

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des sciences biologiques



Mémoire

De fin d'études

En vue de l'obtention du

Diplôme du Master académique en Sciences Biologiques

Option : Oléiculture et Oléotechnie

Thème

Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive de la variété « Chemlal » et étude de son activité biologique à l'égard de deux insectes ravageurs des grains stockés, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae) et *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae).

Réalisé par : M^{elle} CHAOUADI Zabda
M^{elle} SMAILI Safia

Soutenu le 08/10/2017

Devant le jury :

Présidente : M^{me} AIT AIDER F.

Promoteur: M^f KELLOUCHE A.

Co- promotrice: Mme BOUNOUA S.

Examinatrice : M^{elle} KERBAL S.

Maitre de conférences UMMTO

Professeur UMMTO

Doctorante UMMTO

Doctorante UMMTO

Promotion : 2016-2017

REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout Dieu (Allah) le tout puissant de nous avoir accordé force et volonté pour terminer ce travail.

Monsieur KELLOUCHE A., Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO), pour avoir voulu diriger ce travail, pour ses conseils, la correction du manuscrit malgré ses nombreuses obligations. Qu'il soit assuré de nos respectueuses et vives reconnaissances.

Madame BOUNOUA S., doctorante à l'UMMTO, pour avoir voulu co- encadrer ce travail, pour sa gentillesse, ses conseils, sa disponibilité, la correction du manuscrit et pour nous avoir soutenue durant les moments difficiles, qu'elle trouve ici l'expression de nos sincères remerciements et de notre profonde gratitude.

Madame AIT AIDER F., Maitre de conférences à l'UMMTO, nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, qu'elle soit assurée de nos respectueuses et vives reconnaissances.

Mademoiselle KERBEL S., Doctorante à l'UMMTO, pour avoir accepté de juger ce travail ; qu'elle trouve ici l'expression de nos sincères remerciements.

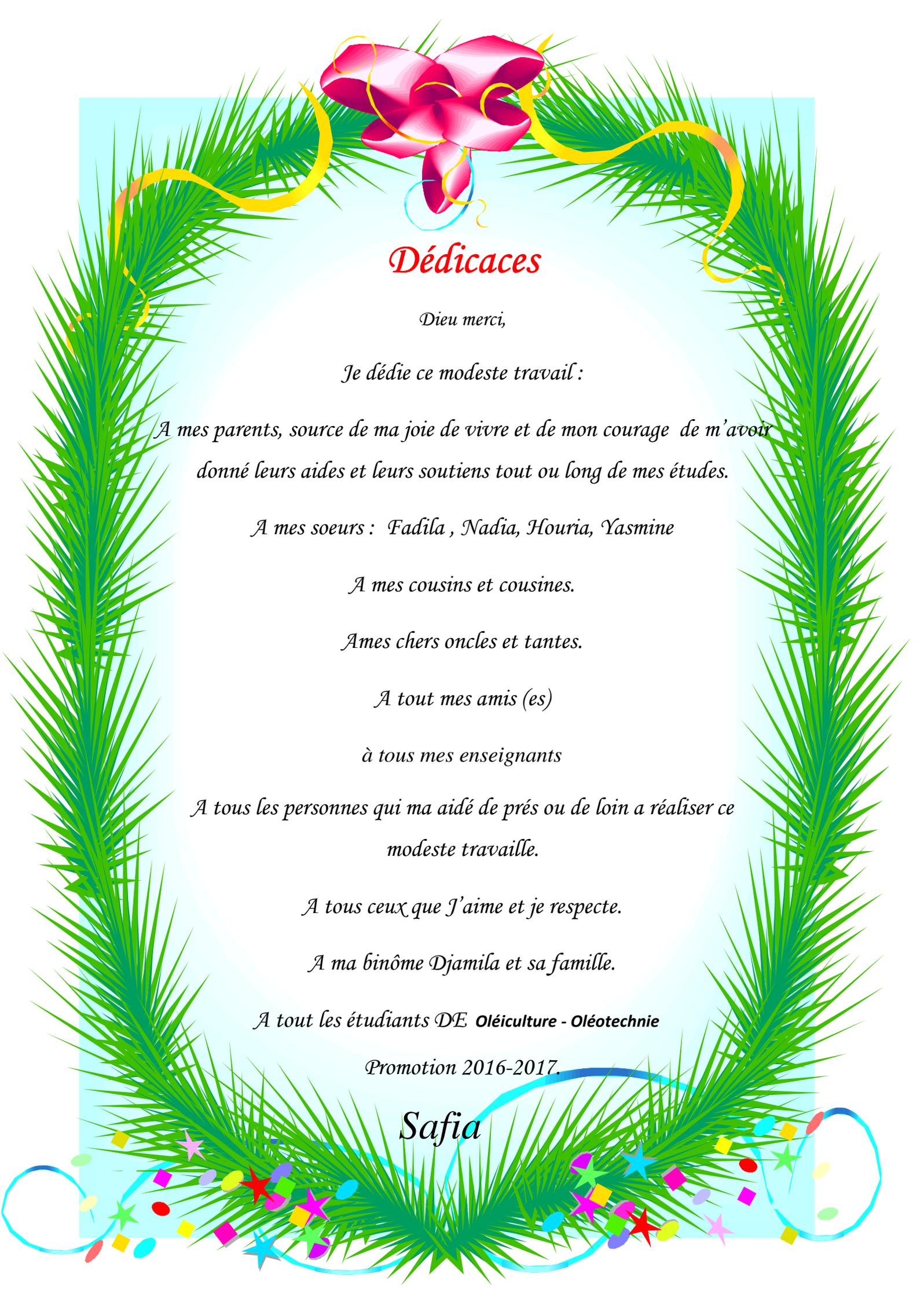
Que nos familles, trouvent ici toute notre gratitude pour leurs encouragements opiniâtres à persévérer dans le travail, et pour leur soutien infailible qui nous a permis de finaliser ce mémoire.

Nous tenons également à remercier :

- 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).*

Nos vifs remerciements vont également à toutes les personnes, qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.





Dédicaces

Dieu merci,

Je dédie ce modeste travail :

*A mes parents, source de ma joie de vivre et de mon courage de m'avoir
donné leurs aides et leurs soutiens tout ou long de mes études.*

A mes soeurs : Fadila , Nadia, Houria, Yasmine

A mes cousins et cousines.

A mes chers oncles et tantes.

A tout mes amis (es)

à tous mes enseignants

*A tous les personnes qui ma aidé de près ou de loin a réaliser ce
modeste travaille.*

A tous ceux que J'aime et je respecte.

A ma binôme Djamila et sa famille.

A tout les étudiants DE Oléiculture - Oléotechnie

Promotion 2016-2017.

Safia



DEDICACES

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir aidé à réaliser ce modeste travail.

A ma chère mère et à la mémoire de mon père

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

*A mes chers frères **Arezki** et **Merzouk**.*

*A mes chères sœurs (**Fatiha, Sadia, Fatima, Djegdjiga, Wardia**).*

*A mes cousins (**Sofian, Massinissa, kamel, houcin**).*

A mes oncles et tantes et leurs familles

Qu'elles trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.

*A mes amies (**Hayat, Nedjma, Yamina et Safia**)*

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

*A mes professeurs et toute ma promotion, Master oléiculture et oléotechnie promotion **2015-2017**, je vous souhaite beaucoup de réussite dans vos vies.*

Zabda



Sommaire

Introduction	1
Chapitre I: Synthèse bibliographique	
I.1. Généralité sur l'olivier	4
I.1.1. Classification de l'olivier	4
I.1.2. Importance de la culture de l'olivier dans le monde	5
I.1.2.1. Production et consommation mondiale de l'huile d'olive	5
I.1.2.2. L'oléiculture en Algérie	6
I.1.2.3. L'oléiculture dans la wilaya de Tizi-Ouzou	6
I.1.3. L'olive et l'huile d'olive	7
I.1.3.1. Le fruit (l'olive)	7
I.1.3.1.1. La maturation du fruit	8
I.1.3.1.2. Récolte des olives	8
I.1.3.2. L'huile d'olive	9
I.1.3.2.1. Les différents modes d'extraction de l'huile d'olive	10
I.1.3.2.2. Définition et classification des huiles d'olive	10
I.1.3.2.3. La composition chimique de l'huile d'olive	11
I.1.3.2.3.1. Fraction saponifiable	11
I.1.3.2.3.2. Fraction insaponifiable	12
I.1.4. Les critères de qualité de l'huile d'olive	15
I.2. Présentation du blé	16
I.2.1. Position systématique du blé	17
I.2.2. Propriétés des deux variétés du blé	17
I.2.2.1. Propriétés du blé dur	17
I.2.2.2. Propriétés du blé tendre	18
I.2.3. Les valeurs nutritionnelles du blé	18
I.2.4. Utilisation du blé	20
I.2.5. Les insectes ravageurs des céréales	20
I.2.5.1. Les pertes causées par les insectes	22
I.2.5.1.1. Perte de poids	21
I.2.5.1.2. Perte de qualité et de valeur marchande	21
I.2.5.1.3. Formation de moisissures en milieu mal ventilé	21

I.2.5.1.4. Diminution de la faculté de germination des semences.....	21
I.2.5.1.5. Perte de valeur nutritive.....	21
I.3. Généralités sur les insectes ravageurs étudiés.....	22
I.3.1. Le petit capucin des grains <i>Rhyzopertha dominica</i>	22
I.3.1.1. Origine et répartition géographique.....	22
I.3.1.2. Position Systématique de l'insecte	23
I.3.1.3. Description morphologique des différents stades de développement.....	23
I.3.1.4. Biologie et cycle	24
I.3.1.5. Dégâts	29
I.3.1.6. Ennemis naturels.....	26
I.3.2. Le charançon de riz (<i>Sitophilus oryzae</i>).....	26
I.3.2.1. Origine et répartition géographique.....	26
I.3.2.2. La position systématique de <i>Sitophilus oryzae</i>	27
I.3.2.3. Description des différents états de l'insecte	27
I.3.2.4. Biologie et cycle	27
I.3.2.5. Dégâts	29
I.3.2.6. Ennemis naturels.....	29
Chapitre II: Matériels et méthodes	
II.1. Matériels.....	30
II.1.1. Matériels du laboratoire	30
II.1.2. Matériel végétal	31
II.1.2.1. L'olivier (Variété Chemlal).....	31
II.1.2.2. Le blé dur	32
II.1.3. Matériel animal.....	32
II.2. Méthodes	33
II.2.1. Récolte des olives	33
II.2.2. Détermination de l'indice de maturité	34
II.2.3. Extraction de l'huile d'olive	36
II.2.4. Les caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive étudiées	37
II.2.4.1. Les caractéristiques physiques	37
II.2.4.1.1. Teneur en eau	37
II.2.4.2. Les caractéristiques biochimiques.....	38
II.2.4.2.1. L'Acidité	38

II.2.4.2.2. Indice de peroxyde.....	38
II.2.4.2.3. Determination de la teneur en composés phénoliques.....	38
II.2.4.2.4. Analyse des esters méthyliques d'acide gras	43
II.2.5.Elevage de masse des insectes.....	40
II.2.6.Tests biologiques	41
II.2.6.1. Dispositif expérimental des tests par contact	41
II.2.6.2. Paramètres biologiques étudiés	42
II.2.6.2.1. Longévité (taux de mortalité)	42
II.2.6.2.2. Paramètres agronomiques étudiés	42
II.2.6.2.2.1. Perte en poids des grains de blé.....	42
II.2.6.2.2.1. Faculté germinative des grains de blé.....	42
II.2.7. Analyse statistique des données.....	4
Chapitre III: Résultats et Discussion	
III.1. Analyses physico-chimiques des huit huiles d'olive testées	44
III.1.1. Résultats des analyses physico-chimiques	44
III.1.1.1. Détermination de l'indice de maturité	44
III.1.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive	46
III.1.2. Discussion	53
III.1.2. 1. Indice de maturation.....	53
III.1.2. 2. Analyses physico-chimiques des huiles d'olive.....	54
III.2. Tests par contact.....	58
III.2.1. Résultats des tests par contact	58
III.2.1.1. Effet des huit huiles d'olive sur la longévité de R. dominica	58
III.2.1. 2. Effet des huit huiles d'olive sur la longévité de S. oryzae.....	60
III.2.2. Discussion	63
III.3. Effet des huit huiles d'olive sur les caractéristiques des grains de blé dur	66
III.3.1. Effet des huiles d'olive sur le poids des grains de blé dur.....	66
III.3.2. Effet des huit huiles d'olive sur la faculté germinative des graines de blé dur....	68
III.3.3. Discussion	70
III.3.3.1. Effet des huiles d'olive sur le poids des grains de blé dur	70
III.3.3.2. Effet des huiles d'olive sur la faculté germinative des grains de blé dur.....	70

Conclusion..... 71

Références bibliographique

Annexes

La listes des Abréviations

°C : Degré Celsius.

C.O.I : Conseil Oléicole International.

DRDPA : Direction de la Régulation De la Production Agricole.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

DSA : Direction des Services Agricoles.

DSASI : Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information.

g : gramme.

Ha: Hectares.

hl : Hectolitre

I.T.A.F.V : Institue Technique d'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

IM : Indice de Maturité.

Kg : kilogramme.

L : Acide linoléique.

m : mètre.

Méq : Milliéquivalent.

mg : milligramme.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

MS : Matière Sèche.

O : acide Oléique.

O : Oxygène.

P : acide Palmitique.

Ppm : Partie par million.

S : acide Stéarique.

UE : Union Européen.

USA : ETAS-UNIS d'Amérique.

Ces abréviations représentent les huit huiles d'olive testées :

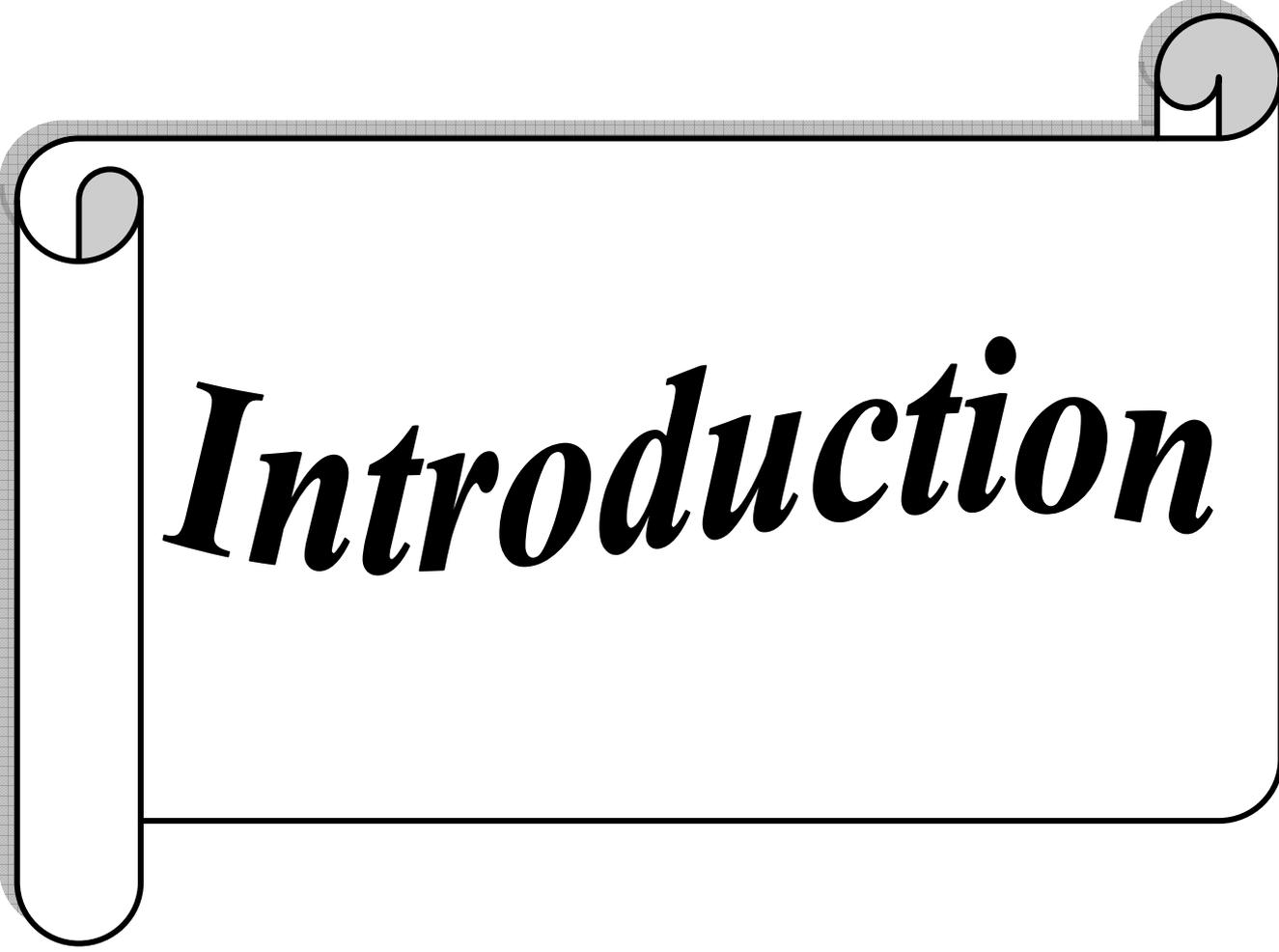
1. **MTA** : huile d'olive issue des olives de la région de **Maâtkas** récoltées au stade de maturité **Tournant** et cueillies sur **Arbre**.
2. **MNA** : huile d'olive issue des olives de la région de **Maâtkas** récoltées au stade de maturité **Noir** et cueillies sur **Arbre**.
3. **MTS** : huile d'olive issue des olives de la région de **Maâtkas** récoltées au stade de maturité **Tournant** et ramassées sur le **Sol**.
4. **MNS** : huile d'olive issue des olives de la région de **Maâtkas** récoltées au stade de maturité **Noir** et ramassées sur le **Sol**.

5. **STA** : huile d'olive issue des olives de la région de **Sidi Ali Bouneb** récoltées au stade de maturité **Tournant** et cueillies sur **Arbre**.
6. **SNA** : huile d'olive issue des olives de la région de **Sidi Ali Bouneb** récoltées au stade de maturité **Noir** et cueillies sur **Arbre**.
7. **STS** : huile d'olive issue des olives de la région de **Sidi Ali Bouneb** récoltées au stade de maturité **Tournant** et ramassées sur le **Sol**.
8. **SNS** : huile d'olive issue des olives de la région de **Sidi Ali Bouneb** récoltées au stade de maturité **Noir** et ramassées sur le **Sol**.

Liste des Figures	Pages
Figure 1 : Le fruit de l'olivier : l'olive (Villa, 2006).	07
Figure 2 : Structure d'un épi de blé (Anonyme, 2009).	16
Figure 3 : Anatomie du grain de blé (Anonyme, 2007).	16
Figure 4 : Utilisations industrielles du blé (Abecassis, 2015).	20
Figure 5 : Adulte de <i>Rhyzopertha dominica</i> (G ×45) (photo originale, 2017).	23
Figure 6 : Cycle de développement de <i>R. dominica</i> (G×45) (photos originales, 2017).	25
Figure 7 : Dégâts des adultes de <i>R. dominica</i> sur les grains de blé dur (photos originales, 2017).	25
Figure 8 :Adulte de <i>Lariophagus distinguendus</i> ectoparasite des larves âgées de <i>R. dominica</i> et d'autres coléoptères (G ×45) (Originale, 2017).	26
Figure 9 : <i>Sitophilus oryzae</i> (Photo originale, 2017).	27
Figure 10 :Cycle de développement du <i>S. oryzae</i> (L.), a : trou de ponte bouché avec du mucus sécrété par la femelle, b : une partie du grain de blé dur (G ×45) (Photo Originale, 2017).	28
Figure 11 : Les dégâts occasionnés par les adultes de <i>S. oryzae</i> sur les grains de blé dur (Photos originales, 2017).	29
Figure 12 : Matériels utilisés au laboratoire, (a) : étuve réfrigérée, (b) : différents accessoires c) : Balance, d) : loupe binoculaire (photo originales, 2017).	30 31
Figure 13 : Rameaux fruitiers de la variété Chemlal (photo originale, 2016).	31
Figure 14 : Grains de blé dur <i>T. durum</i> (photo originale, 2016).	32
Figure 15 : Les insectes ravageurs des grains stockés: a) : <i>R. dominca</i> , b) : <i>S. oryzea</i> (photo originale, 2017).	32
Figure 16 : verger oléicole (variété Chemlal) du village Ait Zaim (Maâtkas).	33
Figure 17 : Le verger de la région de Sidi Ali Bouneb (photo originale, 2016).	34
Figure 18 : Détermination de l'indice de maturité (ITAF ,2016).	35
Figure 19 : Oléodoseur de l'I.T.A.F.de Bejaia (photo originale, 2016).	36
Figure 20 : les huit huiles d'olive extraites de la variété Chemlal avec différents modes de récolte et stades de maturité de deux régions (Maâtkas et Sidi Ali Bouneb).	37
Figure 21 : Elevages de masses de <i>R. dominica</i> et <i>S. oryzae</i> (laboratoire d'entomologie appliquée II, mars 2016).	41
Figure 22 : Dispositif expérimental des tests par contact (laboratoire d'entomologie appliquée II, mars 2016).	41
Figure 23 : La mise en germination des grains de blé dur (photo originale, 2017)	42

Figure 24 : Teneurs en composés phénoliques des échantillons d'huile d'olive analysés.	49
Figure 25a : Chromatogrammes de la composition en acide gras des quatre huiles d'olive de la région de Maâtkas.	51
Figure 25b : Chromatogrammes de la composition en acide gras des quatre huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb.	52
Figure 26 : Taux moyen de mortalité chez <i>R. dominica</i> avec les huiles d'olive de la région de Maâtkas.	.59
Figure 27 : Taux moyen de mortalité chez <i>R. dominica</i> avec les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb.	60
Figure 28 : Taux moyens de mortalité chez <i>S. oryzae</i> avec les huiles d'olive de la région de Maâtkas.	62
Figure 29 : Taux moyens de mortalité chez <i>S. oryzae</i> avec des huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb.	62
Figure 30 : Poids des graines de blé dur (en g/25g) infestés par <i>R. dominica</i> et traités avec les huiles d'olive des deux régions : Maâtkas et Sidi Ali Bouneb.	67
Figure 31 : Poids des graines de blé dur (en g/25g) infestés par <i>S. oryzae</i> et traités avec les huiles d'olive des deux régions : Maâtkas et Sidi Ali Bouneb.	67
Figure 32 : Nombre de grains de blé dur germés, infestés par <i>R. dominica</i> et traités avec les huiles d'olive des deux régions : Maâtkas et Sidi Ali Bouneb.	69
Figure 33 : Nombre de grains de blé dur germés, infestés par <i>S. oryzae</i> et traités avec les huiles d'olive des deux régions : Maâtkas et Sidi Ali Bouneb.	69

Liste des Tableaux	Pages
Tableau 1 : Chiffres clés du marché mondial de l'huile d'olive (C.O.I, 2016).	05
Tableau 2 : Production d'olives et de l'huile d'olive dans la wilaya de Tizi-ouzou (DSA, 2016).	06
Tableau 3 : Composition chimique des différentes fractions de l'olive (% MS) (Ryan et al., 1998).	08
Tableau 4 : Composition en acide gras d'une huile d'olive (Veillet, 2010).	12
Tableau 5 : Différences entre un blé tendre et un blé dur (Aidani, 2015).	18
Tableau 6 : Tableau comparatif des valeurs nutritives du blé tendre et du blé dur (Aidani, 2015).	18
Tableau 7 : Valeur nutritionnelle de 100 g de la partie comestible du grain de blé (Bornet, 1992 ; Cheftel et Cheftel, 1992).	19
Tableau 8 : Données concernant les huiles utilisées dans les tests.	34
Tableau 9 : Classification des olives selon la coloration du péricarpe et du mésocarpe (Anonyme 5, 2011).	35
Tableau 10 : conditions opératoires pour l'analyse des esters méthyliques des huiles.	40
Tableau 11 : Données relatives à l'indice de maturation des olives récoltées.	44
Tableau 12 : Teneurs en eau et en matières volatiles des échantillons d'huile d'olive analysés selon la région, le stade de maturité et la cueillette.	45
Tableau 13 : Taux d'acidité des huiles d'olive analysées.	46
Tableau 14 : Classification commerciale des huiles d'olive étudiées, selon la norme C.O.I. (2015).	47
Tableau 15 : Valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles analysées.	47
Tableau 16 : Composition en acides gras des huit huiles d'olive des deux régions en (%)	50



Introduction

Introduction

L'oléiculture, fortement implantée en méditerranée, nécessite une attention particulière de par son rôle social, patrimonial, environnemental et économique dans les zones rurales. Cette oléiculture fonde le paysage et la culture même des populations de certaines régions productrices comme la petite et la grande Kabylie (Hadjou et *al.*, 2013).

L'huile d'olive est un produit intéressant d'un point de vue nutritionnel, en effet, elle est largement insaturée et contient une petite partie d'acides gras essentiels. Elle présente aussi un intérêt thérapeutique, à cause de sa grande richesse en composés phénoliques, qui lui confère une forte capacité antioxydante qui pourrait prévenir ou ralentir l'apparition de certaines maladies dégénératives ainsi que les maladies cardiovasculaires (Veillet, 2010).

Selon la norme du Conseil Oléicole international (2011), la qualité de l'huile d'olive est un ensemble de caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques permettant le classement des huiles en différentes catégories.

Cette qualité est influencée par plusieurs facteurs, tels que les techniques culturales, l'apport hydrique, la période de récolte, les techniques d'extraction et les conditions du stockage (Pinatel et *al.*, 2004). Tous ces paramètres nécessitent une étude et une maîtrise approfondies afin d'aboutir à une huile de bonne qualité.

Et selon Tanouti et *al.* (2011), l'auto-oxydation de l'huile d'olive dépendrait de plusieurs facteurs, tel que le degré d'insaturation de l'huile, la présence d'acides gras libres, de traces d'eau, d'ions métalliques et de l'exposition à la chaleur et à la lumière du jour.

Les céréales et les légumineuses constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Malheureusement, elles subissent de grandes pertes durant le stockage (Talamali, 2000). La production céréalière en Algérie est fortement dépendante des conditions climatiques. Durant la campagne 2008/2009, elle a enregistré un rendement important avec un taux de 61,2 millions de quintaux, mais elle a reculé de 30 % lors de la campagne 2013/2014 (Anonyme 1, 2015).

