50	0,00 ± 0,00

Annexe 11 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, sur la viabilité post embryonnaire des quatre insectes ravageurs testés.

	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
3	<i>Tribolium castaneum</i>	50,77	A
4	<i>Callosobruchus maculatus</i>	25,66	B
2	<i>Rhyzopertha dominica</i>	18,66	C
1	<i>Sitophilus oryzae</i>	6,38	D

Annexe 12 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, concernant l'effet du facteur dose sur la viabilité post-embryonnaire des quatre insectes ravageurs testés.

	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	Dose de 0 ml / 25 g	57,30	A
2	Dose de 0,1 ml / 25 g	20,36	B
3	Dose de 0,2 ml / 25 g	14,11	C
4	Dose de 0,4 ml / 25 g	9,69	D

Annexe 13 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant les pertes en poids des graines du niébé et du blé dur.

	DDL	Carrés moyens	Test F	Probabilité	E. T.	C.V.
Var. totale	255	84,88	-	-		
Var. facteur insecte (1)	3	1154,93	464,15	0,0000		
Var. facteur origine des huiles d'olive (2)	3	1,54	0,62	0,6085		
Var. facteur dose (3)	3	2243,99	901,83	0,0000		
Var. facteur 1*2	9	4,97	2,00	0,0414		
Var. facteur 1*3	9	1197,25	481,15	0,0000		
Var. facteur 2*3	9	1,49	0,60	0,7938		
Var. facteur 1*2*3	27	4,91	1,97	0,0047		
Var. résiduelle 1	192	2,49	-	-	1,58	40,3 %

Annexe 14 : Taux moyens de perte en poids des graines de niébé et de blé dur, traitées avec les huiles d'olive des quatre régions à différentes doses et infesté par quatre insectes ravageurs.

	Dose	0 ml / 25 g	0,1 ml / 25 g	0,2 ml / 25 g	0,4 ml / 25 g
	Insectes				
Huile d'olive de la région de Maâtkas	<i>Tribolium castaneum</i>	3,50 ± 1,29	3,25 ± 3,20	3,50 ± 1,29	2,00 ± 0,82
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	7,00 ± 1,83	2,00 ± 0,82	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	4,25 ± 0,50	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	34,00 ± 0,82	3,00 ± 1,41	0,25 ± 0,50	0,00 ± 0,00
Huile d'olive de la région de Tizi-Rched	<i>Tribolium castaneum</i>	4,00 ± 1,41	3,50 ± 0,58	3,50 ± 1,73	1,00 ± 1,41
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	3,00 ± 0,82	1,00 ± 0,82	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	5,25 ± 2,63	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	40,25 ± 8,26	1,00 ± 1,41	0,50 ± 0,58	0,00 ± 0,00
Huile d'olive de la région de Beni-Yenni	<i>Tribolium castaneum</i>	4,50 ± 1,91	4,00 ± 1,15	3,25 ± 0,50	1,25 ± 0,96
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	6,00 ± 0,82	2,00 ± 0,82	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	2,00 ± 1,41	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	39,50 ± 3,32	2,00 ± 1,83	0,75 ± 0,50	0,00 ± 0,00
Huile d'olive de la région de Sidi-Aïche	<i>Tribolium castaneum</i>	3,25 ± 1,26	2,25 ± 1,71	2,50 ± 1,29	0,50 ± 0,58
	<i>Rhyzopertha dominica</i>	4,00 ± 2,16	1,50 ± 1,29	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Sitophilus oryzae</i>	3,75 ± 0,96	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	<i>Callosobruchus maculatus</i>	39,75 ± 3,30	1,75 ± 1,71	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Annexe 15 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, concernant l'effet du facteur insecte sur les pertes en poids des graines du niébé et du blé dur.

	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
4	<i>Callosobruchus maculatus</i>	10,17	A
3	<i>Tribolium castaneum</i>	2,86	B
2	<i>Rhyzopertha dominica</i>	1,66	C
1	<i>Sitophilus oryzae</i>	0,95	D

Annexe 16 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, concernant l'effet du facteur dose sur la perte en poids des graines du niébé et du blé dur.

	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	Dose de 0,4 ml / 25 g	12,75	A
2	Dose de 0,2 ml / 25 g	1,70	B
3	Dose de 0,1 ml / 25 g	0,89	C
4	Dose de 0 ml / 25 g	0,30	D

Résumé

L'objectif principal de ce travail consiste à évaluer dans des conditions de laboratoire ($30 \pm 1\text{C}^\circ$ et $70 \pm 5\%$ HR), l'effet insecticide de l'huile d'olive, de différentes régions de la Kabylie (Algérie), à l'égard de quatre coléoptères ravageurs des grains stockés : *Sitophilus oryzae* (L.) (Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (F.) (Bostrychidae), *Tribolium castaneum* (H.) (Tenebrionidae) et *Callosobruchus maculatus* (F.) (Bruchidae).

Des graines de niébé et de blé dur traitées avec l'huile d'olive, à différentes doses: (0 ; 0,1 ; 0,2 et 0,4 ml / 25 g), ont été exposées aux adultes des quatre insectes ravageurs.

L'analyse de la variance à trois critères de classification révèle une différence non significative pour le facteur origine de l'huile d'olive ($P = 0,1568$).

Les résultats obtenus révèlent que toutes les huiles d'olive testées, ont une activité biologique très hautement significative vis-à-vis de *S. oryzae*, *R. dominica* et *C. maculatus*, à la plus forte dose 0,4 ml / 25 g. Les paramètres biologiques affectés sont la longévité et la viabilité post-embryonnaire des trois insectes ravageurs.

Par contre, *T. castaneum* manifeste une moindre sensibilité aux traitements.

Par ailleurs, les traitements ont permis de préserver le poids et le pouvoir germinatif des graines de niébé.

Cependant, ces mêmes traitements, ont permis de préserver le poids des graines de blé dur, mais en affectant leur faculté germinative.

Mots clés : Huile d'olive, Grains stockés, *S. oryzae*, *R. dominica*, *C. maculatus*, *T. castaneum*.