Les produits stockés sont généralement attaqués par des insectes, des champignons et des rongeurs. Les pertes dues aux insectes sont considérables dans les pays où les techniques modernes de stockage ne sont pas encore introduites. A l'échelle nationale, leurs dégâts sont à redouter car le climat algérien est favorable à leur prolifération (Kellouche, 1979). Les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de coléoptères, lépidoptères et acariens (Alzouma et *al.*, 1994; Fleurat-Lessard, 1994). Parmi les coléoptères, figurent le petit capucin des grains *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera : Bostrychidae) et le charançon de riz *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *R. dominica* (F.) est un insecte ravageur primaire des denrées stockées (Hussein et *al.*, 2013), il est essentiellement adapté

Introduction

aux graines de graminées (blé, orge, riz, maïs, petit mil, sorgho) où il se trouve associé à *S.oryzae* (L.) et à d'autres espèces déprédatrices des grains (Lepeseme, 1944).

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, qui nécessite une lutte contre les insectes ravageurs des graines stockées. Deux méthodes de lutte contre ces insectes nuisibles 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 consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, des installations de manutention et des machines de récolte. Il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2005).

En outre, la lutte curative devient nécessaire si la contamination est établie, elle comprend les luttes : chimiques, physiques et biologiques. En raison de l'efficacité et l'application facile et pratique des insecticides chimiques, leur utilisation 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.

Les techniques traditionnelles et les extraits de plantes sont utilisées depuis des siècles pour la protection contre les infestations multiples (Philogene et *al.*, 2008). Les recherches récentes ont montré que les extraits végétaux présentent plusieurs propriétés leur permettant de s'inscrire dans les stratégies alternatives visant à limiter l'emploi des pesticides organiques de synthèse dans l'agriculture (Renault-Roger, 2011 in Derrdji-Heffaf, 2013). Les biopesticides sont considérés comme des produits à faible répercussion écologique et ils sont entièrement biodégradables (Glitho et *al.*, 2008). L'huile d'olive est également utilisée comme un moyen de conservation des denrées stockées contre les insectes ravageurs, chez nos mères et nos grands-mères. En effet, Kellouche et *al.*(2004) ont montré son efficacité contre la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae).

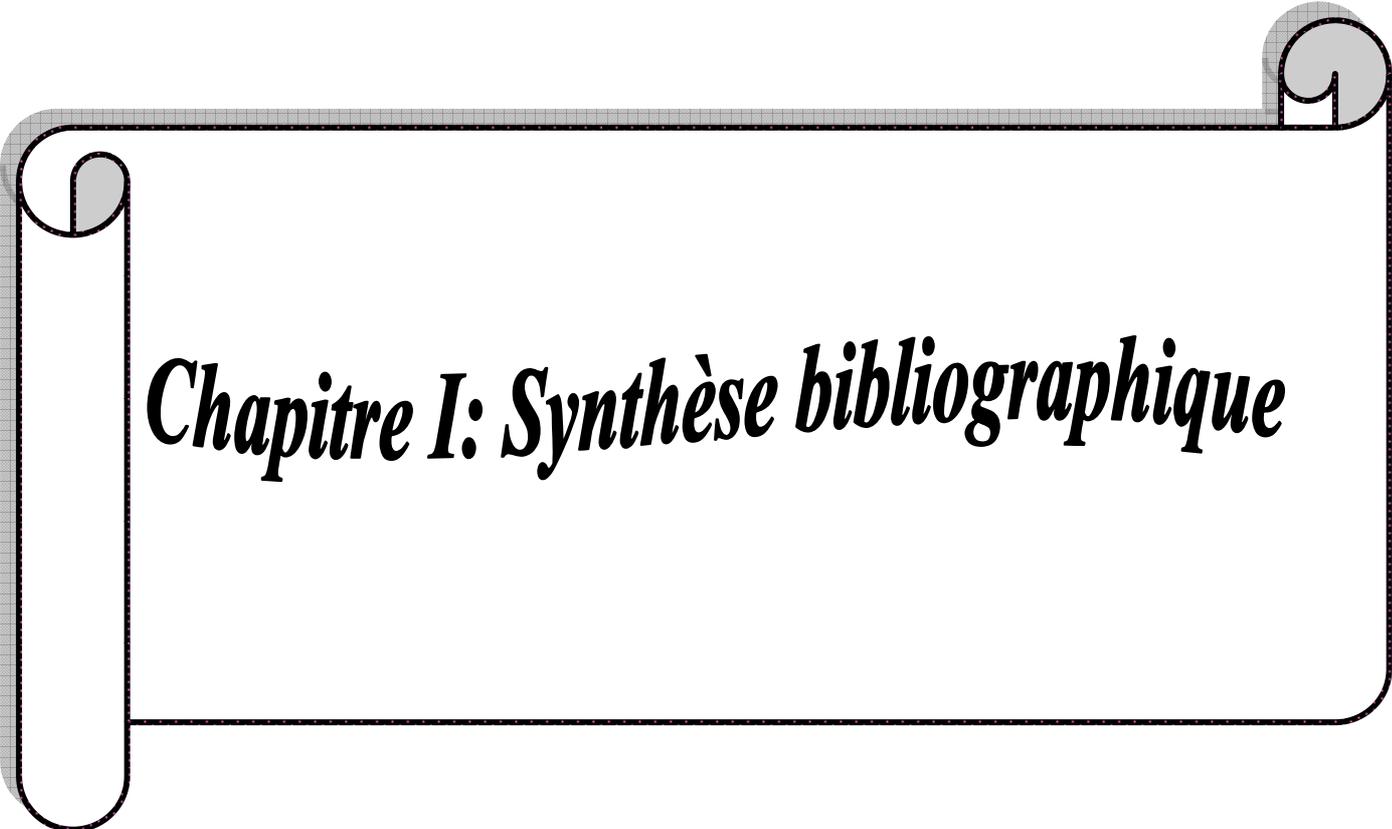
C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail dont l'objectif est de caractériser les huiles d'olive de la variété Chemlal de deux régions (Maâtkas et Sidi Ali Bounab), où nous avons échantillonné huit huiles d'olive réparties sur deux modes de récolte (olives cueillies sur arbre et olives ramassées au sol) et deux stades de maturité (stade tournant et stade noir). D'autre part, nous avons utilisé ces huiles dans des tests par contact à l'égard de *R. dominica*

Introduction

et *S. oryzae*. Nous avons également étudié l'effet de ces traitements sur la faculté germinative et les pertes en poids des grains de blé dur *Triticum durum*.

Cette étude est organisée en trois chapitres :

- le premier chapitre comporte des données bibliographiques sur l'olivier, l'huile d'olive, *R. dominica*, *S. oryzae* et sur le blé dur *T. durum*.
- les matériels et méthodes utilisés sont présentés dans le second chapitre.
- le troisième chapitre porte sur les résultats obtenus et la discussion.



Chapitre I: Synthèse bibliographique

I.1. Généralités sur l'olivier

L'olivier et l'huile d'olive font une partie de l'histoire du bassin méditerranéen et sont retrouvés au fil des siècles à travers différents mythes et croyances (Besnard et Berville, 2005).

Sa domestication aurait débuté environs 6000 ans à l'est de la méditerranée (Galili et al., 1997). Il est cultivé pour son fruit, l'olive qui est une drupe à mésocarpe charnu qui reforme 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'autres olives sont destinées à l'huilerie de façon à extraire leurs huiles. Ces huiles très recherchées sont obtenue uniquement par des procédés mécaniques ou physiques (Loussert et Brousse, 1978).

L'huile d'olive est caractérisée d'une part par sa composition en acides gras, d'autre part par la présence des composés mineurs notamment par des teneurs non négligeables d'antioxydants. La consommation de l'acide oléique a en effet un indiscutable intérêt dans la médecine préventive. Les substances mineures de l'huile d'olive sont suffisantes pour lui conférer des propriétés particulièrement importantes, notamment dans son usage thérapeutique (Jacotot, 1997).

I.1.1. Classification de l'olivier

Selon Amouretti et Gomet (1999), l'olivier est classé dans la famille des oléacées qui comporte 25 genres. L'espèce cultivée dans le monde méditerranéen est *Olea europaea* dont on retrouve l'olivier sauvage (*Olea europaea* L. sub sp. *Oleaster*) et l'olivier cultivé (*Olea europaea* L. sub sp. *europaea*).

Cronquist (1981) classe l'olivier 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.

I.1.2. Importance de la culture de l'olivier dans le monde

Sur le plan international, le secteur oléicole a fait l'objet d'un intérêt croissant dû à l'expansion du commerce international de l'huile d'olive, cette dernière qui fait le succès de diététiciens pour une alimentation plus saine.

Selon le Conseil oléicole international (2016), l'union européenne est le leader de la production à l'échelle mondiale, et à l'échelle communautaire y compris : l'Espagne, l'Italie et la Grèce.

I.1.2.1. Production et consommation mondiale de l'huile d'olive

La production mondiale de l'huile d'olive est estimée en 2015 à 2 988 500 tonnes, et sa consommation est de 2 989 000 tonnes.

Les dix premiers pays producteurs sont situés dans la zone méditerranéenne et fournissent 95% de la production mondiale. L'Espagne est le premier pays oléicole. Sa production moyenne d'huile d'olive a augmenté au cours des dernières années et sa production en 2015 est estimée à 1 300 000 tonnes d'huile d'olive (C.O.I., 2016). Le tableau 1 représente les chiffres clés de la production et de la consommation mondiale de l'huile d'olive (C.O.I., 2016).

Tableau 1. Chiffres clés du marché mondial de l'huile d'olive (C.O.I., 2016).

Pays	Production (x 1000 T)	Consommation (x 1000 T)
Algérie	73,5	72,5
Albanie	10,5	12,0
Argentine	25,0	6,0
Australie	18,0	37,5
Brésil	-	66,5
Canada	-	38,5
U.E	2 049,9	1615,0
Maroc	130,0	120,0
Egypte	25,0	23,0
Etats-Unis	14,0	308,0
Iran	6,5	13,0
Israël	14,0	20,0
Japon	-	60,0
Jordanie	29,0	23,0
Liban	20,0	18,0
Libye	18,0	15,0
Syrie	215,0	170,5
Tunisie	140,0	35,0
Turquie	143,0	124,0
Autre pays	57,5	211,5
Total	2 988,5	2 989,0

I.1.2.2. L'oléiculture en Algérie

La superficie du verger oléicole au cours de la campagne 2015/2016, selon les chiffres de la DRDPA (MADRP), s'élève à 471 657 ha. Il est à signaler que 75 % de cette superficie a été réalisée à travers 15 wilayas oléicoles. Il s'agit des vergers extensifs occupant les zones de montagne à forte déclivité, ce qui rend difficile l'entretien des arbres et la modernisation de la filière. Des vergers intensifs existent en zones de plaines où les possibilités d'entretien des arbres et la mécanisation sont favorables (MADR, 2014).

La production nationale en olives, en 2015 a été estimée à 6 538 940 Qx dont 2 334 626 Qx destinés pour l'olive de table et 4 204 314 Qx pour la production d'huile, avec une production d'une quantité de 746 780 hectolitres (DRDPA, MADRP, 2016).

I.1.2.3. L'oléiculture dans la wilaya de Tizi-Ouzou

D'après les statistiques recueillies de la Direction des Services Agricoles (DSA, 2016) de la wilaya de Tizi-Ouzou, nous constatons une augmentation en matière d'exploitation des surfaces destinées à la plantation des oliviers, ainsi que la production de l'huile d'olive (Tableau 2).

Tableau 2. Production d'olives et de l'huile d'olive dans la wilaya de Tizi-ouzou (DSA, 2016).

Compagne	Superficie Totale (ha)	Superficie en rapport (ha)	Production d'olive (qx)	Rendement d'olive (qx/ha)	Production d'huile (hl)	Rendement d'huile (l/ql d'olives)
2013/2014	34 315	28 621	288 000	10	49 000	17
2014/2015	35 176	29 405	382 457	13	75 862	20
2015/2016	35 912	30 295	534 642	18	102 710	19

La totalité de la production est destinée à la production de l'huile d'olive. La variété Chemlal est la plus dominante pour la production de l'huile d'olive.

La production et le rendement sont très fluctuants d'une année à une autre à cause du phénomène de l'alternance aggravé par l'absence de l'entretien et les mauvaises conditions climatiques (D.S.A., 2016).

I.1.3. L'olive et l'huile d'olive

I.1.3.1. Le fruit (l'olive)

Selon Loussert et Brousse (1978), le fruit est une drupe à mésocarpe charnu, riche en lipides. Sa forme est ovoïde ou ellipsoïde. Ses dimensions sont très variables suivant les variétés. Le fruit est constitué de : l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.

Le fruit est utilisé à deux fins : extraction de l'huile ou consommation du fruit entier (Argenson *et al.*, 1999).

La figure ci-dessous représente la structure de l'olive et la répartition de ses composés physiques.

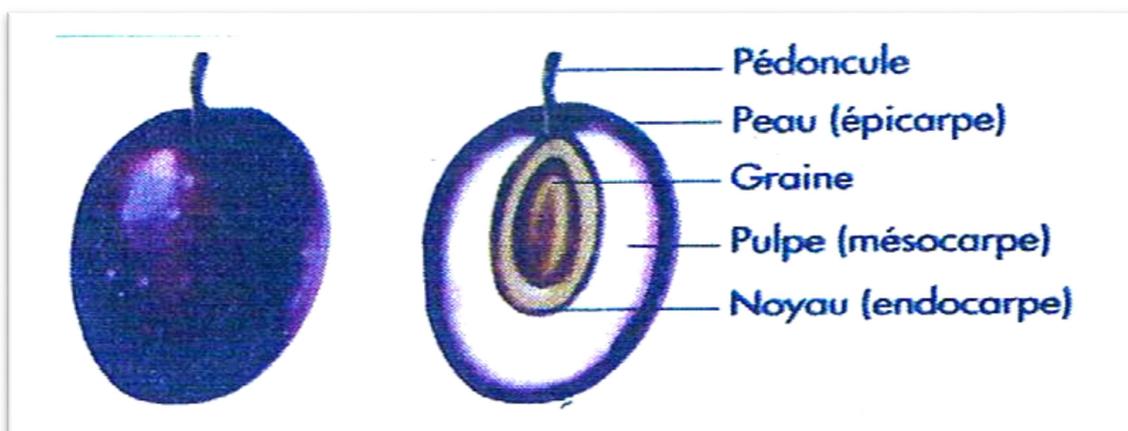


Figure 1. Le fruit de l'olivier : l'olive (Villa, 2006).

Au cours de la maturité des olives, on assiste à des changements de taille, composition, couleur, texture, goût et sensibilité vis-à-vis des pathogènes. Le développement et la maturité des olives sont une combinaison d'événements biochimiques et physiologiques qui se produisent sous le contrôle génétique et les conditions environnementales (Conde *et al.*, 2008).

Récoltée à maturité complète (stade noir), une olive renferme en plus de l'eau diverses substances organiques : sucres, protéines, pigments, acides organiques, vitamines, composés phénoliques, ainsi que l'huile (Zarrouk *et al.*, 1996 ; Ajana *et al.*, 1999). L'olive est également riche en substances inorganiques dont fondamentalement le potassium, suivi du calcium, du magnésium et du phosphore, ...etc. (Balatsouras, 1997)(Tableau 3).

Tableau 3. Composition chimique des différentes fractions de l'olive (% MS) (Ryan et *al.*, 1998).

Fractions	Mésocarpe %	Endocarpe %	Epicarpe %
Composés			
Eau	50-60	9,3	30
Triglycérides (huile)	15-30	0,7	27,3
Glucides (sucre)	2-5	3-4	10,3
Cellulose	3-7,5	41	26,6
Sels minéraux	3-6	38	1,9
Composés phénoliques	1-2	4,1	1,5
Matière azotée	2-2,5	0,1	0,5-1
Autres composés (acides organiques, tanins, pigments...)	/	3,4	2,4

I.1.3.1.1. La maturation de fruit

L'olive tout d'abord verte, passe par une couleur violacée, c'est « l'olive tournante », puis devient noire à maturité (Breton et Berville, 2012). C'est la phase durant laquelle le fruit s'enrichit en huile. La période de maturation dépend de la variété et des conditions climatiques locales. C'est au cours de cette période de maturation que le fruit acquiert toutes ses qualités diététiques et organoleptiques (Loussert et Brousse, 1978).

La maturation débute vers la mi-octobre, quand le fruit commence à changer de couleur (véraison), et se poursuit jusqu'à mi-novembre ou janvier selon les cultivars et les conditions climatiques locales (Argenson et *al.*, 1999).

I.1.3.1.2. Récolte des olives

C'est l'opération qui convient le mieux pour obtenir la meilleure qualité de l'huile vierge, car les olives sont cueillies sélectivement selon leur degré de maturité. C'est une méthode coûteuse en main-d'œuvre (Ouaouich et Chimi, 2007) et exige l'utilisation des paniers, des échelles pour les olives hautement placées et des filets sous les arbres (Ouksili, 1983 cité par Debit et Kermane, 2011). L'huile obtenue des olives cueillies par cette méthode est marquée de bonne qualité (Digiovacchino, 1997).

Cette opération peut se faire par deux méthodes :

- a) **la récolte manuelle** : c'est la plus ancienne, qu'elle soit réalisée par chute naturelle du fruit, à la main ou encore avec simple instrument de gaulage.
- b) **la récolte mécanique** : elle fait appel à des machines (vibreurs de troncs...etc.) auxquels il faut faire adapter les vergers (terrains et densité de plantation) (Civantos et Lopez- Villata, 1997).

I.1.3.2. L'huile d'olive

I.1.3.2.1. Les différents modes d'extraction de l'huile d'olive

D'après Loussert et Brousse (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 utilise des presses métalliques à vis ou, le cas échéant, des presses hydrauliques. La pâte issue du broyage est empilée sur des scourtins, à raison de 5 à 10 kg par scourtin. L'application de la pression sur la charge des scourtins doit être réalisée de manière progressive. L'opération de pressage dure au moins 45 minutes. Les scourtins doivent être lavés, selon la norme internationale en vigueur et à raison d'une fois par semaine pour éviter l'augmentation de l'acidité de l'huile (annexe 1).

Les avantages et les inconvénients de ce système sont :

- les opérations de broyage et de pressage de la pâte des olives, conduites en plein air, peuvent entraîner l'altération des huiles. En effet, l'auto- oxydation de l'huile, déclenchée par la présence de l'air, provoque la dégradation des acides gras insaturés et par conséquent la formation des hydroperoxydes qui peuvent se décomposer et donner lieu à des produits volatils conduisant à un état de rancissement oxydatif de l'huile.
- Un autre inconvénient de ce système est qu'il génère des quantités importantes de margines (60 à 70 l / Kg d'olives). Ces margines posent un sérieux problème de pollution de l'environnement.

Ce système d'extraction par presse permet l'obtention d'une huile non piquante et riche en polyphénols (Chimi, 2006).

- **la séparation par centrifugation (système continu)**

La pâte une fois malaxée est modérément fluidifiée avec de l'eau tiède, et 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).

– système d'extraction continue avec centrifugation à trois phases

Les trois phases sont : huile, margines et grignons. L'introduction de ces installations "continues" a permis de réduire les coûts de transformation et la durée de stockage des olives avec comme conséquence une production oléicole de moindre acidité (annexes 2). Néanmoins, ce système présente les inconvénients suivants :

- les apports élevés en eau chaude (40 à 60 % du poids de la pâte) font que l'huile extraite se trouve appauvrie en composés aromatiques et en composés phénoliques avec comme conséquence une résistance plus faible à l'oxydation. Ces composés passent partiellement dans les margines. Ce système donne aussi lieu à des grignons à teneur élevée en humidité (45 à 55%) (Chimi, 2006).

– système d'extraction continue avec centrifugation à deux phases

Le procédé technologique d'extraction des huiles d'olive fonctionne avec un nouveau décanteur avec centrifugation à deux phases (huile et grignon) qui ne nécessite pas l'ajout d'eau pour la séparation des phases huileuses et solides contenant le grignon et les margines (annexes 2).

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 riches en polyphénols totaux et en diphénols (Chimi, 2006).

I.1.3.2.2. Définition et classification des huiles d'olive

D'après (Anonyme 1, 2015), l'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) à l'exclusion des réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature. Elle est commercialisée selon les dénominations et définition ci-après : « les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues de fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres 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 :**
 - **l'huile d'olive vierge extra** : c'est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique et au maximum de 0,8 g pour 100 g.
 - **l'huile d'olive vierge** : c'est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2 g pour 100 g.

- **l'huile d'olive vierge courante** : c'est huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 g pour 100 g.

- **Les huiles d'olive vierge non propre à la consommation en l'état :**

Cette huile est dénommée huile d'olive vierge lampante dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 g. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques (Anonyme 1, 2015).

I.1.3.2.3. La composition chimique de l'huile d'olive

L'huile d'olive vierge est un système chimique complexe constitué de plus de 250 composés (Kiritsakis, 1993 ; Angerosa et *al.*, 2004). La composition de l'huile d'olive change selon la variété, les conditions climatiques et géographiques. Les composés peuvent être classés en deux grands groupes :

- les substances saponifiables triglycérides, acide gras (de 96 à 98% de l'huile);
- les substances insaponifiables (de 2 à 4% de l'huile).

I.1.3.2.3.1. Fraction saponifiable

I.1.3.2.3.1.1. Les acides gras

Selon la norme européenne, les acides gras présents dans l'huile d'olive se trouvent sous forme d'ester de glycérol ou sous forme libre. Ce sont des molécules organiques comprenant une chaîne carbonée qui se termine par un groupement carboxyle. Cette chaîne carbonée peut être dépourvue de toute double liaison carbone-carbone, dans ce cas les acides gras sont dits « saturés ». Elle peut également contenir une double liaison (Acides Gras Monoinsaturés (AGM) ou plusieurs doubles liaisons (Acides Gras Poly-insaturés AGPI).

L'acide gras majoritaire est l'acide oléique qui représente à lui seul près de 70% des acides gras. La prédominance de cet acide constitue la principale originalité de l'huile d'olive et lui confère les caractéristiques d'un corps gras mono-insaturé. Dont on trouve aussi l'acide linoléique (oméga 6) et alpha-linolénique (oméga 3). Ces derniers sont dits « essentiels » car ils ne peuvent pas être synthétisés par l'Homme et doivent donc être apportés par l'alimentation.

La composition en acide gras est très variable et dépend de la variété d'olive, la région de production et de l'année de la récolte (influence des conditions environnementales) (Daoudi et Cherif, 1981).

Des normes telles que celles du Codex Alimentarius régulent cependant cette variabilité en plaçant des limites hautes et basses sur les proportions de chacun des acides gras (Veillet, 2010) (Tableau 4).

Tableau 4. Composition en acide gras d'une huile d'olive (Veillet, 2010).

Acide gras	Formule brute	Olivier et <i>al.</i> (2003) (%)	Codex alimentarius (2003) (%)
Acide myristique	C14 :0	Tr	<0.1
Acide palmitique	C16 0	7,5-15,6	7,5-20
Acide palmitoléique	C16 : ln-7	0,3-1.9	0,3-3,5
Acide margarique	C17 :0	<0,3	<0,5
Acide margaroléique	C17 : ln-8	<0,5	<0,6
Acide stéarique	C18 :0	1,4-3,4	0,5-5
Acide oléique	C18 : ln-9	60,9-82,1	55-83
Acide vaccinique	C18 : ln-7	0,7-3,6	-
Acide linoléique	C18 :2n-6	4,5-16,1	3,5-21
Acide linoléique	C18 :3n-3	0,4-1,2	<1.5
Acide arachidonique	C20 :0	0,3-0,5	<0,8
Acide gadoléique	C20 : ln-9	0,2-0,5	-

I.1.3.2.3.1.2. Les triglycérides

Les triglycérides sont les véritables constituants de l'huile d'olive vierge. Ils représentent 97 % de la fraction saponifiable. Ils proviennent de l'estérification des trois fonctions alcools du glycérol par des acides gras. La présence d'une part des différents acides gras et d'autre part des trois possibilités d'estérification sur le glycérol conduit à un grand nombre de combinaisons possibles pour les triglycérides de l'huile d'olive. Les triglycérides sont couramment désignés par trois lettres correspondant aux abréviations des acides gras qui estérifient le glycérol.

Les triglycérides qui se trouvent dans des proportions significatives dans l'huile d'olive sont : OOO (40-59%), POO (12-20%), OOL (12,5-20%), POL (5,5-7%) et SOO (3-7%) (Tiscornia et Fiorina, 1982). Aucune norme ne fixe de limites quant aux proportions de triglycérides présents dans les huiles d'olive vierge.

I.1.3.2.3.2. Fraction insaponifiable

Les substances insaponifiables représentent l'ensemble des constituants (naturels) qui ne réagissent pas avec un hydroxyde alcalin pour donner des savons et qui, après

saponification restent solubles dans des solvants classiques des corps gras (hydrocarbures saturés, éthers diéthyliques, solvants chlorés, etc.).

Ces substances représentent 2% de l'huile et constituent un mélange complexe de composés appartenant à des familles chimiques diverses :

- les hydrocarbures
- les tocophérols (vitamine E).
- les alcools triterpéniques et aliphatiques.
- les stérols.
- les composés phénoliques (antioxydants).
- les chlorophylles et carotène.

L'huile d'olive se caractérise par son parfum délicat et unique. Cet arôme très particulier est dû à toute une gamme de composants présents à très faibles concentrations tels les phospholipides et les cériques (Ollivier et *al.*, 2007).

I.1.3.2.3.2. 1. Les stérols

Les stérols sont des constituants essentiels des membranes cellulaires, on les trouve aussi bien chez les animaux que dans les végétaux. Tous les stérols ont en commun le même noyau (noyau stérol) et ils diffèrent par leur chaîne latérale. Ils sont rencontrés dans l'huile d'olive sous forme libre estérifiée avec les acides gras.

Le béta-sitostérol est le principal stérol (70 à 90 mg/100 g) de l'huile d'olive. En effet, c'est la seule huile végétale qui contient un taux si élevé. Ce composé est connu pour s'opposer à l'absorption intestinale du cholestérol alimentaire (Osland, 2002).

I.1.3.2.3.2. 2. Les composés phénoliques

Si les acides gras représentent la très grande majorité de la composition de l'huile d'olive en terme de masse, les composés mineurs tels que les composés phénoliques jouent un rôle très important dans la caractérisation des huiles et pour leur intérêt nutritionnel (Brenes et *al.*, 2002). Leur teneur varie de 150 à 700 ppm et dépend de divers facteurs tels que la variété, le degré de maturation, la possibilité d'infestation par les insectes ravageurs, le climat...etc. (Perrin, 1992).

Un mélange hétérogène de composés phénoliques est présent dans les olives et dans les huiles, nous citons l'oleuropéine, le ligstroside, les flavonoïdes et les phénols simples tels que l'hydroxytyrosol, le tyrosol, l'acide caféique, l'acide férholique, l'acide μ -coumarique et l'acide vanillique (Veillet, 2010).

I.1.3.2.3.2.3. Les tocophérols

Les tocophérols appelés aussi vitamine E, sont des composés importants de l'huile d'olive. Ils contribuent à la stabilité oxydative et à la qualité nutritionnelle de l'huile. Leurs concentrations varient entre 5 et 300 ppm (Douzane et Bellal, 2005).

Parmi les tocophérols présents dans l'huile d'olive, il existe quatre formes (α , β , γ , δ) (Psoimiadou et *al.*, 2000 ; Heidi Schwartz et *al.*, 2008) dont l' α -tocophérols est le plus dominant avec un pourcentage près de 88% des tocophérols totaux. Cette forme possède la plus forte activité vitaminique (Sherwin, 1976).

I.1.3.2.3.2. 4. Les hydrocarbures

Le squalène est le principal hydrocarbure de l'huile d'olive, c'est un tri-terpène qui apparaît dans la voie de la biosynthèse du cholestérol. Sa présence dans l'huile d'olive est environ 400-450 g (Owenet *al.*, 2000). Outre le squalène, l'huile d'olive contient aussi d'autres hydrocarbures mais en très faible quantité tel le β -carotène (provitamine A) : 0,03 - 0,36 mg/100g (Kiritsakis et Markaris, 1987).

I.1.3.2.3.2.5. Les composés aromatiques

Les composés responsables de l'arôme délicat et unique de l'huile d'olive proviennent du fruit, et sont formés durant le broyage et le malaxage des olives (Salas et *al.*, 2000 ; Angerosa et *al.*, 2001). Ces arômes sont un bon mélange de composés volatils : les aldéhydes saturés, les alcools, les esters et les cétones (Kiritskis, 1998 ; Morales et *al.*, 2005).

Environ cent composés aromatiques sont présents dans l'huile d'olive, avec des proportions qui changent selon la variété d'olive, le climat et la qualité de l'huile (Veillet, 2010).

I.1.3.2.3.2.6. Les pigments

L'huile d'olive contient deux types de pigments : la chlorophylle et le caroténoïde. Les chlorophylles se dégradent en phéophytines et sont responsables de la couleur verte caractéristique de l'huile (Rayan et Kevin, 1998).

Ces pigments contenus dans l'huile sont des paramètres de qualité importants, car ils corrént avec la couleur qui contribue à l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive (Perrin, 1992).

I.1.4. Les critères de qualité de l'huile d'olive

Les spécialistes se réfèrent aujourd'hui à trois critères pour établir la qualité d'une huile : l'acidité, l'indice de peroxyde et la note organoleptique. Les critères chimiques

d'altération des huiles d'olives, ainsi que l'évaluation organoleptique des défauts, permettent de travailler dans une optique de classification, et peuvent être utilisés par les producteurs pour chercher le dysfonctionnement dans leur processus de production. Lorsque ces dysfonctionnements ont été réduits ou éliminés, le producteur qui désire améliorer encore le niveau qualitatif de sa production ne peut plus utiliser ces indicateurs de défectuosité (Lazzeri, 2009).

I.2. Présentation du blé

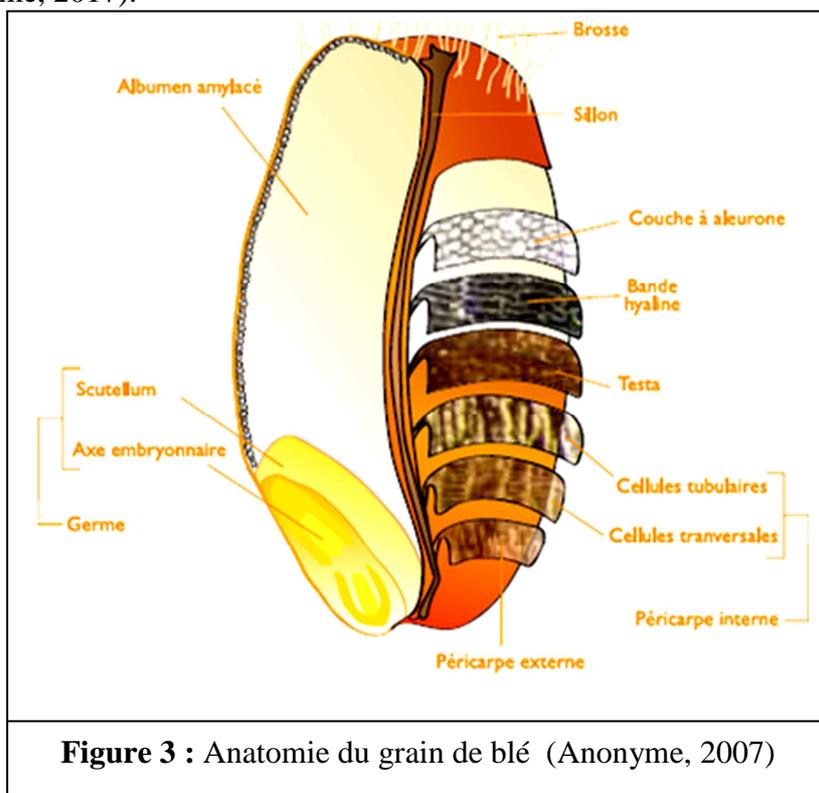
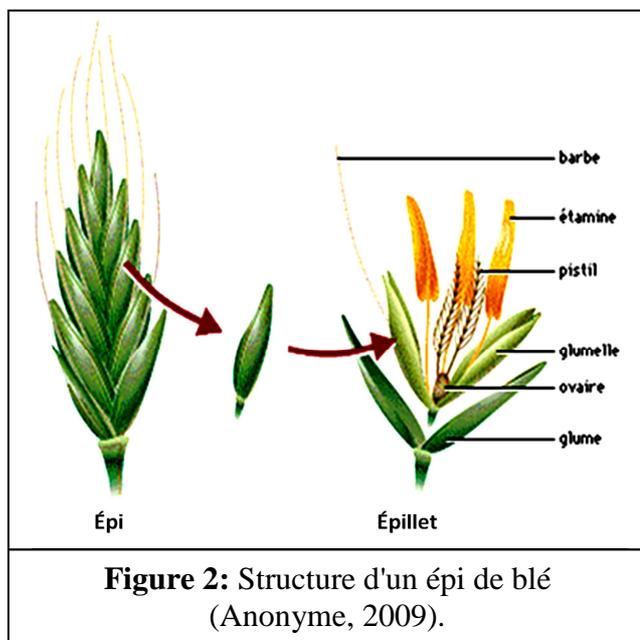
Le blé est une céréale de la famille des graminées, cultivée pour l'alimentation depuis les temps préhistoriques par les peuples des régions tempérées. La culture du blé remontait au néolithique, elle est largement répartie sur tous les continents, mais reste présente principalement en Europe et en Asie (Simon, 1989).

Le blé est une plante annuelle mesurant en moyenne 1,20 m. Les feuilles, qui ressemblent à celles des autres graminées, apparaissent les premières, puis sont suivies par de longues tiges portant des épis terminaux blancs ou roux, comportant de douze à quinze épillets, chacun composé de deux ou trois fleurs fertiles, autogames (c'est-à-dire capables de s'autoféconder) (figure 2).

Le fruit, grain de blé, issu de la fécondation de la fleur, pèse de 35 à 50 mg (Figure 3) (Anonyme, 2009).

Le grain de blé est entouré par les glumes et les glumelles que l'on enlève par simple battage et qui constituent les balles. Il est composé de trois parties principales : les enveloppes (13- 15%), l'amande farineuse ou l'albumen (82-85%) et le germe (3%) (Figure 3) (Moule, 1972 ; Cheftel, 1979 ; Lallemand, 1979 ; Jeantet et *al.*, 2007).

La récolte de blé a lieu à différentes époques de l'année quelque part dans le monde. En mars aux Indes, en mai en Chine, en juillet-août aux USA, Europe, Algérie et Canada, en hiver en Argentine et en Australie (Anonyme, 2017).



En Algérie, l'aire de la culture de blé se situe essentiellement entre l'isohyète 600 mm au nord et 450 mm au sud. Les zones marginales de moins de 400 mm, Saida et Batna, sont bien souvent réservées à la culture de l'orge (Hamza, 1984). Selon une publication anonyme apparue en 1974, citée par Hamza (1984), les cultures des céréales sont constituées par trois grandes zones, aux conditions agro-climatiques distinctes, les plaines du littoral, les zones fertiles des hautes plaines, les versants de la zone sublittorale et les zones de l'ouest.

I.2.1. Position systématique du blé

Présentation de la position systématique du blé (Cronquist, 1981).

Règne	Plantae
Sous- règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermaphytes
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopside (monocotylédones).
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Genre	<i>Triticum</i> L., 1753

Il existe plusieurs espèces de blé qui se distinguent par le nombre de chromosomes de leurs cellules. Elles ont subi des transformations au fil du temps, les faisant passer de l'état de graminées sauvages aux espèces cultivées. Deux principales espèces sont largement cultivées. Le blé tendre (*Triticum aestivum*) utilisé pour le pain et le blé dur (*Triticum durum*) pour les pâtes (Anonyme, 2009).

I.2.2. Propriétés des deux variétés du blé

I.2.2.1. Propriétés du blé dur

Le blé dur, *T. durum*, appelé ainsi en raison de la dureté de son grain, est issu du croisement entre deux espèces ancestrales. Il possède deux fois plus de chromosomes, soit 28 ; il est tétraploïde, avec 4 fois 7 chromosomes (Anonyme, 2009).

Le grain de blé est caractérisé par sa couleur ambrée ou brun rougeâtre, et son aspect glace, par lequel on le qualifie de *Triticum durum*, mais aussi par sa forte concentration en pigments jaunes, qui est deux fois plus élevée par rapport au blé tendre (Sims et Lepage, 1968 ; Boyacioglu et D'apponia, 1994).

I.2.2.2. Propriétés du blé tendre

Le blé tendre, *T. aestivum*, d'origine afghano-indienne, est hexaploïde, avec 6 fois 7 chromosomes, soit trois fois plus que l'espèce originelle (Anonyme, 2009).

Les différences qui existent entre un blé tendre et un blé dur sont résumées dans les tableaux 5 et 6.

Tableau 5. Différences entre un blé tendre et un blé dur (Aidani, 2015).

Caractères	Blé tendre	Blé dur
Aspect Génétique	3 génomes A, B et D $2n = 42 = 3x (2x7)$	2 génomes A et B $2n = 28 = 2x (2x7)$
prédominance	De l'amidon	Des protéines
Aspect de la plante	-Feuilles très étroites. -maturation très rapide	-feuilles larges -maturation très longue -moisson tardive exigeante du point de vue sol et climat
forme	-texture opaque -structure de l'amande farineuse	- texture vitreuse
utilisation	Obtention de la farine utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits	Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaires.

Tableau 6. Tableau comparatif des valeurs nutritives du blé tendre et du blé dur (Aidani, 2015).

Blé	Matière Sèche (%)	Protéine Brute (%)	Cellulose Brute (%)	Amidon (g/Kg)	Phosphore (g/Kg)	Energie métabolisable (Kcal/Kg)
dur	88	15,4	1,4	56	0,55	3990
tendre	89,4	15,4	4,1	59,4	0,67	3950

I.2.3. Les valeurs nutritionnelles du blé

Facilement transportables, consommables en abondance, seul ou avec d'autres denrées, les grains de blé fournissent un ensemble bien équilibré en matières hydrocarbonées, azotées, grasses et minérales (Tableau 7), ils représentent la base essentielle de l'alimentation d'une grande fraction de l'humanité (Baumont, 1967).

Tableau 7. Valeur nutritionnelle de 100 g de la partie comestible du grain de blé (Bornet, 1992 ; Cheftel et Cheftel, 1992).

Nutriments (en g pour 100 g)	Glucides Lipides Protéines	70 à 76 1,5 à 4 7 à 18
Vitamines hydrosolubles (en mg pour 100 g)	Thiamine (B1) Riboflavine (B2) Niacine (PP) Biotine (B8) Acide folique Acide pantothénique Pyridoxine (B6)	0,8 0,3 4,8 0,006 0,05 0,9 0,5
Vitamines liposolubles (en mg pour 100g)	Vitamine E	0,04
Minéraux (en mg pour 100g)	Calcium Magnésium Phosphore Potassium	40 180 340 410

Les composés qui ont une bonne valeur nutritionnelle sont présents en quantité appréciable dans le grain de blé et au niveau de quelques tissus particuliers. Le germe et le son de blé, par exemple, constituent une bonne source de fibres diététiques pour la prévention et le traitement de certains problèmes digestifs (Simmond, 1989 ; Haripriya et Premakuri., 2010) et de nombreuses maladies (le diabète, l'obésité, les maladies cardiovasculaires et le cancer...) (Beta *et al.*, 2005) et ce en raison de leur richesse en composés phytochimiques et de par leurs activités antioxydantes (Kumar *et al.*, 2011).

Le germe de blé est l'une des sources potentielles des protéines d'excellente valeur nutritionnelle semblable à celle des protéines animales (Fatma *et al.*, 2010) ; il est riche en tocophérols (Bilgiçli *et al.*, 2006), en vitamines du groupe B et en huile composée d'une grande proportion d'acides gras insaturés (Zacchi *et al.*, 2006). Il constitue aussi une source potentielle de minéraux et il fournit trois fois plus de protéines, sept fois plus de matières grasses, quinze fois plus de sucres, et six fois plus de minéraux par rapport à la farine de blé (Zhu et Zhou, 2005 ; Zhu *et al.*, 2009). Les stérols qui ont un rôle dans la diminution du niveau de cholestérol dans le sérum sont aussi concentrés dans le germe de blé (annexes 4, 5, 6 et 7) (Nystrom *et al.*, 2007).

I.2.4. Utilisations du blé

Le blé tendre (*T. aestivum*) est utilisé pour la panification, la pâtisserie, la biscuiterie car il est panifiable. Le blé dur (*T. durum*) est utilisé pour le roulage de couscous, la fabrication de galette, de certains pains traditionnels et des pâtes alimentaires. Il est pastifiable et panifiable (Calvel, 1984) (Figure 4). Outre ces utilisations classiques du blé, de nouvelles utilisations à l'échelle industrielle apparaissent depuis quelques années telles que la fabrication de bioplastiques à base de gluten ou d'amidon.

Les principaux débouchés sont les sacs plastiques, les plastiques agricoles, les emballages et certains produits d'hygiène. Ces bioplastiques ont l'avantage par rapport à leurs homologues d'origine fossile d'être biodégradables et renouvelables (Anonyme, 2017).

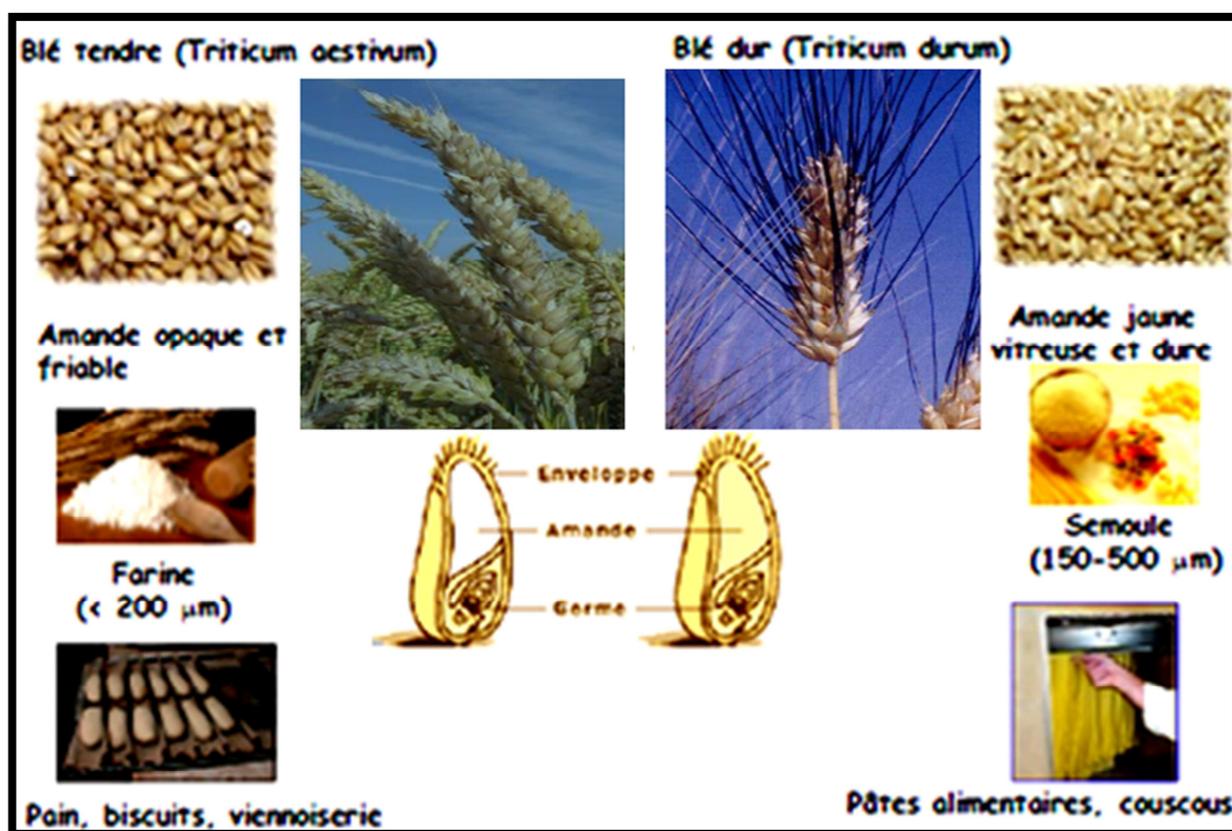


Figure 4. Utilisations industrielles du blé (Abecassis, 2015).

I.2.5. Les insectes ravageurs des céréales

Les insectes engendrent une altération des grains et sont une source de souillures et de contaminations. Ce sont des vecteurs de germes. Malgré une lutte de plus en plus technique leur éradication semble impossible. Les contrats commerciaux stipulent que tout lot de grain doit être refusé si un seul insecte vivant y est repéré. La plupart des insectes des grains stockés appartiennent à deux ordres biologiques : les coléoptères et les lépidoptères (annexe 9).

Les principaux insectes ravageurs des céréales peuvent causer de graves dégâts aux stocks de grains, farines et produits céréaliers (annexe 8).

I.2.5.1. Les pertes causées par les insectes

I.2.5.1.1. Perte de poids

Une fois installés dans une denrée, les insectes se nourrissent en permanence. Les estimations de la perte qui en résulte varient énormément selon la denrée, la localité et les techniques d'entreposage employées. Sous les tropiques, pour des céréales ou des légumes secs entreposés dans les conditions traditionnelles, il faut compter une perte de l'ordre de 10% à 40% sur un cycle complet d'entreposage (Anonyme, 2007).

I.2.5.1.2. Perte de qualité et de valeur marchande

Le produit infesté est contaminé par les déchets laissés par les insectes et par une teneur en poussière accrue. Les grains sont percés et souvent décolorés. Un mets préparé avec un aliment contaminé peut avoir une odeur ou un goût désagréable.

Sur les marchés traditionnels, les prix ne se ressentent relativement pas des dommages causés par les insectes. Mais dans les circuits centralisés de commercialisation et de distribution, les produits sont souvent soumis à un système de classification qui pénalise les produits infestés (Anonyme, 2007).

I.2.5.1.3. Formation de moisissures en milieu mal ventilé

Les insectes, les moisissures et les grains eux-mêmes produisent une eau de respiration, libérée par le substrat d'hydrates de carbone. Dans une atmosphère humide, si l'air circule mal, les moisissures se développent et s'agglutinent rapidement causant ainsi de graves dommages (Anonyme, 2007).

I.2.5.1.4. Diminution de la faculté de germination des semences

Un dommage causé à l'embryon d'une semence empêchera généralement la germination; certains ravageurs s'attaquent de préférence au germe (Anonyme, 2007).

I.2.5.1.5. Perte de valeur nutritive

Si les ravageurs prélèvent le germe, il en résultera une réduction de la teneur en protéines du grain (Anonyme, 2007).

I.3. Généralités sur les insectes ravageurs étudiés

Les grains et graines subissent de multiples agressions de la part des insectes appartenant à l'ordre des coléoptères lors du stockage et de la conservation. Ces insectes nuisibles peuvent être répartis en deux groupes (Bekon et Fleurat Lessard, 1989) :

1. les insectes ravageurs primaires : s'attaquent à des grains intacts dont : *R. dominica* et *S. oryzae*.
2. les ravageurs secondaires : capables d'attaquer les grains à partir des ouvertures causés par les ravageurs primaires servant de voies d'accès, dans ce cas on retrouve le Tribolium rouge de la farine *Tribolium confusum*.

Selon Lepesme (1944), la majeure partie des insectes fréquentant les denrées entreposées, appartient à l'ordre des coléoptères.

Les coléoptères qui infestent les produits entreposés se ressemblent souvent, mais ils diffèrent par leur comportement et le type de dommage qu'ils occasionnent. Il est important d'identifier les espèces présentes dans les entrepôts de stockage avant d'intervenir. Une description des principaux coléoptères infestant les céréales et les oléagineux entreposés est présentée dans les paragraphes suivants :

I.3.1. Le petit capucin des grains *Rhyzopertha dominica*

I.3.1.1. Origine et répartition géographique

Plusieurs auteurs s'accordent à penser que cet insecte est originaire d'Inde au d'Indochine. À la faveur du commerce international des grains, il a été introduit dans les grands ports d'Europe. Pendant la première guerre mondiale, il est apparu aux États-Unis d'Amérique avec les cargaisons de blé infestées provenant d'Australie (Balachowsky et Mesnil, 1936).

Ce coléoptère est très répandu dans tous les pays tropicaux et subtropicaux (Balachowsky et Mesnil, 1936). D'après Lepesme (1944), il est très répandu en Afrique du Nord, dans la région éthiopienne, à Madagascar, en Égypte, Iran, Japon, Australie, États-Unis d'Amérique et Amérique tropicale ainsi qu'aux Indes.

En Algérie ses dégâts sont redoutables car le climat est favorable à sa prolifération (Kellouche, 1979).

I.3.1.2. Position Systématique de l'insecte

Selon Lepesme (1944), *R. dominica* occupe la position systématique suivante :

Règne :	Animal.
Embranchement :	Arthropodes.
Sous-Embranchement :	Hexapodes.
Classe :	Insectes.
Ordre :	Coléoptères.
Famille :	Bostrychidés.
Genre :	<i>Rhyzopertha</i> .
Espèce :	<i>Rhyzopertha dominica</i> .



Figure 5. Adulte de *Rhyzopertha dominica* (G \times 45) (photo originale, 2017).

I.3.1.3. Description morphologique des différents stades de développement

L'œuf est de couleur blanche ou rose, légèrement piriforme et allongé, il mesure 0,6 mm de longueur sur 0,2 mm de largeur et il est pondu à l'intérieur des grains.

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, hérissé de longues soies, et présente sur son segment anal un petit crochet brun (Balachowsky et Mesnil, 1936).

La nymphe de couleur blanche est le seul stade de développement présentant des caractères qui permettent de distinguer les deux sexes: les papilles génitales sont formées de deux articles chez le mâle et de trois chez la femelle (Kellouche, 1987).

L'imago est caractérisé par un corps cylindrique, étroit de 2,3 à 3 mm de long avec une couleur brune parfois plus ou moins roussâtre. La tête globuleuse est entièrement cachée par le thorax (Lepesme, 1944). Le pronotum est très bombé et volumineux et ses mâchoires sont très fortes (Balachowsky et Mesnil, 1936). Les antennes sont pourvues de dix articles dont les trois derniers sont très grands, subtriangulaires et velus. Les élytres, 2,5 fois plus longues que larges, sont arrondis à l'arrière et présentent des stries de gros points. À l'état adulte les deux sexes sont morphologiquement semblables (Balachowsky et Mesnil, 1936).

I.3.1.4. Biologie et cycle

R. dominica est un insecte holométabole, son cycle de vie comprend quatre stades : œuf, larve, nymphe et adulte.

Les adultes ne commencent pas leurs activités avant le mois de Mai (Balachowsky et Mesnil, 1936). Les larves et les adultes sont présents en hiver, mais ce n'est qu'à partir du mois de mai, quand les conditions de développement s'y prêtent, que l'accouplement et la ponte deviennent possibles (Lepigre, 1951). L'accouplement se produit dans les 24 heures qui suivent l'éclosion des œufs, et la femelle nécessite plus d'un accouplement pour féconder tous les œufs produits dans sa vie (Barnes et Groove, 1916 ; Potter, 1935 ; Thompson, 1966).

D'après Delobel et Tran (1993), les femelles pondent 300 à 400 œufs à l'intérieur ou à la surface des graines ou même parmi les débris. Pour chaque femelle, les pontes s'étalent sur plusieurs semaines et cessent en automne.

Les adultes nouvellement formés peuvent émerger et ne sortent de l'intérieur des grains qu'après maturité sexuelle (Balachowsky et Mesnil, 1936).

D'après Balachowsky et Mesnil (1936), la durée du cycle est variable, et le nombre de mues peut varier de 5 à 6 selon les conditions climatiques.

La température optimale de développement est de 28 °C. À cette température l'incubation dure 5 à 6 jours, le développement larvaire environ 15 jours et la nymphose de 5 à 6 jours (Bonnemaison, 1953).

Selon Lepesme, (1944), l'incubation dure de 5 à 6 jours en été et de 7 à 11 jours en automne. La durée totale du cycle est de 27 jours en été et de 183 jours en hiver.

D'après Lepesme (1944), le cycle exige une durée de 58 jours à 26 °C et de 30 à 40 jours à 30 °C. Pour Kaschef (1959), l'incubation dure en moyenne 16 jours à 19 °C et 35% d'humidité relative et 9 jours à 26 °C et 70% d'humidité relative. Dans ces dernières conditions le développement larvaire exige 57 jours, la nymphose 9 jours et le cycle entier (de l'œuf à l'adulte) 75 jours. Il existe 4 à 5 stades larvaires selon les conditions de température (Figure 6).

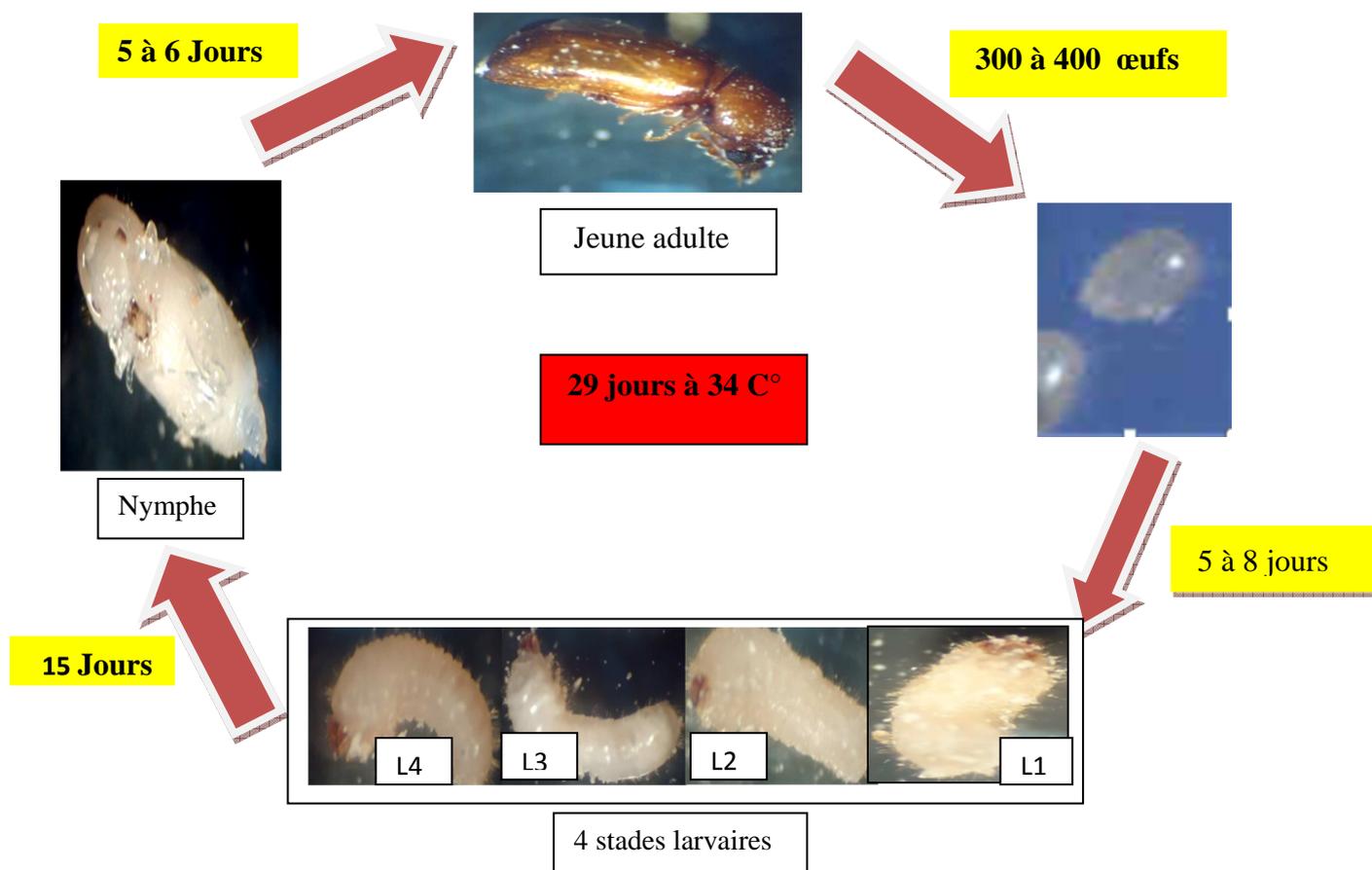


Figure 6. Cycle de développement de *R. dominica* (G×45) (Balachowsky et Mesnil, 1936; Kaschef 1959 ; Delobel et Tran, 1993) (photos originales, 2017)

I.3.1.5. Dégâts

Les adultes de *R. dominica* sont responsables des pertes, qui sont huit fois supérieures à celles occasionnées par les larves. 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. 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 ; Delobel et Tran, 1993).



Figure 7. Dégâts des adultes de *R. dominica* sur les grains de blé dur (photos originales, 2017).

I.3.1.6. Ennemis naturels

Certains acariens attaquent les œufs, les larves et même les adultes de ce ravageur. Il s'agit de *Pyemotes* (= *Pediculoides*) *ventricosus* Newport (Acaria : Pyemotidae) (ectoparasite des larves) et de *Cheyletus eruditus* Schrank (Acarian: Cheyletidae) qui se comporte comme un prédateur.

Mais les principaux ennemis de *R. dominica* sont des hyménoptères parasitoïdes. Les plus importants sont *Lariophagus distinguendus* Forster (Figure 8) et *Chaetospila elegans* Westwood qui attaquent les larves et plus rarement les nymphes de *R. dominica* (Lepesme, 1944).



Figure 8. Adulte de *Lariophagus distinguendus* ectoparasite des larves âgées de *R. dominica* et d'autres coléoptères (G \times 45) (Originale, 2017).

I.3.2. Le charançon de riz (*Sitophilus oryzae*)

I.3.2.1. Origine et répartition géographique

Le charançon du riz est un grand ravageur dans les régions humides et chaudes ; il ne se développe pas bien dans les pays aux hivers froids (Bond et Bénazet, 1984). Selon Lepesme (1944), *S. oryzae* est d'origine indienne et largement répandue dans le monde entier et plus particulièrement aux Indes, Australie, dans le sud des États-Unis et dans la région méditerranéenne (Afrique du nord).

Le charançon du riz est une espèce extrêmement répandue dans les régions tropicales. Il infeste toutes les graines de céréale : riz, maïs, sorgho, mil, blé, orge... etc., mais aussi les farines, les pâtes alimentaires, les biscuits...etc (Mallamaire, 1965).

I.3.2. 2. La position systématique de *Sitophilus oryzae*

Selon Lapesme (1944), *S. oryzae* occupe la position systématique suivante :

Embranchement : Arthropodes.

Classe: Insecta.

Ordre : Coléoptéra.

Sous Ordre : Heterogastra

Famille: Curculionidae.

Sous famille : Calandrinae

Genre : *Sitophilus*

Espèce : *Sitophilus oryzae* (L.)



Figure 9. *Sitophilus oryzae* (Photo originale, 2017).

I.3.2.3. Description des différents états de l'insecte

L'œuf est oblong, blanc et brillant et mesure en moyenne 0.5×0.3 mm (Steffan, 1963). La durée de développement embryonnaire varie avec la température : 6 jours à 28°C, elle atteint 10 jours à 20°C et 15 jours à 16°C (Lapesme, 1944).

La larve mesure de 2,5 à 3 mm, avec une couleur blanchâtre. Elle est apode, très peu velue et tout à fait caractéristique, très épaisse avec un profil dorsal semi-circulaire et un profil ventral presque rectiligne.

La nymphe de forme cylindrique, mesure 3,75 à 4 mm de long, sa couleur passe du blanc au brun à mesure qu'elle évolue. Elle subit la mélanisation et la sclérotinisation de la cuticule. Elle a presque la taille de l'imago.

L'imago est un petit coléoptère de 2,5 à 5 mm de longueur, caractérisé principalement par deux grosses taches ocres sur chaque élytre, le rostre moins long que le pronotum, est peu arqué et cylindrique dans sa partie antérieure.

Le mâle se distingue de la femelle par un rostre plus épais, plus court et plus profondément ponctué, les derniers sternites abdominaux sont plus courbés ventralement chez le mâle que chez la femelle (Lapesme, 1944).

I.3.2.4. Biologie et cycle

Les adultes s'accouplent peu après leur sortie des grains et plusieurs fois pendant leur vie qui dure en moyenne 4 mois comme pour *R. dominica*. La fécondité varie de 200 à 400 œufs dans les régions tropicales. L'importance de ponte est fonction de la température et de la dureté du grain.

Elle est de 10 à 12 œufs par jour dans du blé tendre et de 2 à 3 œufs dans du blé dur. Elle cesse si la température est inférieure à 14- 15 °C (Kellouche, 1987).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les femelles de *S. oryzae* ne pondent jamais dans un grain déjà occupé. Elles taraudent le grain et y déposent un œuf dans chaque trou, par la suite elles bouchent le trou de ponte avec du mucus sécrété par l'oviducte (Paulian, 1988). Contrairement à *R. dominica*, ce ravageur ne peut pas pondre à l'extérieur du grain que si le milieu est compact. L'incubation a une durée variable selon la température, de 6 jours à 28 °C, de 10 jours à 20 °C et de 15 jours à 16 °C (Kellouche, 1987).

Les trois stades larvaires durent respectivement 3,4 et 9 jours à $17 \pm 1^\circ \text{C}$. A cette température la prénymphe dure 20 à 40 heures et la nymphe 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).

Selon Balachowsky (1963) qui rassemble les données de plusieurs auteurs, la durée du développement, avec une humidité relative constante de 70%, augmente si la température diminue (Figure 10).

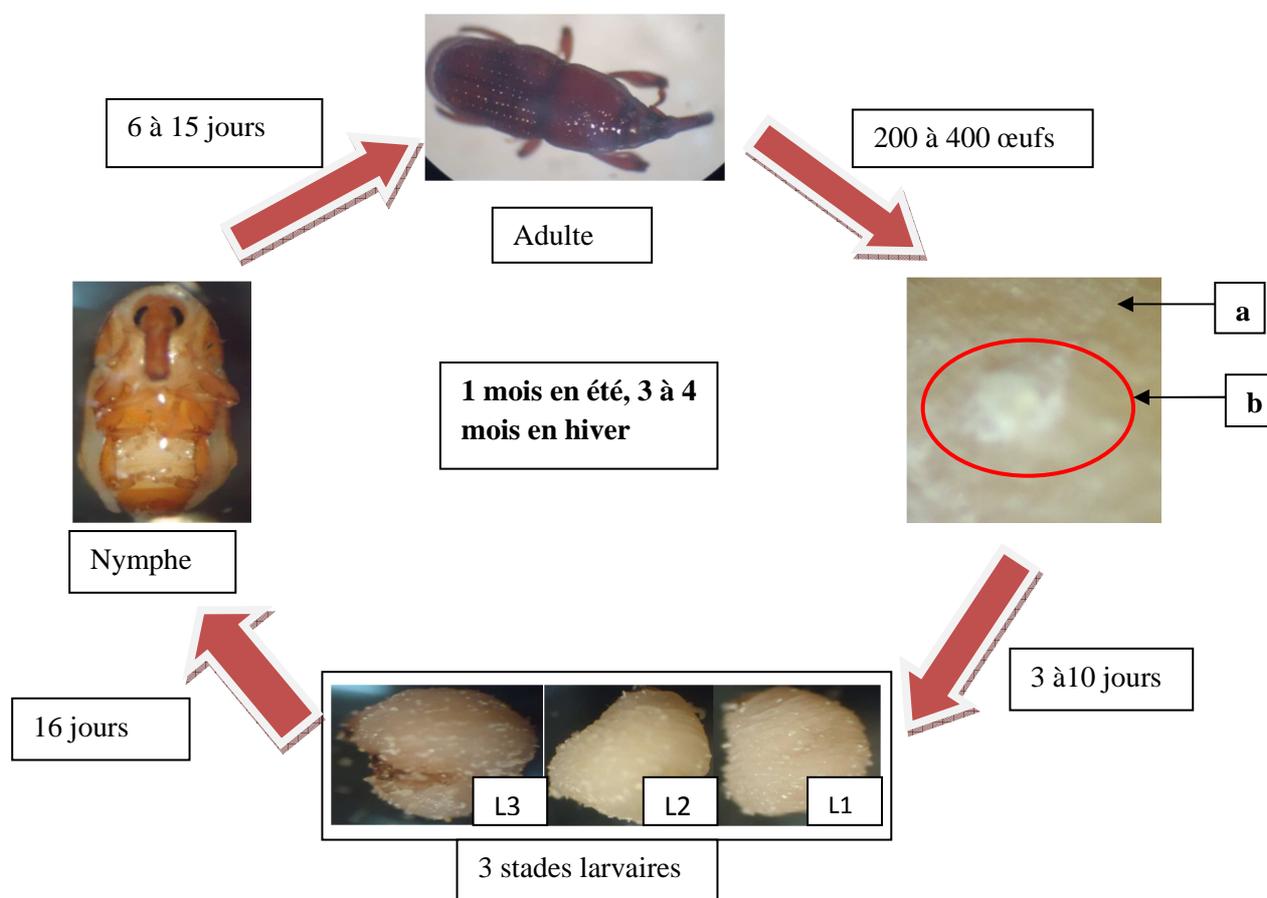


Figure 10. Cycle de développement du *S. oryzae* (L.), **a** : trou de ponte bouché avec du mucus sécrété par la femelle, **b** : une partie du grain de blé dur (G $\times 45$) (Lepesme, 1944 ; Balachowsky, 1963) (Photo Originale, 2017).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Comme le petit capucin des grains, la calandre de riz s'attaque à toutes les céréales : blé, seigle, orge avoine, maïs, riz ...etc. Les adultes causent moins de dommages que ceux de *R. dominica* car les dégâts sont surtout occasionnés par les larves (Kellouche, 1987).

Le charançon de riz est l'un des ravageurs primaires pour les céréales emmagasinées sur lesquelles il provoque une diminution du poids des graines une détérioration de la qualité en favorisant le développement des champignons (Kranz et al., 1977); et facilitant le développement des ravageurs secondaires (De Groot, 2004).

Dans les pays subtropicaux (Inde, Australie, Égypte, sud des États-Unis...), ce ravageur peut s'attaquer même aux céréales sur pied (Kellouche, 1987) (Figure 11).

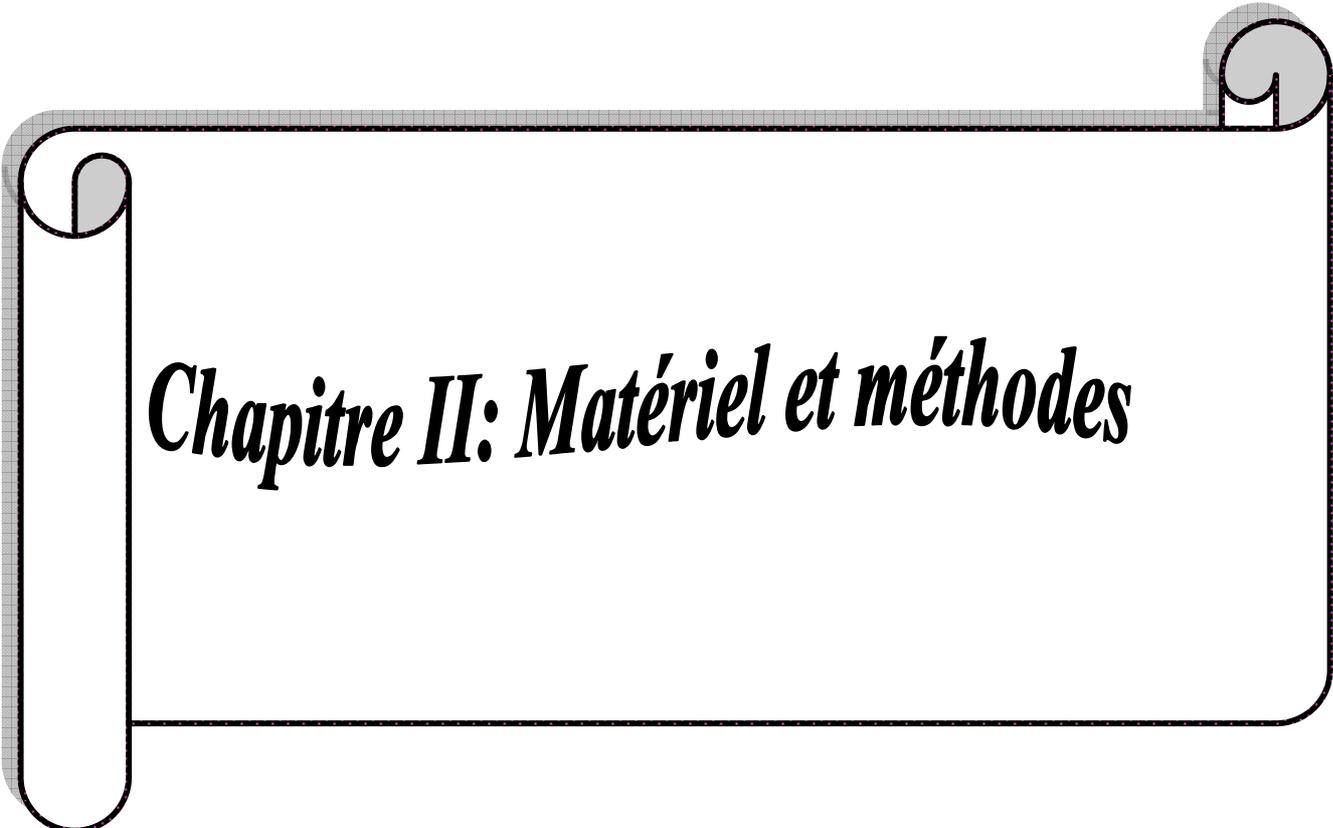


Figure 11 : Les dégâts occasionnés par les adultes de *S. oryzae* sur les grains de blé dur (Photos originales, 2017).

I.3.2.6. Ennemis naturels

De nombreux parasites mettent un frein aux dommages causés par ces charançons, en s'attaquant à leurs larves et nymphes. Les plus communs sont des hyménoptères de la famille des Ptéromalidés comme *Chaetopila elegans*.

Une douzaine d'hyménoptères, Chalcidiens et Bétylides, attaquent les larves et les nymphes des charançons, les plus communs appartiennent aux familles des Spalangides et des ptéronalides (Lepesme, 1944 ; Steffen, 1963) qui sont en particulier : *Lariophagus distinguendus* Forst, *Aplastomorpha calandrae* How et *Chaetospila elegans* west (Kranz et al., 1977).



Chapitre II: Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

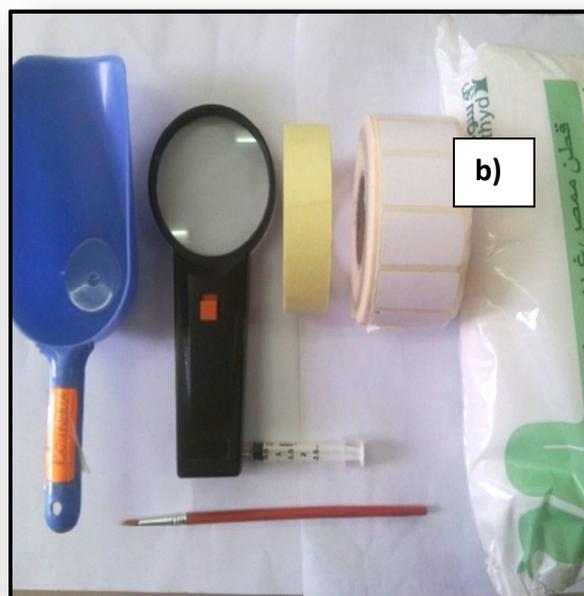
Le but de nos expériences est de caractériser huit huiles d'olive de deux régions de Kabylie (Maâtkas et Sidi Ali Bouneb) et de déterminer leur efficacité contre deux insectes ravageurs des grains stockés : le petit capucin des grains *Rhyzopertha dominica* et le charançon du riz *Sitophilus oryzae*.

II.1. Matériels

II.1.1. Matériels du laboratoire

Le matériel utilisé lors des expériences est le suivant :

- Une étuve réfrigérée réglée à une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$ correspondant aux conditions optimales de développement des deux espèces étudiées (*R. dominica* et *S. oryzae*).
- Des boîtes de Pétri en verre de 11 cm de diamètre et de 2 cm de hauteur.
- Des bocaux en verre pour les élevages de masse des deux insectes.
- Une balance de précision à affichage électronique pour les pesées des grains de blé dur.
- Des seringues de 2.5ml pour pipeter l'huile.
- Du coton pour le test de germination des grains.
- Autres accessoires : microscope photonique, tamis, pinceaux, ciseaux, pinces, rouleau adhésif, petite pelle en plastique, loupe à poche et une loupe binoculaire (Figure 12).



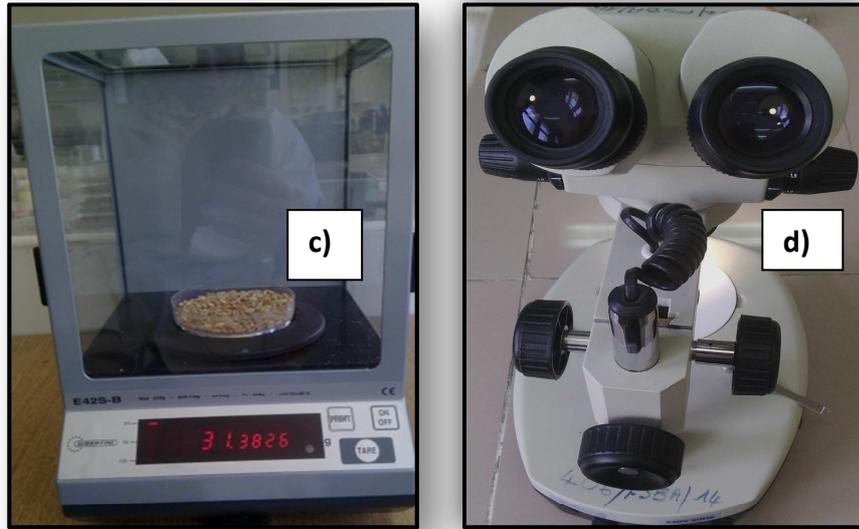


Figure 12 : Matériels utilisés au laboratoire, (a) : étuve réfrigérée, (b) : différents accessoires c) : Balance, d) : loupe binoculaire (photo originales, 2017).

II.1.2. Matériel végétal

II.1.2.1. L'olivier (Variété Chemlal)

C'est une variété cultivée essentiellement en grande Kabylie où elle occupe une place importante dans l'économie de la région. Elle représente environs 40% des oliviers cultivés en Algérie.

Les arbres sont très vigoureux, de grande dimension, à port sphérique et semi-retombant. Ses rameaux fruitiers sont longs et souples. Les fruits sont petits, ovoïdes et d'un poids de 2.5 g. C'est une variété destinée à la production de l'huile dont le rendement en huile est de 18 à 22% (Figure 13).

C'est une variété autostérile. Elle est associée à d'autres variétés qui assurent sa pollinisation comme Azeradj e



Figure 13 : Rameaux fruitiers de la variété Chemlal (photo originale, 2016).

II.1.2.2. Le blé dur

Les grains de blé dur *T. durum* utilisés dans les différents élevages et tests proviennent de marché local, Ce sont des grains biologiques, indemnes de toute infestation et qui n'ont subi aucun traitement phytosanitaire (Figure 14).



Figure 14 : Grains de blé dur *T. durum* (photo originale, 2016).

II.1.3. Matériel animal

Les adultes des insectes utilisés (*R. dominica* et *S. oryzae*) proviennent des élevages de masse réalisés sur des grains de blé dur au niveau du laboratoire d'entomologie II de la faculté des sciences biologiques et agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou (Figure 15).



a)



b)

Figure 15: Les insectes ravageurs des grains stockés: **a)** *R. dominica*, **b)** *S. oryzae* (photo originale (Gx40), 2017)

II.2. Méthodes

II.2.1. Récolte des olives

Les olives de notre présente étude sont récoltées au niveau de deux régions de la wilaya de Tizi-Ouzou, en grande Kabylie, située dans la zone climatique méditerranéenne.

- a. La région de Mâatkas est située à 633 m d'altitude et à 20 km au sud-ouest de Tizi-ouzou. Elle est d'une superficie de 4529 hectares et elle est limitée au nord par Tirmitine, à l'est par Souk El Thenine, au sud par Boghni et à l'ouest par Aïn Zaouia. Les précipitations annuelles varient entre 800 mm et 1100 mm.
- b. La région de Sidi Ali Bouneb est située à 800m d'altitude, c'est une zone montagneuse qui surplombe la ville de Tadmait. Tadmait est une commune appartenant à la Daïra de Draa Ben-Khedda. Elle est située à 18 km à l'ouest de Tizi-Ouzou et à 85 km à l'est d'Alger.

- Description des vergers

Le premier verger est situé au village d'Aït Zaim. C'est un héritage familial d'une superficie de 0,36 ha, qui englobent 6 arbres de la variété Chemlal âgés entre 56 et 85 ans. L'entretien se fait pendant et après la récolte (taille, épandage de l'humus autour des arbres) (Figure 16).

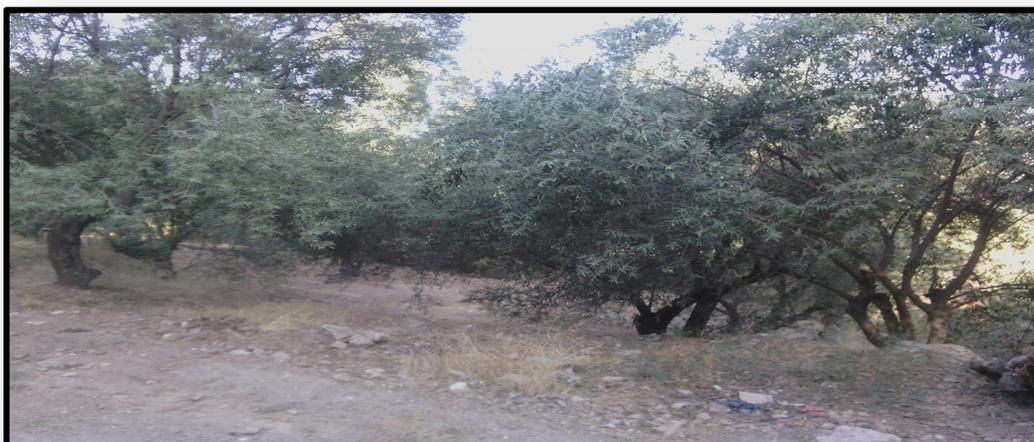


Figure 16 : verger oléicole (variété Chemlal) du village Ait Zaim (Maâtkas).
(photo originale, 2016).

Le deuxième verger est situé dans le village Talata qui se trouve dans le massif montagneux qui est caractérisé par des pentes fortes. C'est un héritage familial d'une superficie de 0,5 ha qui englobe 12 arbres de la variété Chemlal, âgés entre 60 et 90 ans. L'entretien se fait pendant la récolte (taille, désherbage) (Figure 17).



Figure 17 : Le verger de la région de Sidi Ali Bouneb (photo originale, 2016).

Huit échantillons des olives de la variété Chemlal provenant des deux régions ont été choisis selon le stade de maturité (tournant, noir) et la méthode de récolte (olives cueillies sur arbre et olives ramassées au sol (chute physiologique)). L'échantillonnage a été fait au hasard durant la campagne 2015 /2016. Les informations concernant l'échantillonnage sont résumées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Données concernant les huiles utilisées dans les tests.

Stade de maturité	Olives tournant	Olives noirs
Date d'échantillonnage	21 /11/2016	24/12/2016
Date d'extraction	23/11/2016	26/12/2016
Poids des échantillons des olives	2 Kg	
Méthode de récolte	à la main (une partie des olives est cueillie sur les arbres et l'autre partie est ramassée sur le sol).	
Durée et méthode de stockage des olives	les olives sont stockées dans des bidons en plastique au réfrigérateur pendant deux jours avant la trituration.	

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 huit 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 9 et Figure 18).

Tableau 9 : Classification des olives selon la coloration du péricarpe et du mésocarpe (Anonyme, 2011)

Classe	Coloration du péricarpe et du mésocarpe des olives
0	Peau verte intense.
1	Peau verte 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 (C.I.O.), utilise une formule mise au point par la station expérimentale Venta de Illano de l'IFAPA de Mengibar (Jaén, Espagne), l'indice de maturité (I.M.)

est calculé comme suit :

$$I.M. = \frac{A0+B1+C2+D3+E4+F5+G6+H7}{100}$$

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, 2011).

L'indice de maturité est déterminé le jour même de la récolte, 100 olives sont prélevées au hasard de chaque lot de deux kilogrammes des deux régions (Figure 18).



Figure 18 : Détermination de l'indice de maturité (ITAF, 2016).

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

L'objectif idéal de toute méthode d'extraction consiste à produire la plus grande quantité d'huile possible sans altération de sa qualité d'origine. Toutefois, si la qualité ne doit pas être modifiée, il est nécessaire 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).

L'extraction de nos huit huiles est réalisée à l'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne de Sidi Aich (l'ITAF) à l'aide d'un oléodoseur composé d'un broyeur à marteau, d'un malaxeur et d'une centrifugeuse (Figure 19).

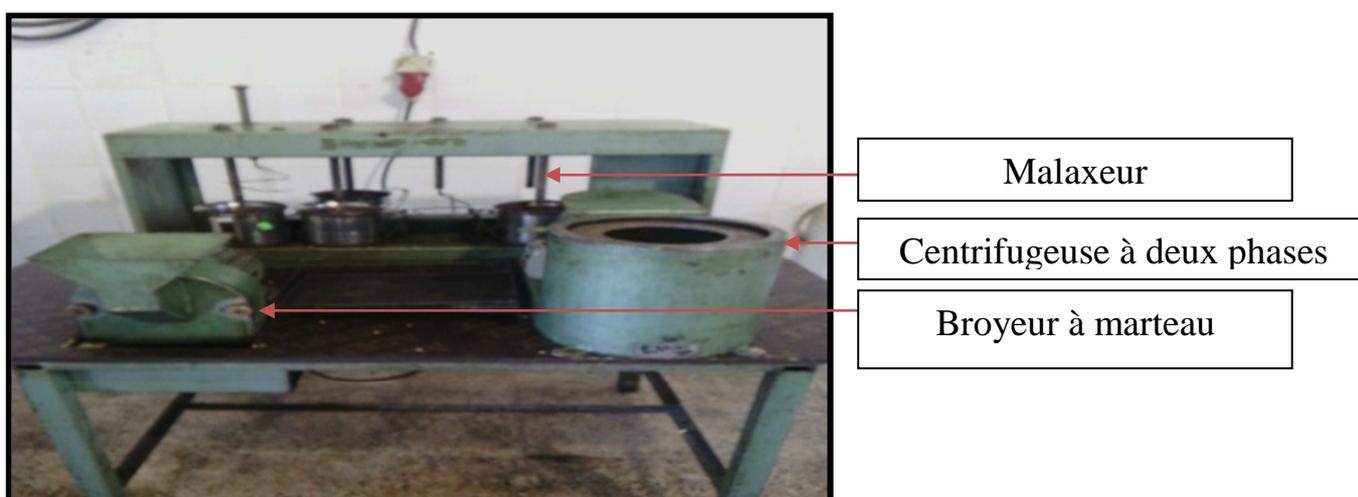


Figure 19 : Oléodoseur de l'I.T.A.F.de Bejaia (photo originale, 2016).

Les huit échantillons d'olives sont défeuillés et triturés, après deux jours de leur récupération, dans un broyeur à marteau sans adjonction d'eau, la pâte obtenue est malaxée pendant 40 minutes, puis centrifugée. Deux phases sont obtenues, l'une d'elles est solide, elle 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 enveloppée de papier aluminium, puis étiquetées et conservées au réfrigérateur en attendant d'être utilisé dans les tests et les analyses (Figure 20).



Figure 20 : les huit huiles d'olive extraites de la variété Chemlal avec différents modes de récolte et stades de maturité de deux régions (Maâtkas et Sidi Ali Bouneb)

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

Dans le but de connaître la qualité de l'huile d'olive utilisée dans les tests biologiques, nous avons effectué quelques analyses physico-chimiques sur les échantillons d'huiles au niveau du laboratoire commun II du département de biologie, de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'U.M.M.T.O.

La composition en acide gras est réalisée au niveau de l'école nationale supérieure d'agronomie d'EL-HARRACH-ALGER (ENSA).

II.2.4.1. Les caractéristiques physiques

II.2.4.1.1. La teneur en eau

La teneur en eau est la perte de masse, exprimée en pourcentage, subie par le produit dans les conditions spécifiées dans la présente norme. Cette analyse nécessite le séchage de la prise d'essai à une température comprise entre $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 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 grammes, de la capsule vide.

M_1 : la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai.

M_2 : la masse, en grammes, de la capsule et de résidu après le séchage.

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. Sa détermination est basée sur la neutralisation des acides gras libres par une solution de KOH à chaud en présence de phénolphaléine, elle est déterminée selon la méthode ISO 660.

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

m : Masse de la prise d'essai en grammes.

N : concentration exacte en mol /L (Normalité) de la solution d'hydroxyde de potassium (KOH).

V : Volume de titrage en ml. V : Volume en ml de la solution de KOH utilisée pour le titrage 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 kilogramme 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.

La méthode utilisée (ISO 3960) est basée sur le traitement d'une prise d'essai en solution dans l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium (Ki) et le titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré.

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

V₀ : volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour la prise d'essai à blanc en ml.

V : volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour la prise d'essai en ml.

N : normalité de la solution thiosulfate de sodium utilisée.

P : poids en grammes de la prise d'essai.

II.2.4.2.3. Détermination de la teneur en composés phénoliques

Le dosage des composés phénolique a été effectué à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible. La concentration en composés phénolique est déterminée en utilisant le réactif de Folin-Clococalteu. Ce dernier est constitué de phosphomolybdique et d'acide phosphorique qui sont réduits par les composés phénoliques pour donner une coloration bleu (en milieu alcalin). L'intensité

de la coloration est directement proportionnelle à la concentration des polyphénols présents dans l'échantillon. L'absorbance est mesurée à 750 nm.

Les résultats sont exprimés en mg d'acide gallique par kg de l'huile en se référant à une courbe étalon obtenue à partir des concentrations croissantes d'acide gallique allant de 0 mg à 10 mg/kg.

L'estimation de la teneur en composés phénolique a été réalisée selon la méthode utilisée par Gutfinger (1981).

Dans des fioles de 20 ml, nous avons introduit 5 ml d'extraits phénoliques, 5 ml d'eau distillée et 0.5 ml de réactif de folin-Ciocalteu. Enfin 1 ml de solution de carbonate de sodium (35%) sont ajoutés et ajustés à 20 ml avec de l'eau distillée. Après 2 heures d'incubation à l'obscurité, le mélange est filtré et l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre à 725 nm.

La concentration en composés phénolique des extraits de l'huile est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique (Annexe 13).

II.2.4.2.4. 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.

Cette méthode rapide est applicable aux huiles de grignons d'olives ayant une teneur en acides gras libres inférieure à 3.3%. Les acides gras libres ne sont pas estérifiés par l'hydroxyde de potassium. Les esters éthyliques d'acides gras se transestérifient plus lentement que les esters glycéridiques et il est possible qu'ils ne se méthylent que partiellement.

Les esters méthyliques se forment par transestérification dans une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium comme phase intermédiaire avant la saponification selon la méthode utilisée par ISO 5509 : 2000 et IUPAC 2.301. Dont les conditions d'analyse sont décrites dans le tableau 10.

Les acides gras sont identifiés en fonction de leur temps de rétention au niveau de la colonne par comparaison à des acides gras étalons. La détermination de la teneur de chaque acide gras identifié est faite par le calcul des aires des pics correspondants.

Tableau 10 : conditions opératoires pour l'analyse des esters méthyliques des huiles.

chromatographie	Chrompack CP 9002
Détecteur	FID (250C°)
Injecteur	SPLIT 1/100 (250C°)
Gaz vecteur	Azote
Colonne Capillaire	Cp Sil 8 CB (5% Phenyl + 95% dimethylpolysiloxane)
Longueur	30 m
Diamètre intérieur	0.32 mm*0.25 UM
Epaisseur	0.25µm
Injecteur	250°C
Détecteur	280°C
Four	190C°
Quantité injectée	0.8µl
Vitesse du papier	0.5 cm/mn

II.2.5.Elevage de masse des insectes

Les individus de *R. dominica* et de *S. oryzae* utilisés sont issus de souches prélevées au niveau du laboratoire d'entomologie appliquée (II) de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Des élevages de masse ont été effectués dans des bocaux en verre avec des grains de blé sains, auxquels sont ajoutés quelques adultes du petit capucin des grains ou du charançon du riz. Les bocaux sont maintenus dans une étuve réglée à une température de $30 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5 \%$ (Figure 21).

Pour l'obtention des premiers individus, le temps moyen de latence est de 27 à 30 jours. Les adultes, âgés de 0 à 7 jours, sont récoltés et utilisés au cours de nos expériences.



Figure 21 : Elevages de masses de *R. dominica* et *S. oryzae* (laboratoire d'entomologie appliquée II, mars 2017).

II.2.6. Tests biologiques

II.2. 6.1. Dispositif expérimental des tests par contact

Nous introduisons dans des boîtes de Pétri en verre de 11 cm de diamètre et de 2 cm de hauteur, 25 g de grains de blé dur sains.

Les grains sont ensuite traités avec l'une des huit huiles d'olive, à deux doses (0,2 et 0,4 ml).

Après avoir bien mélangé la dose de l'huile d'olive avec les grains, 20 individus adultes de *R. dominica* ou de *S. oryzae* sont introduits dans les boîtes de Pétri. Ces dernières sont ensuite hermétiquement fermées et mises dans une étuve dont les conditions sont contrôlées (Figure 22).

Cinq répétitions ont été réalisées pour chaque huile d'olive, et pour chaque dose, ainsi que pour les lots témoins (grains non traités).



Figure 22 : Dispositif expérimental des tests par contact (laboratoire d'entomologie appliquée II, mars 2017).

II.2. 6.2. Paramètres biologiques étudiés

II.2. 6.2.1. La longévité (taux de mortalité)

Les individus morts sont dénombrés dans chaque boîte de Pétri après des temps d'exposition variables : 24, 48, 72 et 96 heures.

II.2. 6.2.2. Paramètres agronomiques étudiés

II.2. 6.2.2.1. Perte en poids des grains de blé

Les grains utilisés dans les tests sont pesés pour estimer la perte en poids.

II.2. 6.2.2.2. La faculté germinative des grains de blé

Pour évaluer l'effet des huit huiles sur la germination des grains de blé, un test de germination a été réalisé comme suit :

- nous prélevons 50 grains de chaque lot utilisé dans les différents tests.
- les grains sont couverts avec du coton imbibé d'eau dans des boîtes de Pétri.
- après sept jours, les grains ayant germé dans les lots témoins et les lots traités sont dénombrés (Figure 23).

Le taux de germination est calculé comme suit :

$$\text{Taux de germination en \%} = (\text{nombre de graines germées} / 50) \times 100.$$



Figure 23: La mise en germination des graines de blé dur (photo originale, 2017).

II.2.7. Analyse statistique des données

Les résultats obtenus ont été soumis aux tests de l'analyse de la variance (ANOVA) à plusieurs critères de classification en utilisant le logiciel Statbox, version 6.4. Les variables dont les analyses statistiques montrent une différence significative ont subi le test de NEWMAN et KEULS, au seuil $P= 5\%$.

- $P \geq 0,05$: différence non significative.
- $P \leq 0,05$: différence significative.
- $P \leq 0,01$: différence hautement significative.
- $P \leq 0,001$: différence très hautement significative.

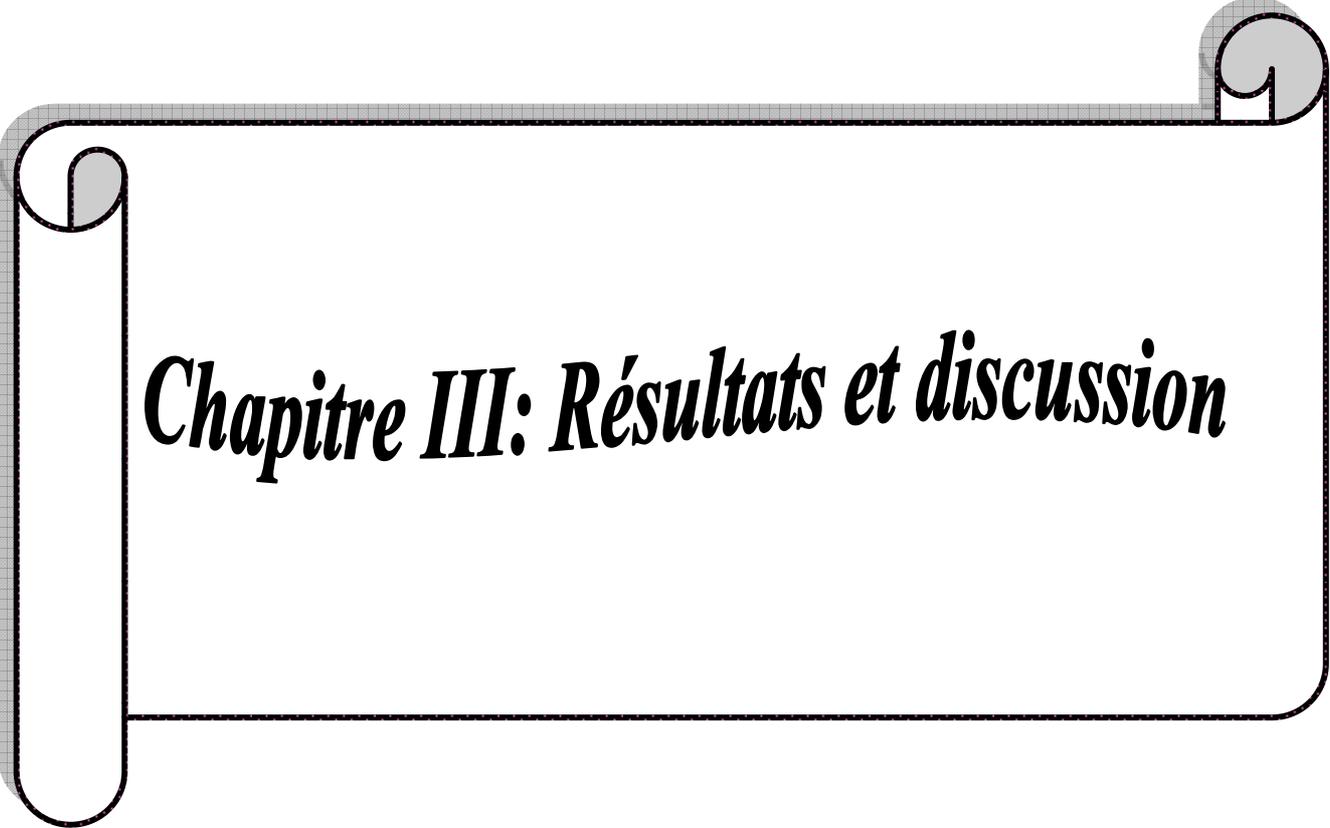
Les pourcentages de mortalité ont été corrigés par la formule d'Abbott (1925) :

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

Où :

MC= pourcentage de mortalité corrigée.

M = pourcentage de morts dans la population traitée et Mt = pourcentage de morts dans la population témoin.



Chapitre III: Résultats et discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Analyses physico-chimiques des huit huiles d'olive testées

III.1.1. Résultats des analyses physico-chimiques

III.1.1.1. Détermination de l'indice de maturité

Les indices de maturité des olives récoltées dans les deux régions, à savoir Maâtkas et Sidi Ali Bouneb, varient selon leur stade de maturité (tournant et noir), et sont respectivement les suivants: les valeurs minimales (3,36 à 4,06) correspondent aux olives récoltées au stade tournant et la valeur maximale (7) correspond aux olives récoltées au stade noir.

D'après la norme du C.O.I (3 à 4), nous constatons que les olives récoltées au stade de maturité précoce (stade tournant : MTA, MTS, STA) durant le mois de novembre sont des olives conformes aux normes, mises à part les olives récoltées dans la région de Sidi Ali Bouneb STS (au stade tournant, ramassées au sol) qui ont dépassé légèrement cette norme. Par contre les olives récoltées au stade de maturité tardive (stade noir) durant le mois de décembre sont des olives non conformes aux normes C.O.I (MNA, MNS, SNA, SNS) (Tableau 1).

Les données obtenues pour les huit huiles d'olive sont récapitulées dans le tableau 11.

Tableau 11. Données relatives à l'indice de maturation des olives récoltées.

Régions	Maâtkas				Sidi Ali Bounab			
Les olives	MTA	MTS	MNA	MNS	STA	STS	SNA	SNS
Stade de maturité	3,47	3,84	7	7	3,36	4,06	7	7

III.1.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive

III.1.1.2.1. Caractéristiques physiques

III.1.1.2.1.1. Teneur en eau de l'huile d'olive

Tous les corps gras d'origine animale et végétale renferment de l'eau, même lorsqu'ils sont limpides (Wolff, 1968).

L'eau des aliments constitue le support du développement microbien et participe aux réactions d'altération chimique des corps gras par hydrolyse des triglycérides et libération des acides gras, ces réactions augmentent l'acidité de l'huile, favorisent l'oxydation des acides gras insaturés induisant le goût de rance (Cheftel et Cheftel, 1977).

Les teneurs en eau et en matières volatiles des huiles d'olive analysées dans notre étude sont rapportées dans le tableau 12.

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 12. Teneurs en eau et en matières volatiles des échantillons d'huile d'olive analysés selon la région, le stade de maturité et la cueillette.

Régions	Maâtkas		Sid Ali Bouneb		Normes du COI
Huiles	cueillette sur arbre	Ramassage au sol	cueillette sur arbre	Ramassage au sol	
Stade tournant en %	0,085±0,005 (MTA)	0,11±0,07 (MTS)	0,035±0,005 (STA)	0,09±0,05 (STS)	≤ 0, 2%
Stade noir en %	0,07±0 (MNA)	1,255±1,165 (MNS)	0,05±0 (SNA)	0,065±0,005 (SNS)	

L'analyse de la variance à trois facteurs a montré que l'effet de la région ($p=0,07305$), l'effet de stade de maturité ($p=0,11291$) et l'effet du mode de récolte ($p=0,07304$) ainsi que l'effet de l'interaction entre les trois facteurs ($p=0,09104$) sont non significatifs sur la teneur en eau des huiles étudiées (Annexe 14).

Les résultats de la mesure d'humidité présentés dans le tableau 12 montrent une variation non significative de la teneur en eau des huit échantillons d'huiles d'olive de la variété Chemlal analysés pour les deux régions allant de 0.035 % à 1.25 %.

Les échantillons présentent une variation de la teneur en eau d'une région à une autre, mais aussi une variation d'un échantillon à un autre issu de la même région.

Ces teneurs en eau sont conformes aux normes de la catégorie d'huile d'olive vierge fixées par le C.O.I (2015). Mise à part l'échantillon de la région de Maâtkas MNS (olives noires ramassées au sol) qui présente un taux d'humidité de 1,255±1,165 % .

On remarque que les huiles d'olive cueillies sur arbre ont une teneur en eau plus faible que les huiles d'olive ramassées au sol.

III.1.1.2.2. Caractéristiques chimiques

III.1.1.2.2. 1. L'acidité

L'acidité est un critère important qui permet de classer les huiles en différentes catégories en fonction de leur teneur en acides gras libres (Manai et *al.*, 2006). Les tableaux 13 et 14 représentent les résultats de l'acidité des huiles d'olive analysées et la classification commerciale de ces dernières selon la norme C.O.I. (2015).

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 13. Taux d'acidité des huiles d'olive analysées.

Régions	Maâtkas		Sid Ali Bouneb		Normes de COI	
	Cueillette sur arbre	Ramassage au sol	Cueillette sur arbre	Ramassage au sol	Huile extra vierge	Huile vierge
Stade tournant en	0,282±0,057 (MTA)	0,733±0,056 (MTS)	0,282±0,057 (STA)	1,071±0,057 (STS)	≤ 0,8%	≤ 2%
Stade noir en %	0,225±0 (MNA)	0,958±0,056 (MNS)	0,225±0 (SNA)	0,95±0,05 (SNS)		

Les résultats de l'analyse de la variance à trois facteurs ont montré qu'il y a un effet très hautement significatif pour les facteurs région ($p= 0,00071$) et mode de récolte ($p= 0$), et un effet non significatif pour le facteur stade de maturité ($p= 0,91212$). L'interaction entre les trois facteurs montre un effet très hautement significatif ($p= 0,00047$) (Annexe 15).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, classe les huiles d'olives analysées dans quatre groupes homogènes selon le mode de récolte : les huiles d'olive ramassées au sol sont classées en trois groupes différents (STS dans le groupe A, MNS et SNS dans le groupe B et MTS dans le groupe C) et les huiles d'olive cueillies sur arbre (MTA, STA, MNA et SNA) sont classées dans les groupe D (Annexe 16).

D'après les résultats qui en découlent, nous observons une variation de l'acidité dans les huit échantillons. Les huiles analysées présentent des valeurs d'acidité qui oscillent entre 0,225 et 1,071%.

Selon le mode de récolte nous pouvons procéder à une classification des huiles comme suit :

- les huiles issues des olives cueillies sur arbre (MTA, MNA, STA et SNA) et celle issue de l'échantillon MTS (olives provenant de la région de Maâtkas : au stade tournant et ramassées au sol) sont des huiles extra vierges dont l'acidité est $\leq 0,8\%$.
- les huiles issues d'olives ramassées au sol (MNS, STS et SNS) sont des huiles vierges dont l'acidité est $\leq 2\%$ (Tableau 14).

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 14. Classification commerciale des huiles d'olive étudiées, selon la norme C.O.I. (2015).

Huiles d'olive	Acidité (%)	Classification commerciale selon la norme C.O.I
MTA	0,2	Huiles d'olive extra vierges
MTS	0,7	
MNA	0,2	
STA	0,2	
SNA	0,2	
MNS	0,9	Huiles d'olive vierges
STS	1,07	
SNS	0,9	

III.1.1.2.2. 2. L'indice peroxyde

L'indice de peroxyde constitue un paramètre important dans l'appréciation de la qualité des huiles alimentaires (C.O.I., 2009).

L'indice de peroxyde est utilisé comme test pour évaluer l'état primaire d'oxydation des produits, il nous renseigne sur l'importance des hydroperoxydes qui sont des produits intermédiaires et transitoires de l'oxydation des acides gras insaturés (Ben Abdel Jalil, 2003). Le tableau 15 donne les valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles analysées.

Tableau 15. Valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles analysées.

Régions	Maâtkas		Sid Ali Bouneb		Normes De COI
	Cueillette Sur arbre	Ramassage au sol	Cueillette sur arbre	Ramassage Au sol	
Stade tournant en meq d'O ₂ /kg	4±0 (MTA)	9,5±0 (MTS)	12,25±0,25 (STA)	8,25±0,25 (STS)	≤ 20
Stade noir en meq d'O ₂ /kg	9,75±0,25 (MNA)	18±2 (MNS)	7,25±0,25 (SNA)	14±0,5 (SNS)	

Les résultats de l'analyse de la variance à trois facteurs ont montré qu'il y a un effet non significatif pour le facteur région ($p= 0,6902$) et un effet très hautement significatif pour les facteurs mode de récolte et stade de maturité ($p= 0$). L'interaction entre les trois facteurs montre un effet très hautement significatif ($p=0,00001$) (Annexe17).

Cette analyse de la variance est vérifiée par le test de Newman et Keuls au seuil de 5% regroupant les échantillons des huiles d'olive dans sept groupes homogènes: l'huile d'olive

Chapitre III : Résultats et discussion

MNS est classée dans le groupe A, SNS dans le groupe B, STA dans le groupe C, MNA et MTS sont classées dans le groupe D et STS est classé dans deux groupes D et E, SNA est classé dans le groupe E et MNS est classé dans le groupe F (Annexe 18).

Nous constatons une variation de l'indice de peroxyde dans les huit échantillons des huiles d'olive de la variété Chemlal analysés pour les deux régions, allant de 4 à 12,25 meq d'O₂/kg pour les huiles issues des olives cueillies sur arbre et de 8,25 à 18 meq d'O₂/kg pour les huiles issues des olives ramassées au sol.

Comparativement au facteur stade de maturité on remarque une augmentation au cours de maturation des olives.

Les résultats montrent une faible teneur en oxygène pour les huiles d'olive récoltées au stade de maturité tournant qui varient entre 4 à 12,25 meq d'O₂/kg par rapport aux huiles d'olive récoltées au stade de maturité noir (7,25 à 18 meq d'O₂/kg).

Même si les valeurs de l'indice de peroxyde sont légèrement élevées, aucune huile n'a dépassé la limite supérieure de 20 meq d'O₂/kg établie par le C.O.I. (2015), ceci caractérise les huiles d'olive extra vierges. Ainsi, nous pouvons conclure que le niveau d'oxydation primaire de nos huit huiles d'olive par l'oxygène est acceptable.

III.1.1.2.2.3. Dosage des composés phénoliques

L'huile d'olive vierge est quasiment la seule huile contenant des quantités notables de substances phénoliques naturelles, qui lui confèrent son goût si particulier, à la fois amer et fruité (Perrin, 1992). Ces composants antioxydants dans les olives sont également responsables de la stabilité de l'huile d'olive (Visio Li et *al.*, 1998).

Avant de procéder à la détermination de la teneur en composés phénoliques, nous avons établi la courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme composé de référence. Cette courbe est présentée dans l'annexe 13.

Chapitre III : Résultats et discussion

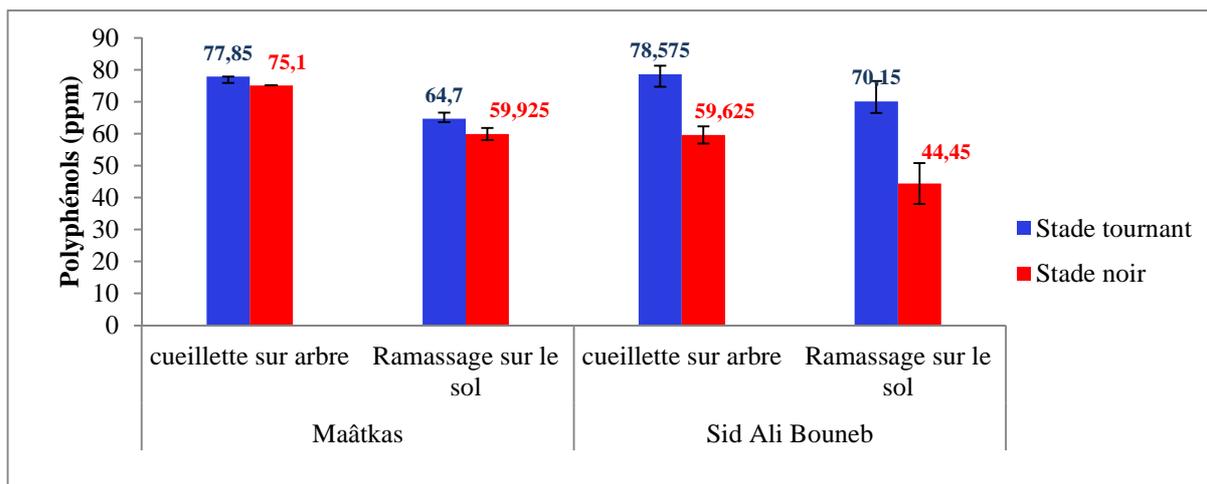


Figure 24. Teneurs en composés phénoliques des échantillons des huiles d'olive analysés.

Les résultats de l'analyse de la variance à trois facteurs ont montré qu'il y a un effet très hautement significatif pour les facteurs région ($p=0,00029$), mode de récolte ($p=0$) et stade de maturité ($p=0$). L'interaction entre les trois facteurs montre un effet non significatif ($p=0,39042$) (Annexe 19).

D'après les résultats obtenus, la teneur en composés phénoliques des huiles d'olive analysées est faible, le taux varie entre 44,45 et 78,575 ppm. Selon la norme C.O.I 2015, l'huile d'olive extra vierge doit contenir 153 à 694 ppm.

La figure 24 montre que la teneur en composés phénoliques est variable selon la région et le mode de récolte et le stade de maturité.

Les teneurs les plus élevées en composés phénoliques sont enregistrées dans les huiles d'olive au stade de maturité tournant pour les deux régions : les valeurs moyennes varient entre 59,925 à 77,85 ppm pour la région de Maâtkas et entre 44,45 à 78,575 ppm pour celle de Sid Ali Bouneb.

Selon le mode de récolte, on remarque que les huiles issues des olives cueillies sur arbre sont plus riches en composés phénoliques comparativement à celles issues des olives ramassées au sol.

Selon la région, on constate que les huiles d'olives de la région de Maâtkas sont plus riches en composés phénoliques que la région de Sidi Ali Bouneb.

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1.1.2.2. 4. La composition en acides gras des huiles d'olive étudiées

L'analyse des esters méthyliques des acides gras totaux, par chromatographie en phase gazeuse (G.P.G), nous a permis d'identifier 9 acides gras dans chaque huile d'olive analysée (Tableau 16).

Tableau 16. Composition en acides gras des huit huiles d'olive des deux régions en (%).

Région		Maâtkas				Sidi Ali Bouneb				Norme de C.O.I. de l'huile d'olive vierge
Acide gras	Dénomination	H1 MTA	H2 MTS	H3 MNA	H4 MNS	H5 STA	H6 STS	H7 SNA	H8 SNS	
Acide gras saturés	Acide palmitique C16:0	17.80 %	16.88 %	15.29 %	15.04 %	18.30 %	18.20 %	17.15 %	15.70 %	7,5 -20 %
	Acide margarique C17:0	0.03 %	0.35 %	0.04 %	0.05 %	Trace	0.06 %	Trace	Trace	≤ 0,3 %
	Acide stéarique C18:0	1.44 %	1.71 %	1.79 %	1.93 %	1.70 %	1.73 %	1.17 %	1.63 %	0,5 – 5 %
	Acide arachidique C20:0	0.25 %	0.37 %	0.28 %	0.31 %	0.25 %	0.26 %	0.13 %	0.34 %	≤0,6 %
	TOTAL %	19,52	19,31	17,4	17,33	20,23	20,25	18,45	17,67	
Acide gras monoinsaturés	Acide Palmitoleique C16:1 ω 9	2.96 %	2.77 %	2.67 %	2.53 %	4.61 %	4.71 %	3.98 %	2.13 %	0,3 – 3,5 %
	Acide oléique C18:1 ω 9	66.25 %	65.96 %	65.18 %	65.54 %	61.68 %	61.18 %	63.31 %	64.65 %	55 – 83 %
	Acide gondoïque C20:1 ω 9	0.17 %	0.22 %	0.22 %	0.23 %	0.13 %	0.18 %	0.16 %	0.16 %	≤ 0,4 %
	TOTAL %	69,38	68,95	68,07	68,3	66,42	66,07	67,45	66,94	
Acide gras polyinsaturés	Acide linoléique C18:2 ω 6	10.80 %	10.48 %	14.11 %	13.89 %	12.85 %	13.23 %	13.88 %	14.90 %	3,5 – 21 %
	Acide linoléique C18:3 ω 3	0.24 %	0.72 %	0.39 %	0.42 %	0.44 %	0.41 %	0.19 %	0.45 %	≤1 %
	TOTAL %	11,04	11,2	14,5	14,31	13,29	13,64	14,07	15,35	

Les résultats de l'analyse des esters méthyliques des acides gras totaux par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G) sur colonnes capillaires des huiles d'olive analysées sont présentés sous forme de chromatogrammes dans les figures 25a et 25b.

Chapitre III : Résultats et discussion

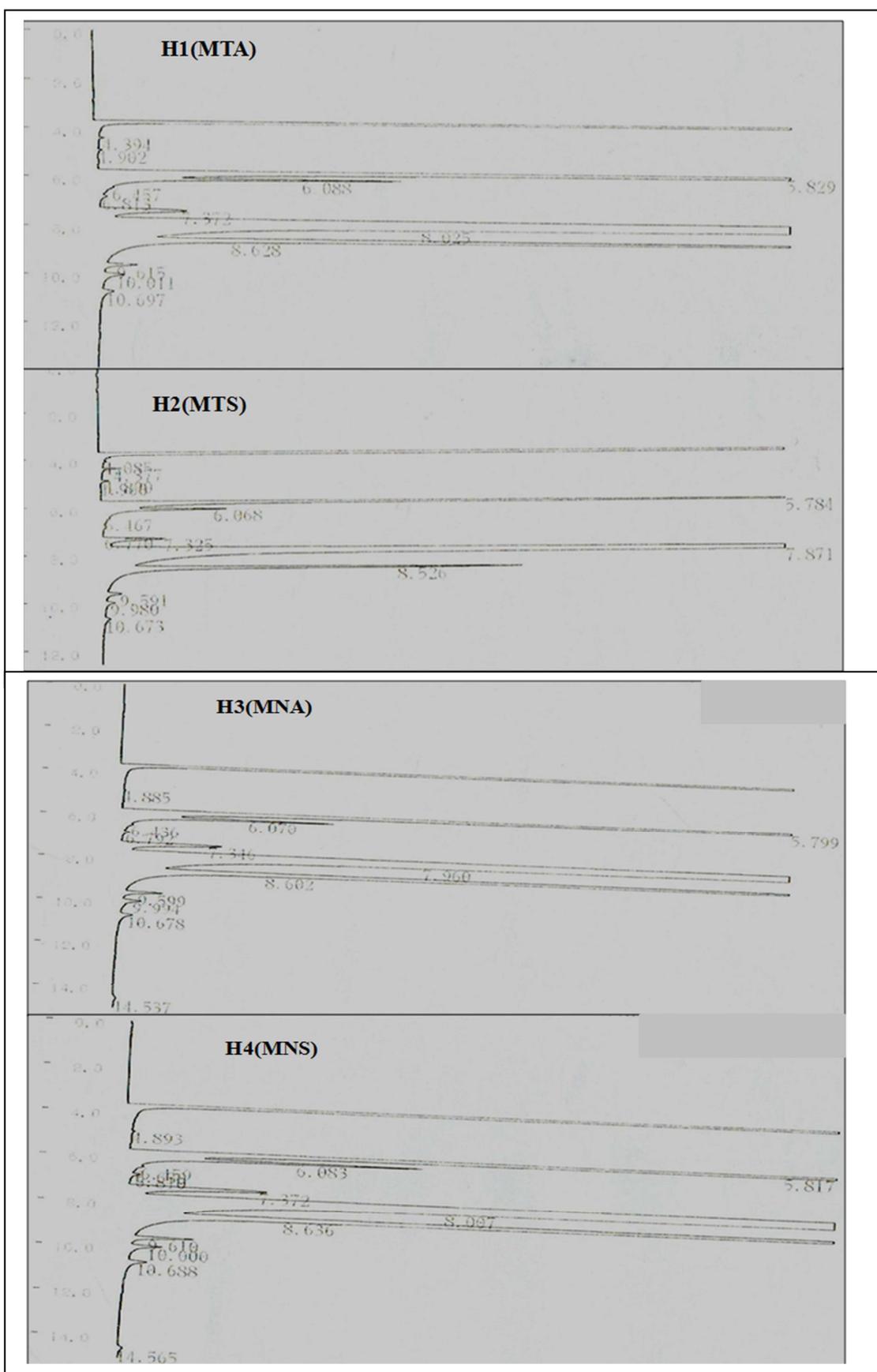


Figure 25a. Chromatogrammes de la composition en acide gras des quatre huiles d'olive de la région de Maâtkas.

Chapitre III : Résultats et discussion

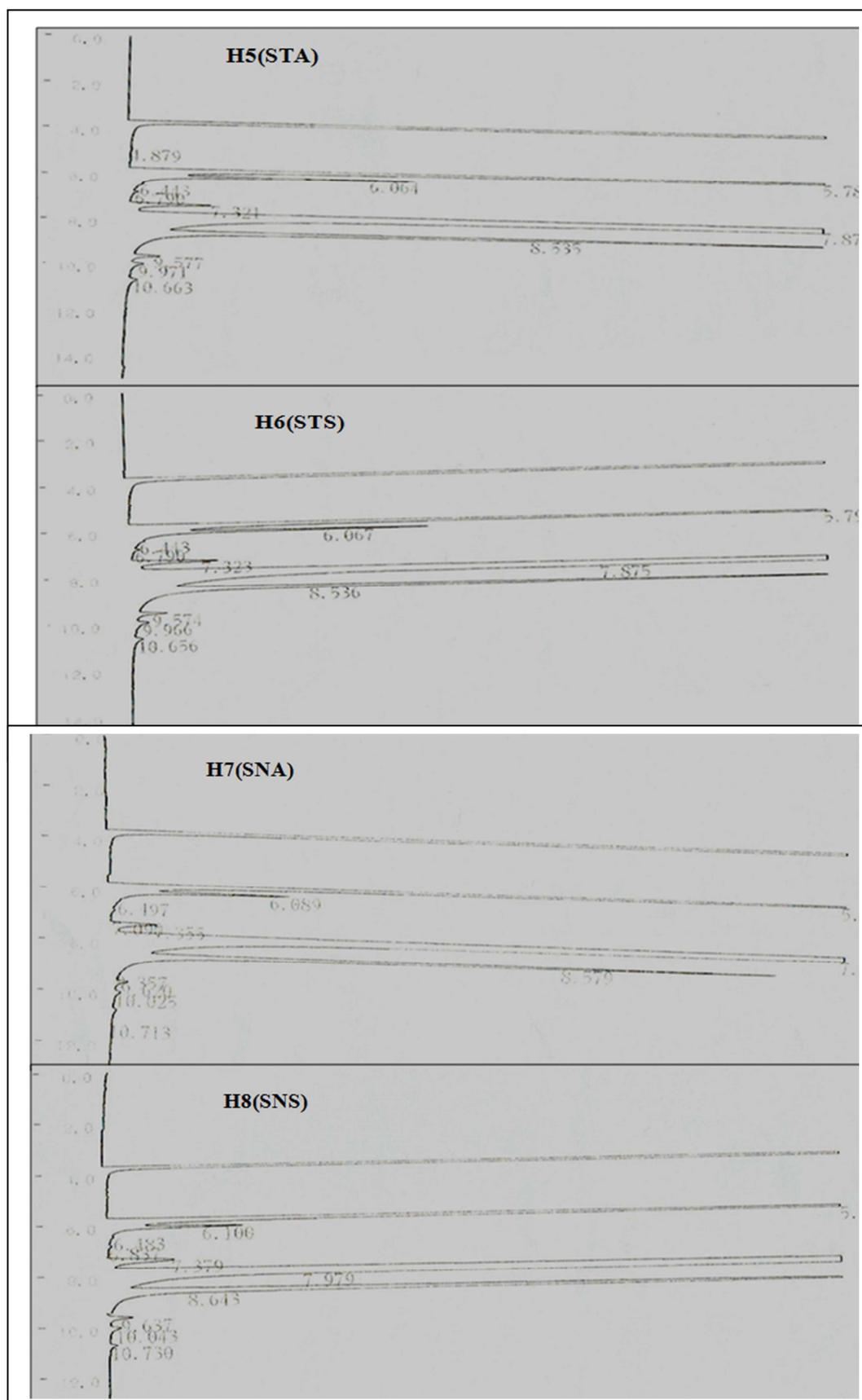


Figure 25b. Chromatogrammes de la composition en acide gras des quatre huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb.

Chapitre III : Résultats et discussion

D'après les chromatogrammes, nous remarquons que la présentation et le nombre des pics, qui représentent les acides gras des huit huiles d'olive sont similaires.

Les résultats montrent une variation en acides gras des huit échantillons d'huile d'olive analysés, ces variations sont en fonction de la région, du mode de récolte et du stade de maturité.

Les résultats montrent que toutes les huiles des deux régions étudiées présentent des teneurs en acides gras répondant aux normes établies par le C.O.I. (2015), à l'exception de l'acide margarique (C17:0) qui présente un taux légèrement supérieur (0,35 %) aux normes du C.O.I. ($\leq 0,3$ %) pour l'huile MTS issue des olives provenant de Maâtkas (au stade de maturité tournant et ramassées au sol). De même pour l'acide palmitoleique (C16:1 ω 9) qui présente des valeurs de (3,98 à 4,71 %) dépassant aussi les normes du C.O.I. (0,3 – 3,5 %) pour les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb : STA, STS et SNA, respectivement (Tableau 16).

L'acide oléique est majoritaire avec des taux qui varient entre 61,68 à 66,25%, suivi de l'acide palmitique (15,04 à 18,29%) et de l'acide linoléique (10,48 à 14,90%) (Tableau 16).

On remarque une augmentation de l'acide linoléique au cours de maturation des olives pour les deux régions (MNA, MNS, SNA et SNS) qui présente des valeurs 14,11, 13,89, 13,88% et 14,90 %, respectivement.

Les acides gras monoinsaturés sont les plus représentés dans l'ensemble des huiles d'olive analysées, avec des taux variant de 66,07 à 69,38%, le taux d'acides gras saturés et polyinsaturés est respectivement de l'ordre de 17,33 à 20,25% et de 11,04 à 14,5%.

III.1.2. Discussion

III.1.2. 1. Indice de maturation

L'indice de maturité est l'un des paramètres qui pourrait nous renseigner sur la maturité du fruit et sa date de récolte.

D'après les résultats obtenus, l'indice de maturité des olives récoltées dans les deux régions de Maâtkas et de Sidi Ali Bounab augmente en allant du stade tournant au stade noir. La couleur du fruit sert de marqueur commun pour le niveau de maturation, exprimé en indice de maturité (IM) (Ruca et Minguez-Mosquera, 2001). L'augmentation de cet indice au cours de la maturation peut être expliquée par le changement de la couleur de l'épiderme qui passe du vert au jaune, puis au rouge violacé et vire enfin au violet foncé, ce qui est dû à l'accumulation des anthocyanines (Minguez-Mosquera et Gallardo-Guerrero, 1995).

Chapitre III : Résultats et discussion

L'époque de maturité des olives est assez difficile à déterminer et peut varier considérablement dans une région ainsi que dans une même oliveraie. Les conditions climatiques, culturales, sanitaires et l'importance de la récolte de chaque arbre peuvent modifier l'état de maturation des fruits (Loussert et Brosse, 1978).

Toutes ces constatations nous mènent à conclure que l'indice de maturité est étroitement lié à la variété, suite à des facteurs génétiques. En effet, certaines variétés entrent en maturation plus vite que d'autres et de ce fait, on distingue des variétés à maturation précoce (El Antari et *al.*, 2003) et des variétés à maturation tardive (Yousfi et *al.*, 2006). C'est le cas de la variété Chemlal qui est une variété à maturation tardive.

III.1.2. 2. Analyses physico-chimiques des huiles d'olive

Les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques des huiles d'olive des deux régions montrent que les critères de la qualité, à savoir : la teneur en eau, l'acidité, l'indice de peroxyde et l'analyse des esters méthyliques des acides gras, sont compatibles aux normes décrites dans le guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile (Anonyme, 2011).

III.1.2. 2.1. Les caractéristiques physiques

III.1.2. 2.1. 1. La teneur en eau et en composés volatiles

L'eau constitue un facteur limitant de la conservation de l'huile d'olive, pour cette raison, elle doit se présenter à un seuil minimum ou complètement absente dans l'huile (Vierling, 2003)

Les faibles teneurs en eau des différentes huiles analysées peuvent s'expliquer par l'extraction de ces huiles avec l'oléodenseur qui ne nécessite pas l'adjonction d'eau pour la séparation des phases huileuses et solides contenant les grignons et les margines. Selon Chimi (2006), les faibles teneurs en eau et en matières volatiles sont dues probablement au bon fonctionnement du système d'extraction et de séparation des phases utilisées.

Ces résultats peuvent être dus aux facteurs de récolte et au stade de maturité des olives. Selon Lavee (1997), la teneur en eau dans le fruit diminue progressivement avec la maturation, mais aussi par les conditions pédoclimatiques des deux régions (la nature du sol et la pluviométrie) et l'état sanitaire du fruit.

En effet la présence des traces plus élevées d'eau dans l'huile MNS=1,25 %, peut favoriser l'hydrolyse enzymatique (lipolyse) des triglycérides libérant des acides gras libres d'où une acidité élevée de l'huile, qui par conséquent dévalorisera sa valeur alimentaire et commerciale

Chapitre III : Résultats et discussion

(Vierling, 2003). Cette dégradation des triglycérides peut favoriser l'augmentation de l'eau dans l'huile.

III.1.2. 2. 2. Les caractéristiques chimiques

III.1.2. 2. 2.1. L'acidité

La mesure de l'acidité d'un corps gras, nous renseigne sur la teneur en acides gras libres résultant de l'hydrolyse enzymatique et thermique des glycérides (mono et di glycérides) (Karleskind, 1992).

Le faible taux d'acidité des huiles d'olive analysées pour les échantillons MTS, MNA, STA, SNA, qui est $\leq 0,8\%$, peut être due au mode de récolte (cueillette sur arbre). Selon El Antari et *al.* (2000), l'acidité de l'huile ne devrait guère dépasser 0,5% dans le cas d'une huile obtenue à partir des olives récoltées à la main et transformées rapidement avec peu ou sans temps de stockage.

L'acidité élevée des huiles d'olive MNS, SNS et STS peut s'expliquer par l'état de maturité avancé des fruits. Elle résulte d'une hydrolyse des triglycérides provoquée par l'action des enzymes libérées lors de la maturation des fruits (Salvador et *al.*, 2001 ; Matos et *al.*, 2007) ou de l'inadéquation des olives avant la trituration surtout pour les huiles d'olive ramassées au sol qui sont soit attaquées par la mouche d'olive ou par la formation des moisissures qui peut augmenter l'acidité de l'huile.

D'après Pokorni (2003), les teneurs élevées en eau favorisent l'hydrolyse des triglycérides ce qui engendre l'augmentation des acides gras libres dans l'huile, c'est le cas de l'huile de la région de Maâtkas MNS qui a un taux d'humidité supérieur à 0,2%.

Selon Tanouti et *al.* (2011), les facteurs responsables d'acidité élevée sont liés au non respect des bonnes pratiques de récolte et de transformation d'huile d'olive. Par ailleurs, l'acidité est un critère d'appréciation de la qualité des huiles alimentaires, sa valeur dépend des conditions de stockage (la nature de l'emballage, la durée de conservation, l'humidité, la température et la présence d'oxygène) (Wolf, 1968).

Par ailleurs, toutes les valeurs d'acidité enregistrées sont conformes à la norme du C.O.I. (2015) qui fixe le taux d'acidité dans l'huile extra vierge $\leq 0,8\%$ et l'huile vierge ≤ 2 .

III.1.2. 2. 2. 2. Indice de peroxyde

Les basses valeurs de l'indice de peroxyde des huiles d'olive pour les deux régions de Maâtkas et de Sidi Ali bouneb sont respectivement de 14 à 18 meq d'O₂/kg, elles sont le résultat 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 température.

Chapitre III : Résultats et discussion

On note que les huiles d'olive provenant d'une cueillette sur arbre à la main ont des valeurs inférieures à celles provenant d'une récolte au sol, cela est dû à l'état sanitaire des olives par la chute physiologique des fruits au sol qui abime les parois cellulaires des fruits et provoque la formation des moisissures, ce qui favorise l'oxydation des lipides.

La légère valeur élevée de l'indice de peroxyde pour les huiles MNS, 18 meq d'O₂/kg et SNS : 14 meq d'O₂/kg, représentées par la variété Chemlal peut être expliqué par l'indice de maturité élevé. Tanouti et *al.* (2011) notent que l'indice de peroxyde augmente avec la maturité des olives.

L'auto-oxydation de l'huile dépend de plusieurs facteurs qui sont, entre autres, le degré d'instauration de l'huile, la présence de traces métalliques, d'eau et de l'emballage ; Amamou (1999) signale que si les olives mises en œuvre sont de bonne qualité, à un stade de maturité adéquat, et si le système de transformation est correct et rationnel, il n'y a pas d'influence significative sur l'indice de peroxyde.

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 huit huiles d'olive par l'oxygène est acceptable.

III.1.2. 2. 2.3. La teneur en composés phénoliques

D'après les résultats obtenus, les faibles teneurs en composés phénoliques des huiles d'olive, qui varient entre 44,45 et 78,575 ppm, peuvent être dues à la différence du degré de maturité des olives, de la variété et de la zone géographique (Garcia, 2003 cité par Benrachou).

La teneur en polyphénols totaux est fortement influencée par la zone de culture malgré que le système d'extraction et la variété soient les mêmes (Meftah, 2013).

Le taux des polyphénols au cours de la maturation des olives a révélé une diminution. Selon Chimi (2001), la composition en polyphénols augmente avec la maturation du fruit jusqu'au stade mi-noir auquel la teneur en composés phénoliques commence à diminuer. Cette variation dépend aussi de l'état des olives, du climat et des procédés d'extraction.

Les teneurs élevées en composés phénoliques sont remarquables dans les huiles d'olive cueillies sur arbre, ceci est dû à l'état sanitaire avant la trituration. Ollivier et *al.* (2004) rapportent que la variation en polyphénols dépend également de l'état des olives, du climat et des procédés d'extraction utilisés pour séparer la phase huileuse de la phase aqueuse. Elle dépend aussi des conditions de conservation de l'huile.

Chapitre III : Résultats et discussion

La concentration des composés phénoliques en relation avec l'acidité et particulièrement l'indice de peroxyde fait ressortir le rôle de ces composés dans la stabilité de l'huile.

Le pouvoir antioxydant de ces polyphénols n'est pas forcément lié à leur teneur élevée en ces composés, il est lié à leur nature chimique notamment l'hydroxytyrosol qui a un meilleur pouvoir antioxydant (Chimi, 2001).

Alar Cón De Lastra et *al.* (2001) ajoutent que la teneur en polyphénols varie en fonction de plusieurs facteurs : le degré de maturation, le climat, le procédé d'extraction et le cultivar.

D'après nos résultats, on constate que la variété Chemlal est pauvre en composé phénolique.

III.1.2. 2. 2. 4. La composition en acides gras des huiles d'olive étudiées

La variation de la teneur en acides gras entre les différents échantillons de l'huile peut être due à la variété, au stade de maturité et à la zone oléicole.

Selon Psomadou et *al.*, (2000), l'acide oléique, l'acide linoléique et l'acide palmitique définissent les propriétés nutritives de l'huile d'olive et jouent un rôle déterminant dans la caractérisation de l'huile d'olive.

Le pourcentage de l'acide linoléique (C18:2) paraît plus important comparativement aux autres acides gras insaturés, ceci peut être expliqué par la présence de l'enzyme « Oléate désaturase » qui transforme l'acide oléique (C18 : 1) en acide linoléique au cours de la maturation (Gutierrez et *al.*, 1999). La variation dans le contenu des acides oléique et linoléique, observée dans nos huiles d'olive, est probablement en relation avec les facteurs génétiques et les conditions environnementales durant le développement du fruit et la maturité (Ben Temmime et *al.*, 2006).

Selon Cimato (1990), la récolte retardée favorise l'augmentation du taux des acides gras insaturés, notamment l'acide linoléique, au détriment de l'acide palmitique. Les acides gras mono-insaturés ont une grande importance en raison de leurs implications nutritionnelles et leurs effets sur la stabilité oxydative des huiles (Abaza et *al.*, 2003).

III.2. Tests par contact

III.2.1. Résultats des tests par contact

III.2.1.1. Effet des huit huiles d'olive sur la longévité de *R. dominica*

Les résultats de l'analyse de la variance à quatre facteurs de classification (mode de récolte, stade de maturité, dose et temps) pour les huiles d'olive de la région de Maâtkas montrent une différence non significative pour les facteurs mode de récolte ($p=0,24269$) et temps ($p=0,12129$) et très hautement significative pour les facteurs stade de maturité et dose ($p=0$). L'interaction entre les quatre facteurs présente un effet non significatif ($P=0,95908$) (Annexe 20).

Les résultats de l'analyse de la variance obtenus à quatre facteurs de classification (mode de récolte, stade de maturité, dose et temps) pour les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb montrent une différence très hautement significative pour les facteurs mode de récolte, dose et temps ($p=0$) et une différence significative pour le facteur stade de maturité ($p=0,03299$). L'interaction entre les quatre facteurs présente un effet non significatif ($P=0,99$) (Annexe 21).

D'après les résultats obtenus, le taux de mortalité des adultes de *R. dominica* varie selon le stade de maturité, le mode de récolte et l'origine des huiles d'olive (figures 26 et 27).

Le taux de mortalité de *R. dominica* augmente au fur et à mesure que la dose de l'huile d'olive et le temps d'exposition augmentent pour les deux régions. Ce taux est plus élevé à la dose 0,4 ml/25g de blé dur après 24 heures du lancement des tests. Les taux moyens de mortalité de cet insecte varient de $94 \pm 8,944\%$ à $100,00 \pm 0,00\%$ pour la région de Maâtkas et de $93 \pm 5,701\%$ à $100,00 \pm 0,00\%$ pour celle de Sidi Ali Bouneb, tandis qu'ils sont nuls pour les témoins (0%).

Après 96 heures de traitement, la plus faible dose 0, 2ml ne provoque qu'une faible mortalité chez *R. dominica*, avec des taux moyens de mortalité des adultes variant de $24 \pm 14,748\%$ à $75 \pm 21,506\%$ pour la région de Maâtkas et de $21 \pm 13,874\%$ à $69 \pm 22,192\%$ pour celle de Sidi Ali Bouneb (figures 26 et 27).

Selon le mode de récolte, le taux de mortalité des adultes de *R. dominica* pour les deux régions et après 96 heures de traitement aux différentes doses, est plus élevé avec les huiles issues des olives cueillies sur l'arbre qu'avec celles issues des olives ramassées au sol.

Chapitre III : Résultats et Discussion

Pour la région de Maâtkas:

- les huiles issues des olives cueillies sur arbre ont provoqué des taux de mortalité qui varient entre $24 \pm 14,748\%$ (MTA) et $75 \pm 21,506\%$ (MNA) pour la dose 0,2 ml/25g de blé dur et entre $97 \pm 4,472\%$ (MTA) et $99 \pm 2,236\%$ (MNA) pour la dose 0,4 ml/25g de blé dur.
- les huiles issues des olives ramassées au sol ont provoqué des taux de mortalité qui varient entre $30 \pm 12,247\%$ (MTS) et $60 \pm 33,727\%$ (MNS) pour la dose 0.2 ml/25g de blé dur et entre $99 \pm 4,236\%$ (MTS) et $100 \pm 0,00\%$ (MNS) pour la dose 0.4 ml/25g de blé dur.

Pour la région de Sidi Ali Bouneb:

- les huiles issues des olives cueillies sur arbre ont provoqué des taux de mortalité qui varient entre $44 \pm 18,841\%$ (STA) et $69 \pm 22,192\%$ (SNA) pour la dose 0.2 ml/25g de blé dur et entre $95 \pm 6.124\%$ (STA) et $99 \pm 2,236\%$ (SNA) pour la dose 0.4 ml/25g de blé dur.
- les huiles issues des olives ramassées au sol ont provoqué des taux de mortalité qui varient entre $21 \pm 13.874\%$ (STS) et $25 \pm 19.685\%$ (SNS) pour la dose 0.2 ml/25g de blé dur et entre $98 \pm 2.739\%$ (STS) et $100 \pm 0,00\%$ (SNS) pour la dose 0.4 ml/25g de blé dur.

Selon le stade de maturité, la présentation graphique des résultats (figures 26 et 27), montre qu'à l'exception de l'huile STA (à la dose 0,2 ml), les huiles issues des olives récoltées au stade de maturité noire sont généralement plus efficaces sur *R. dominica* que celles issues des olives récoltées au stade tournant. L'huile d'olive MNA s'avère la plus efficace sur ce ravageur, suivie des huiles STA, MNS, SNA, MTS, SNS, MTA, STS, respectivement.

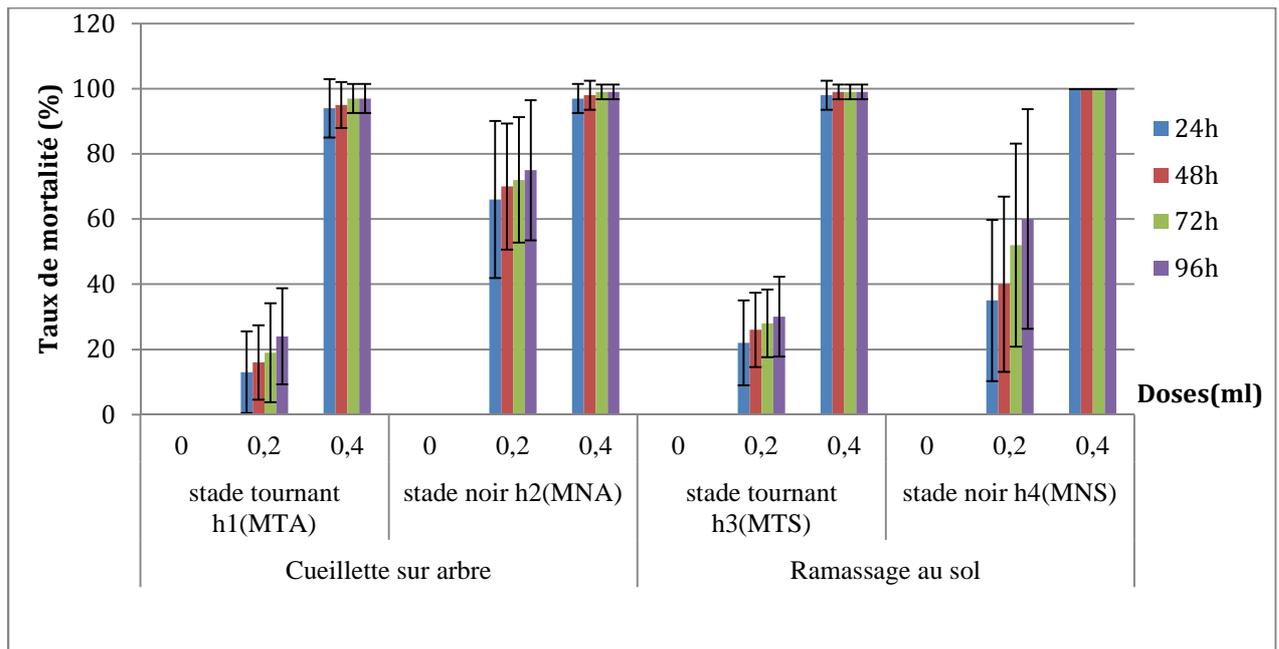


Figure 26. Taux moyen de mortalité chez *R. dominica* avec les huiles d'olive de la région de Maâtkas.

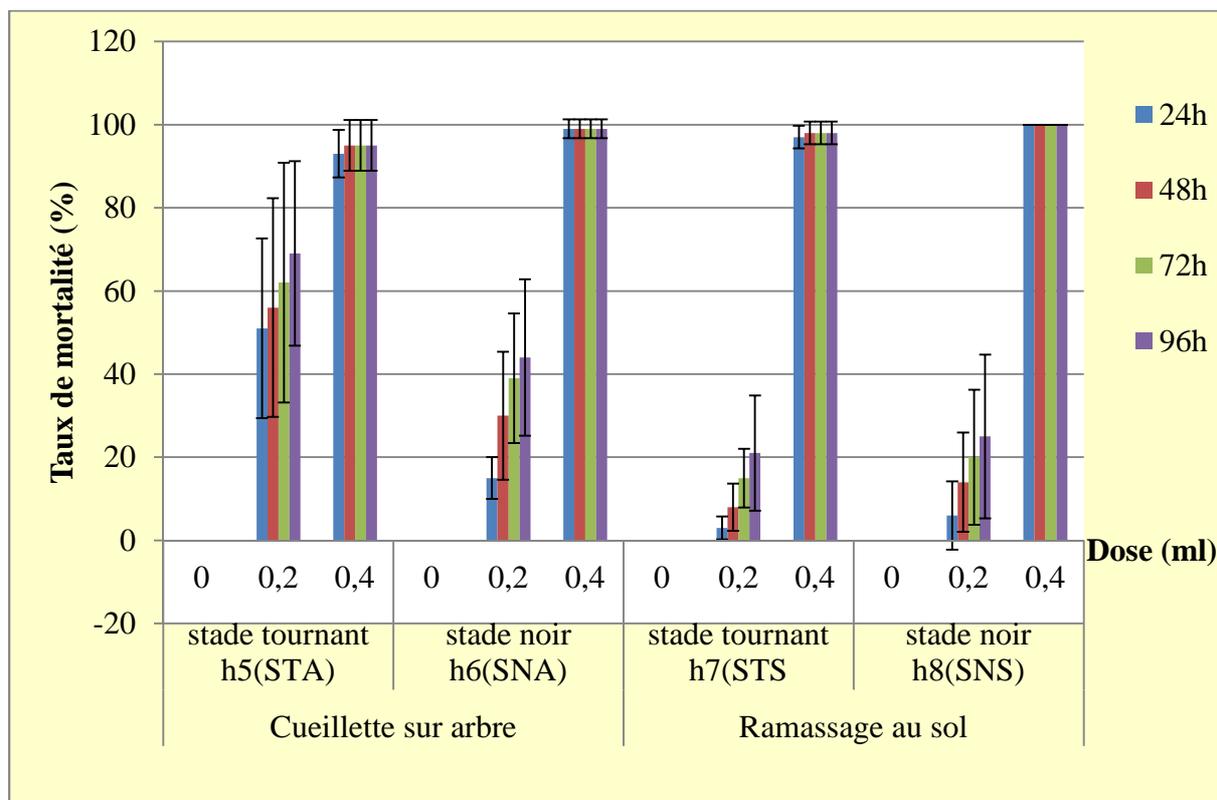


Figure 27. Taux moyen de mortalité chez *R. dominica* avec les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb.

III.2.1. 2. Effet des huit huiles d'olive sur la longévité de *S. oryzae*

Les résultats de l'analyse de la variance obtenus à quatre facteurs de classification pour les huiles d'olive de la région de Maâtkas montrent que les facteurs mode de récolte, stade de maturité, dose et temps présentent une différence très hautement significative ($p=0.00$). L'interaction entre les quatre facteurs présente une différence hautement significative ($P = 0,00249$) (Annexes 22).

Les résultats de l'analyse de la variance obtenus à quatre facteurs de classification pour les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb montrent une différence significative pour le facteur mode de récolte ($p=0,04855$), une différence non significative pour le facteur stade de maturité ($p=0,11406$) et une différence très hautement significative pour les facteurs temps et dose ($p=0.00$). L'interaction entre les quatre facteurs présente une différence non significative ($P = 0,40168$) (Annexes 23).

Les figures 28 et 29 montrent que, pour les deux régions, le taux de mortalité des adultes *S. oryzae* varie selon le stade de maturité, le mode de récolte et l'origine des huiles d'olive.

Le taux de mortalité des adultes *S. oryzae* augmente au fur et à mesure que la dose de l'huile d'olive et le temps d'exposition augmentent pour les deux régions.

Pour les témoins (0 ml), le taux de mortalité des adultes de *S. oryzae* atteint les 4% pour la région de Maâtkas et 3% pour celle de Sidi Ali Bouneb après 96 heures de traitement. L'évaluation de l'activité biologique des huiles étudiées se fait par le calcul de la mortalité corrigée par l'insecte *S. oryzae*.

Toutes les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb (quel que soit le stade de maturité des olives) se sont révélées les plus efficaces à l'égard de *S. oryzae*, avec 100% de mortalité après 48 heures d'exposition à la plus forte dose (0.4ml/25g) et après 72 heures à la plus faible dose (0.2ml/25g).

Les huiles d'olive de la région de Maâtkas provoquent des taux de mortalité variables. Elles sont plus efficaces après 96 heures du lancement des traitements avec des taux de mortalité qui varient entre $87 \pm 14,46771\%$ et $100,00 \pm 0,00\%$ pour la dose 0.4ml/25g, et entre $60 \pm 29,3052\%$ et $100,00 \pm 0,00\%$ pour la dose 0.2ml/25g de blé dur. Après 24 heures du traitement, à la faible dose 0,2ml/25g de blé dur, la mortalité de *S. oryzae* est faible, avec des taux moyens allant de $15 \pm 3,69381\%$ à $86 \pm 1,7536\%$. A la dose 0.4ml/25g de blé dur, la mortalité est importante et varie de $52 \pm 28,35464\%$ à $100 \pm 0,00\%$ (figure 28 et 29).

Les taux de mortalité les plus élevés pour cette région ont été enregistrés avec les huiles issues des olives ramassées au sol (figures 28 et 29). La figure 28 montre aussi que l'huile d'olive MNS (issue des olives récoltées au stade de maturité noire et ramassées au sol) est plus toxique vis-à-vis de *S. oryzae* (après 96 heures du lancement des tests et aux différentes doses) suivie par les huiles MNA, MTS et MTA, respectivement.

Après 24 heures des différents traitements, on peut classer les huit huiles d'olive selon leur efficacité pour les deux régions comme suit : STS, SNS, STA, MNS, SNA, MTA, MNA et MTS.

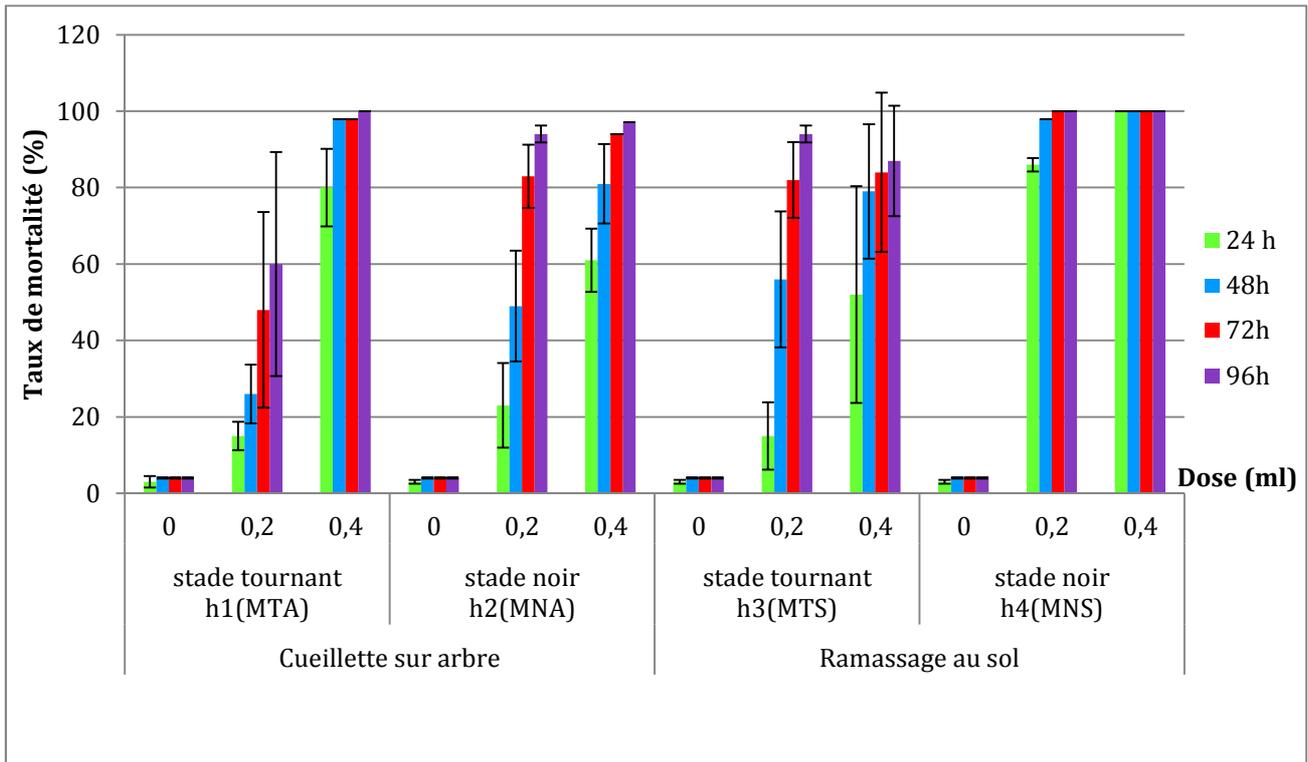


Figure 28. Taux moyens de mortalité chez *S. oryzae* avec les huiles d'olive de la région de Maâtkas.

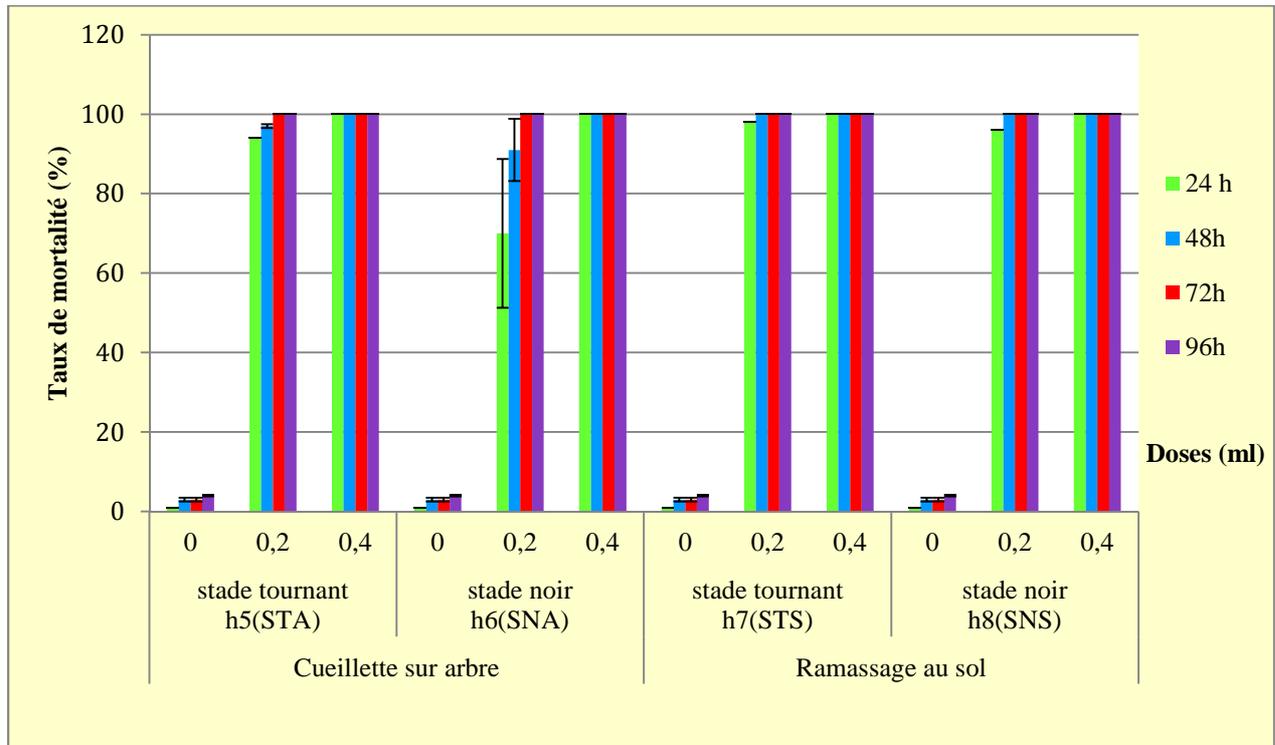


Figure 29. Taux moyens de mortalité chez *S. oryzae* avec des huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb.

En comparant la toxicité des huit huiles d'olives contre les deux insectes :

- d'après les figures 26, 27, 28 et 29, nous constatons que les taux de mortalité des adultes de *R. dominica* et *S. oryzae* sont proportionnels à la dose des huiles d'olive utilisée et à la durée d'exposition.
- le taux de mortalité chez *R. dominica* et *S. oryzae* est plus élevé à la dose 0.4 ml/25g qu'à la dose 0,2ml/25g après 96 heures du lancement des tests.
- parmi les deux coléoptères étudiés, *R. dominica* a été comparativement le plus résistant à l'égard des huit huiles d'olive étudiées des deux régions.
- la toxicité des huiles d'olive sur *R. dominica* est plus élevée avec les huiles d'olive de la région Maâtkas comparativement à la région de Sidi Ali Bouneb et contrairement pour *S. oryzae*.

III.2.2. Discussion

D'après les résultats obtenus, les huit huiles d'olive testées ont révélé une activité biologique très importante à l'égard des adultes de *R. dominica* et *S. oryzae*. Cette activité varie selon l'insecte ravageur, le stade de maturité et l'origine des huiles.

L'effet insecticide des différentes huiles est observé après 24 heures de traitement à la plus forte dose (0,4 ml / 25g de graines), et après 96 heures à la plus faible dose (0,2ml / 25g de grains de blé dur).

Nous constatons, par ailleurs, que la dose 0,4ml s'est avérée la plus efficace et la plus toxique vis-à-vis des adultes de *R. dominica* et *S. oryzae* car elle provoque une mortalité presque totale au bout de 96 heures.

Les résultats obtenus montrent aussi que la méthode de récolte et le stade de maturité des olives agissent sur le taux de mortalité chez les deux insectes.

Ainsi nous constatons que les huiles issues des olives cueillies sur arbre sont plus efficaces que les huiles issues des olives ramassées sur le sol, chez *R. dominica* après 96 heures du lancement des tests. L'huile MNA a enregistré le taux de mortalité le plus important, suivie des huiles STA, MNS, SNA, MTS, SNS, MTA, STS, respectivement.

Concernant *S. oryzae*, les résultats sont différents, les taux de mortalité sont plus marqués avec les huiles issues des olives ramassées au sol qu'avec celles issues des olives cueillies sur arbre. En outre, les olives récoltées au stade de maturité noire présentent des huiles plus toxiques, notamment après 96 heures de traitement, que celles récoltées au stade tournant. Les huiles testées sont classées selon leur toxicité vis-à-vis de ce ravageur comme suit : STS, SNS, STA, MNS, SNA, MTA, MNA et MTS.

On peut supposer que cette augmentation du taux de mortalité des huiles issues des olives ramassées au sol peut être due à certaines modifications des caractéristiques physico-chimiques comme par exemple: le taux de l'acide linoléique qui est un peu élevé par rapport aux huiles cueillies sur arbre, l'augmentation du taux d'acidité surtout pour l'huile STS (1.071%) et de l'indice de peroxyde pour l'huile SNS (14 meq O₂/kg).

Des études similaires ont été réalisées sur l'effet des bioinsecticides à l'égard des adultes de *R. dominica*, *S. oryzae* et divers ravageurs des grains stockés.

Mammar et Gada (2013) ont obtenu des taux de mortalité de 100 % des adultes de *R. dominica* 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 0,8 ml / 50g de grains de blé tendre.

Nikpay (2006) indique que les huiles végétales (huile de camomille, d'amande douce et de coconut) entraînent un taux de mortalité significatif (95%) contre les adultes de *R. dominica*, à la plus forte dose testée (10 ml/ kg), en moins de 24 h d'exposition sur les grains de blé.

Khreis (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.

Par ailleurs, Don Pedron (1989) suggère que la mort des insectes traités par les huiles végétales serait due au manque d'oxygène ou à une interférence avec la respiration, entraînant l'étouffement de l'insecte.

Nous pensons que cette toxicité peut être due à la composition chimique des huiles d'olive qui sont très riches en acide oléique, acide palmitique et acide linoléique (tableau 6). C'est ainsi que Seck (1994) a observé un taux de mortalité de 59% des œufs de *C. maculatus* avec l'acide oléique (2.40 ml/kg) et l'acide linoléique (4.82 ml/kg) et de 23, 6% avec le mélange des quatre acides gras (oléique, linoléique, palmitique et stéarique) contre 2.6% pour les témoins.

Par ailleurs Kellouche (2005) note que la réduction de la longévité et de la fécondité des adultes de *C. maculatus* peut être due à l'action des acides gras. Cette action est plus significative dans les traitements effectués avec les huiles d'olive, comparativement aux traitements réalisés avec l'huile de tournesol. La plus grande différence entre ces deux types d'huiles concerne leur concentration en acide oléique et en acide linoléique.

L'efficacité des huiles d'olive testées est due à leur composition en acide gras en particulier l'acide oléique, dont l'activité à l'égard de la bruche du niébé a été mise en évidence (Prates et al. 1998 ; Ait-Aider et al. 2016).

D'autre part, Mammari et Gada (2013) ont conclu que la toxicité des deux variétés de l'huile d'olive Azeradj et Chemlal, à l'égard de *R. dominica*, pourrait être également attribué aux acides gras (acide oléique, acide linoléique, acide palmitique) qui sont présents en proportion élevée.

D'après les résultats obtenus par Prates et al. (1998), les monoterpènes, le cinéol et le limonène, ont un effet insecticide important à l'égard de *R. dominica* et *T. castaneum*, ces substances sont toxiques une fois introduites à l'intérieur de l'organisme de l'insecte, soit par voie respiratoire (fumigation) ou par voie cutanée (contact physique) ou par ingestion.

Gakuru et Foua-Bi (1995) ont montré que la mortalité de *S. oryzae* et de *Callosobruchus maculatus*, augmente avec les doses croissantes des extraits éthériques d'*Ocimum basilicum* et d'eucalyptus.

Kellouche et al. (2004) ont constaté aussi que les huiles d'olive de première pression et de deuxième pression réduisent de façon très hautement significative, la longévité des bruches adultes, lorsque la dose augmente de 0,1 à 0,8ml/50g de graines de niébé.

Ainsi, Kellouche (2005) a conclu, qu'avec des doses allant de 0.1 ml à 0.8 ml/50mg de *V. unguiculata*, l'huile d'olive vierge, l'huile d'olive de deuxième pression, les huiles d'oléastre et de tournesol, réduisent de manière très significative la durée de vie des adultes de *C. maculatus*.

III.3. Effet des huit huiles d'olive sur les caractéristiques des grains de blé dur

III.3.1. Effet des huiles d'olive sur le poids des grains de blé dur

Les résultats de l'analyse de la variance relatifs à l'effet insecticide des huit huiles d'olive sur le poids des grains de blé dur infestés par *R. dominica* révèlent que celui-ci subit une variation très hautement significative suivant le facteur origine des huiles d'olive ($P = 0,00027$) et le facteur dose ($P = 0,0000$) et non significative pour le facteur mode de récolte ($P = 0,97284$), le facteur stade de maturité ($P = 0,7499$) et l'interaction entre les quatre facteurs origine des huiles x dose x mode de récolte x stade de maturité ($P = 0,44257$) (Annexe 24).

Par ailleurs, les résultats de l'analyse de la variance relatifs à l'effet insecticide des huit huiles d'olive sur le poids des grains de blé dur infestés par *S. oryzae* révèlent que ce dernier subit aussi une variation significative suivant le facteur origine des huiles d'olive ($P = 0,02347$), très hautement significative pour le facteur dose ($P = 0,0000$) et non significative pour le facteur mode de récolte ($P = 0,63743$), le facteur stade de maturité ($P = 0,10548$) et l'interaction entre les quatre facteurs origine des huiles x dose x mode de récolte x stade de maturité ($P = 0,87605$) (Annexe 25).

Les grains infestés par les deux ravageurs ont enregistré des pertes importantes en poids dans les lots témoins non traités. Le poids des grains varie entre (1.4 et 3.8%) selon l'origine des huiles d'olive utilisées (Figure 30 et 31).

Par contre dans les lots traités avec les doses de 0,2 et 0.4ml/25g de blé dur, les pertes sont faibles, le poids des grains varie entre (24,51g) en moyenne pour la dose 0.2 ml/25g et (24,62g) en moyenne pour la dose 0.4 ml/25g. Néanmoins, à la dose 0.2ml/25g de blé dur, les pertes en poids ont légèrement augmenté chez les grains infestés par *R. dominica* et traités avec les huiles MTA, MNS et STS, et chez les grains infestés par *S. oryzae* et traités avec l'huile STS (Figures 30 et 31).

Les grains de blé dur infestés par *R. dominica* et traités avec les huit huiles d'olive enregistrent presque les mêmes pertes en poids, respectivement aux doses 0,2ml et 0,4ml / 25g et quels que soient le mode de récolte et le stade de maturité. Selon l'origine des olives, on remarque que les grandes pertes relativement importantes ont été enregistrées dans les grains traités avec les huiles de la région de Sidi Ali Bouneb.

Les pertes en poids sont plus marquées dans les grains de blé dur attaqués par *R. dominica*, comparativement à que ceux attaqués par le charançon du riz *S. oryzae*.

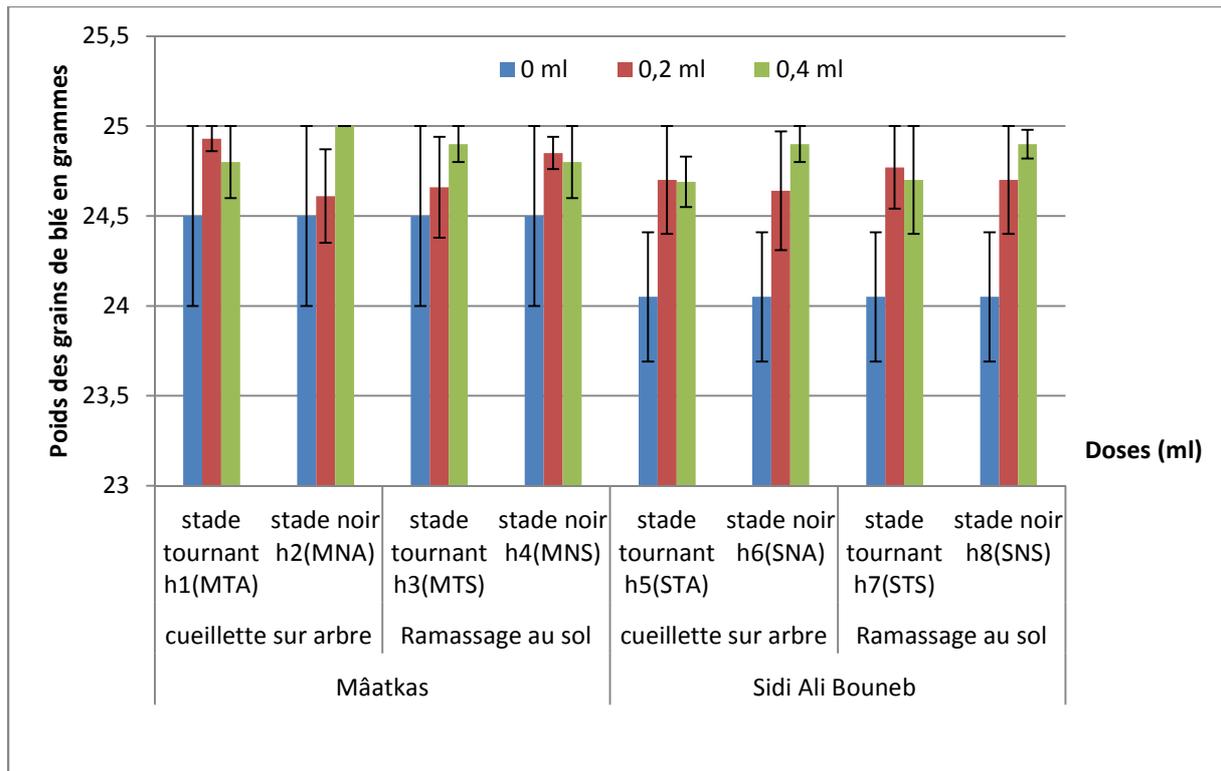


Figure 30. Poids des graines de blé dur (en g/25g) infestés par *R. dominica* et traités avec les huiles d'olive des deux régions : Maâtkas et Sidi Ali Bouneb.

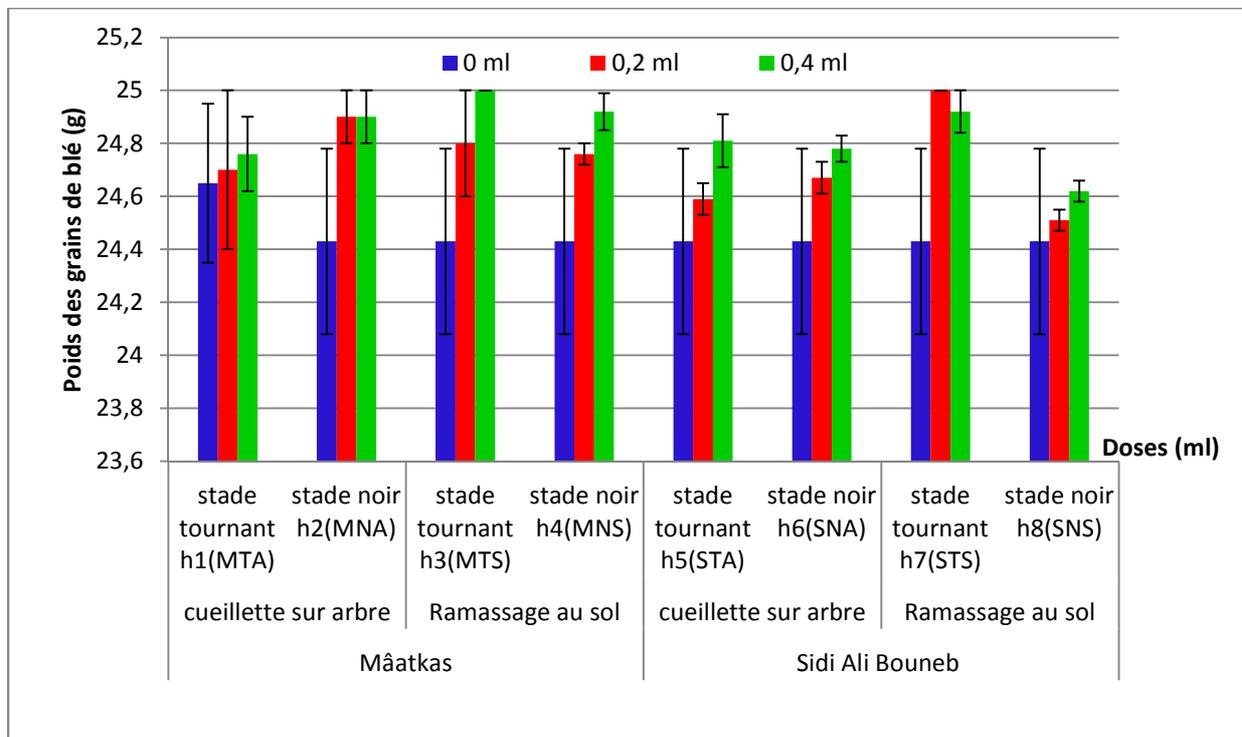


Figure 31. Poids des graines de blé dur (en g/25g) infestés par *S. oryzae* et traités avec les huiles d'olive des deux régions : Maâtkas et Sidi Ali Bouneb.

III.3.2. Effet des huit huiles d'olive sur la faculté germinative des graines de blé dur

Les résultats de l'analyse de la variance relatifs à l'effet insecticide des huit huiles d'olive par contact sur le pouvoir germinatif des grains de blé dur, infestés par *R. dominica* révèlent une variation non significative suivant le facteur origine des huiles d'olive ($P = 0,92684$), le facteur mode de récolte ($P = 0,78727$) et le facteur stade de maturité ($P = 0,08255$) et très hautement significative pour le facteur dose ($P = 0,000$). Par ailleurs, l'effet de l'interaction entre les quatre facteurs n'est pas significatif ($P = 0,64815$) (Annexe 26).

Les résultats de l'analyse de la variance relatifs à l'effet insecticide des huit huiles d'olive par contact sur la germination des grains de blé dur germé infestés par *S. oryzae* variation non significative suivant le facteur origine des huiles d'olive ($P = 0,87015$) et le facteur mode de récolte ($P = 0,11478$), très hautement significative pour le facteur stade de maturité ($P = 0,00085$) et le facteur dose ($P = 0,000$) et non significative pour l'interaction entre les quatre facteurs ($P = 0,09191$) (Annexe 27).

Les résultats obtenus montrent que le nombre de grains germés (traités avec les huit d'olive et infestés par les deux coléoptères étudiés), est inversement proportionnel aux différentes doses testées.

Les figures 32 et 33 montrent que les grains non traités avec les différentes huiles d'olive présentent des taux de germination très élevés (78,8 à 92%), par rapport aux grains traités et infesté par *R. dominica* (47,6 à 80%) et *S. oryzae* (34,4 à 74%).

Les grains infestés par *R. dominica* et traités avec les différentes huiles d'olive présentent, généralement, des taux de germination presque identiques quel que soit le mode de récolte, le stade de maturité et l'origine des huiles testées (figure 32). Par contre, les grains infestés par *S. oryzae* et traités avec les huiles, issues des olives récoltés au stade de maturité tournant (T) présentent des taux de germination plus élevés par rapport à ceux traités avec les huiles issues des olives récoltés au stade de maturité noir (N). En plus, les grains traités avec la dose 0,2 ml/25g ont enregistré des taux de germination plus importants par rapport à ceux traités avec la dose 0,4 ml/25g de blé dur (figure 4).

Chapitre III : Résultats et Discussion

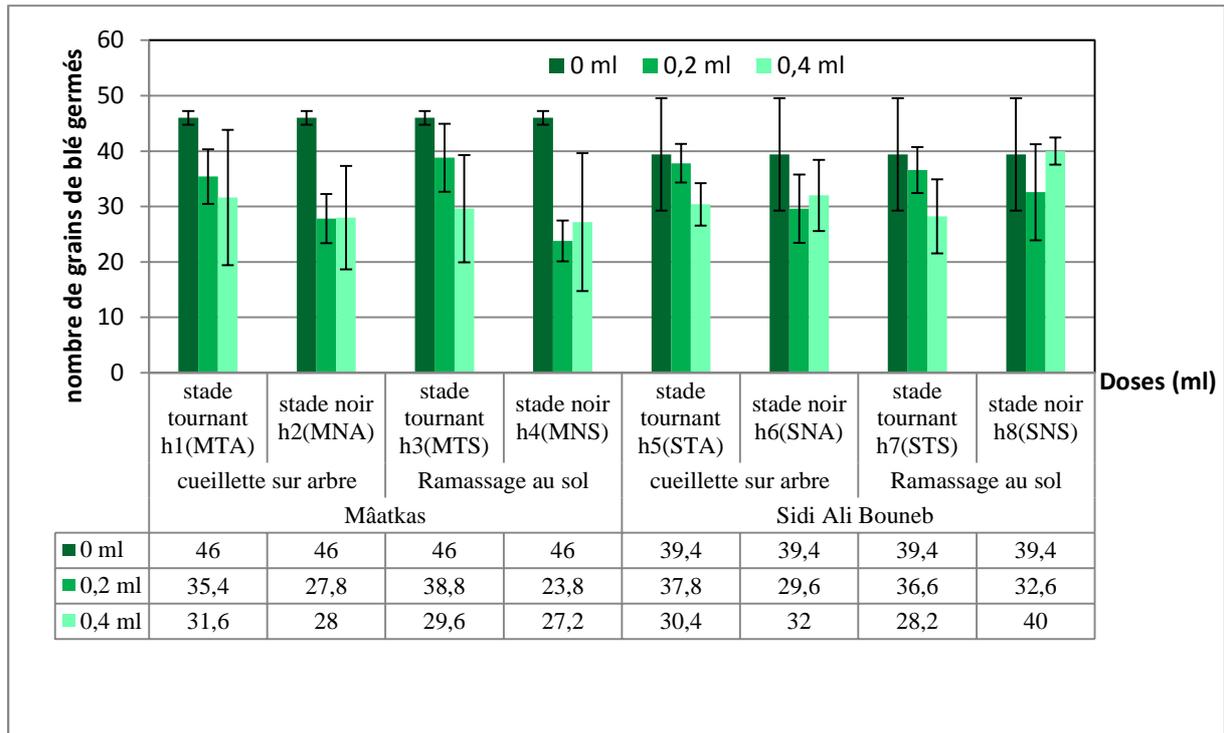


Figure 32. Nombre de grains de blé dur germés, infestés par *R. dominica* et traités avec les huiles d'olive des deux régions : Maâtkas et Sidi Ali Bouneb.

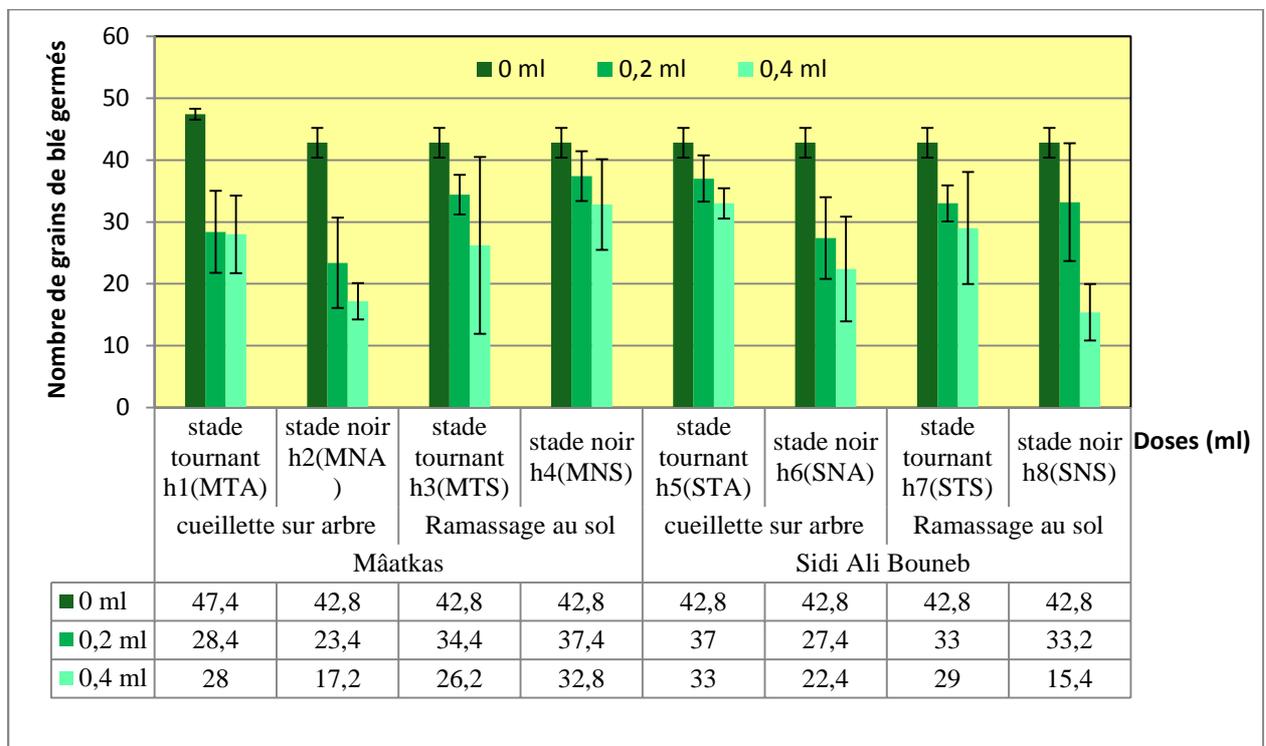


Figure 33. Nombre de grains de blé dur germés, infestés par *S. oryzae* et traités avec les huiles d'olive des deux régions : Maâtkas et Sidi Ali Bouneb.

III.3.3. Discussion

III.3.3.1. Effet des huiles d'olive sur le poids des grains de blé dur

D'après nos résultats, nous avons constaté que les pertes en poids des grains de blé dur infestés par *R. dominica* et *S. oryzae* sont inversement proportionnelles aux doses des différentes huiles d'olive utilisées. Plus la dose augmente plus les pertes en poids des grains traités diminuent (figures 30 et 31).

L'huile d'olive de la variété Chemlal peut préserver le poids des grains de blé dur exposés au petit capucin des grains et au charançon du riz. En effet, l'origine de l'huile d'olive et les différentes doses utilisées agissent d'une manière significative à très hautement significative sur la préservation du poids des grains de blé dur.

Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par plusieurs auteurs comme. Namane et Mezani (2014) et Bouzidi et Toubal (2015) qui ont constaté que les graines de niébé traitées avec les huiles d'olive de différentes régions de Kabylie, à la plus forte dose 0,4ml / 25g et infestées par *C. maculatus*, ne subissent pas de pertes en poids. Selon Pachao et al. (1995), les huiles de soja et de ricin assurent une protection totale aux grains de *Cicer arietinum* L., aux doses de 5 et 10 ml/kg à l'égard des infestations de *C. maculatus*, pendant respectivement 60 et 150 jours.

Par ailleurs, 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 affecte la ponte des œufs ainsi que le développement de l'embryon et de la larve à la surface des grains.

Ogunbite 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 en contact avec 20g de grains de maïs.

III.3.3.2. Effet des huiles d'olive sur la faculté germinative des grains de blé dur

Nous avons remarqué que le nombre le plus élevé des grains de blé dur germés est enregistré dans les lots des grains non traités (témoins), les chiffres les plus élevés sont en moyenne de 46 grains germés/50 grains dans les lots infestés par *R. dominica*, et de 47,4 grains germés/50 grains dans les lots infestés par *S. oryzae*.

En général, dans les lots infestés par *R. dominica*, le taux de germination des grains diminue avec l'augmentation de la dose de l'huile d'olive quels que soit l'origine des huiles, le mode de récolte et le stade de maturité des olives. Dans les lots infestés par *S. oryzae*, le taux de germination des grains diminue aussi avec l'augmentation de la dose de l'huile d'olive quels que soit l'origine des huiles et le mode de récolte, mais il est plus important dans les lots traités avec les huiles issues des olives récoltées au stade de maturité tournant. Ceci

peut être relié aux caractéristiques physico-chimiques de ces huiles qui sont plus riches en acides gras saturés (essentiellement en l'acide palmitique) (tableau 16 dans la partie « Résultats des analyses physico-chimiques » qui peuvent affecter le pouvoir germinatif des grains.

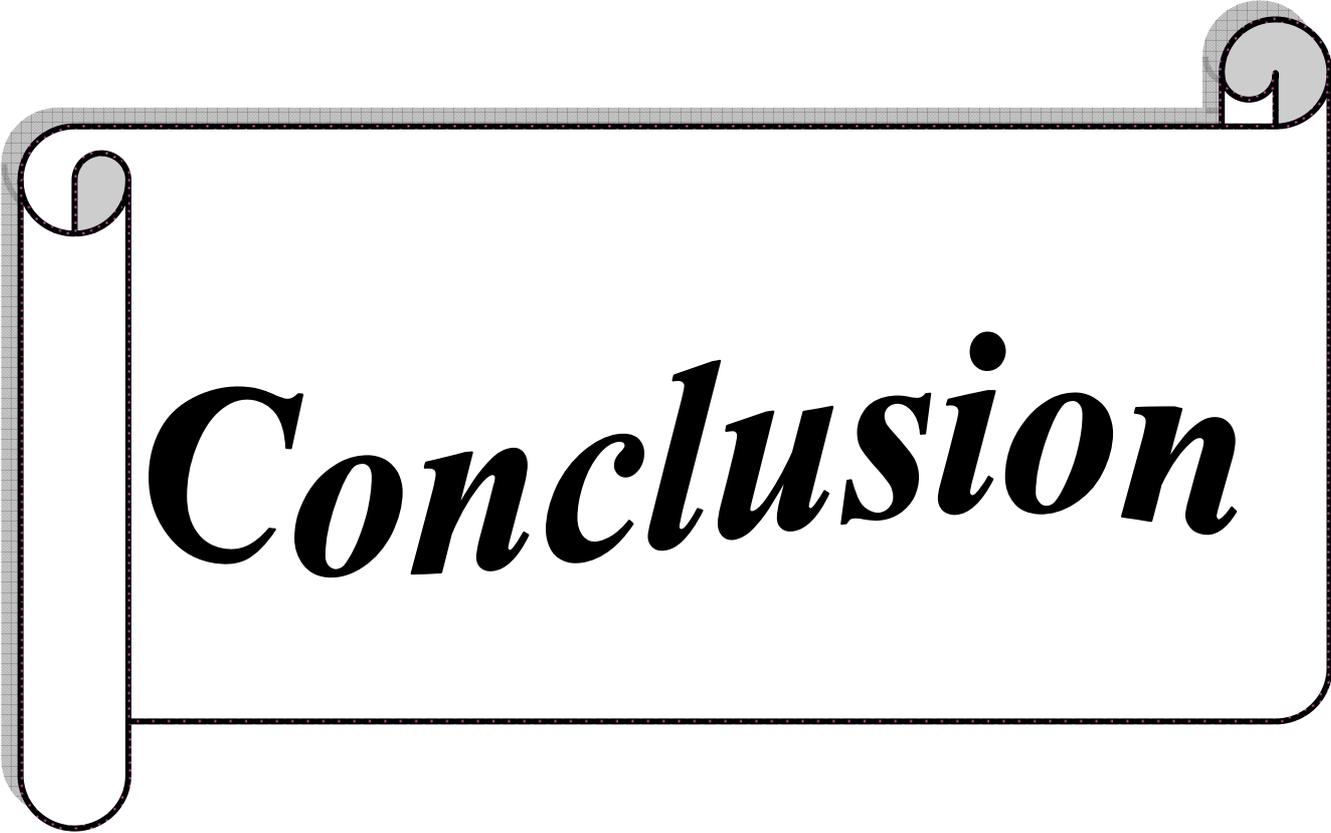
Ces résultats impliquent que les huit huiles d'olive testées, notamment à la plus forte dose 0.4ml/25g, ont affecté le pouvoir germinatif des grains de blé dur.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Bellahssen (2005) qui note que la faculté germinative est affectée d'une façon très hautement significative à la forte dose (0,8ml) avec le traitement des graines du niébé avec l'huile de l'ail, de sésame et celle des graines de nigelle. Et d'après Rabia (2004), la germination des graines à la dose 0.8ml, est légèrement affectée par l'huile de germe du blé (91%) mais elle diminue à 83% pour l'huile de noix de coco. Sharam et Singh (1993) cités par Rabia (2004), précisent que les huiles de sésame et de noix de coco réduisent significativement le taux de germination des graines de pois-chiche.

Nos résultats sont différents de ceux de Kellouche (2005) qui a confirmé que, même à long terme, la faculté germinative des graines traitées avec l'huile d'olive et d'oléastre, n'est pas affectée, les traitements assurent donc une bonne protection durant une période de neuf mois, à l'égard des attaques de la bruche du niébé.

Pour Benbelkassem et Benarab (2011), l'huile d'olive vierge, de deuxième pression et les margines n'affectent pas le taux de germination des grains (environ 90% de germination).

Par ailleurs, Adli et Belmadani (2003) signalent que les huiles de soja, de ricin, de tournesol et d'amande douce n'affectent pas la faculté germinative des graines de niébé traitées aux doses 0.2 et 0.4ml, mais celle-ci diminue en augmentant la dose à 1 ml.



Conclusion

Conclusion générale

D'après les résultats obtenus, nous pouvons conclure que les huiles d'olive étudiées, issues de deux régions de la Kabylie (Maâtkas et Sidi Ali Bouneb) 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 MTA, MTS, MNA, STA, SNA sont classées dans les huiles d'olive vierges extra, par contre les huiles d'olive MNS, STS, SNS 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 majoritaire avec des taux variant entre 61,68 à 66,25%, il est suivi de l'acide palmitique (de 15,04 à 18,29%) et de l'acide linoléique (10,48 à 14,90%).

Pour garantir une bonne qualité de l'huile d'olive, il est primordial de minimiser les facteurs affectant sa qualité et conduisant à son altération, de bonnes olives donnent une huile de bonne qualité.

Nos résultats ont montré que le taux de mortalité des adultes des deux insectes ravageurs augmente avec l'augmentation de la dose et du temps d'exposition. Ainsi, nos huiles d'olive se sont révélées très toxiques vis-à-vis de *R. dominica*, après 24 heures d'exposition, et de *S. oryzae* après 48 heures, à la dose 0,4 ml / 25 g de grains du blé dur. Les huiles issues des olives cueillies sur arbre, au niveau des deux régions, sont plus toxiques à l'égard des adultes de *R. dominica* que celles issues des olives ramassées sur le sol.

En tenant compte du facteur maturité, les huiles issues des olives récoltées au stade de maturité noir (N) sont généralement plus efficaces vis-à-vis de ce ravageur que celles récoltées au stade de maturité tournant (T).

Le taux de mortalité enregistré chez *S. oryzae* atteint les 100% après 48 heures d'exposition, à la plus forte dose (0,4 ml/25g), dans les lots traités avec les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb (quels que soient le stade de maturité et le mode de récolte des olives). Par contre les huiles de la région de Maâtkas, issues des olives ramassées au sol, ont enregistré des taux de mortalité plus élevés. En outre, les huiles extraites des olives récoltées au stade de maturité noir sont plus efficaces que celles récoltées au stade de maturité tournant. L'huile MNS s'avère la plus efficace, elle est suivie par les huiles MNA, MTS et MTA, respectivement.

La toxicité des différentes huiles d'olive testées varie en fonction des doses utilisées et des insectes traités. Elle peut être due aux taux élevés de certains acides gras (Acide oléique, palmitique et linoléique).

Conclusion générale

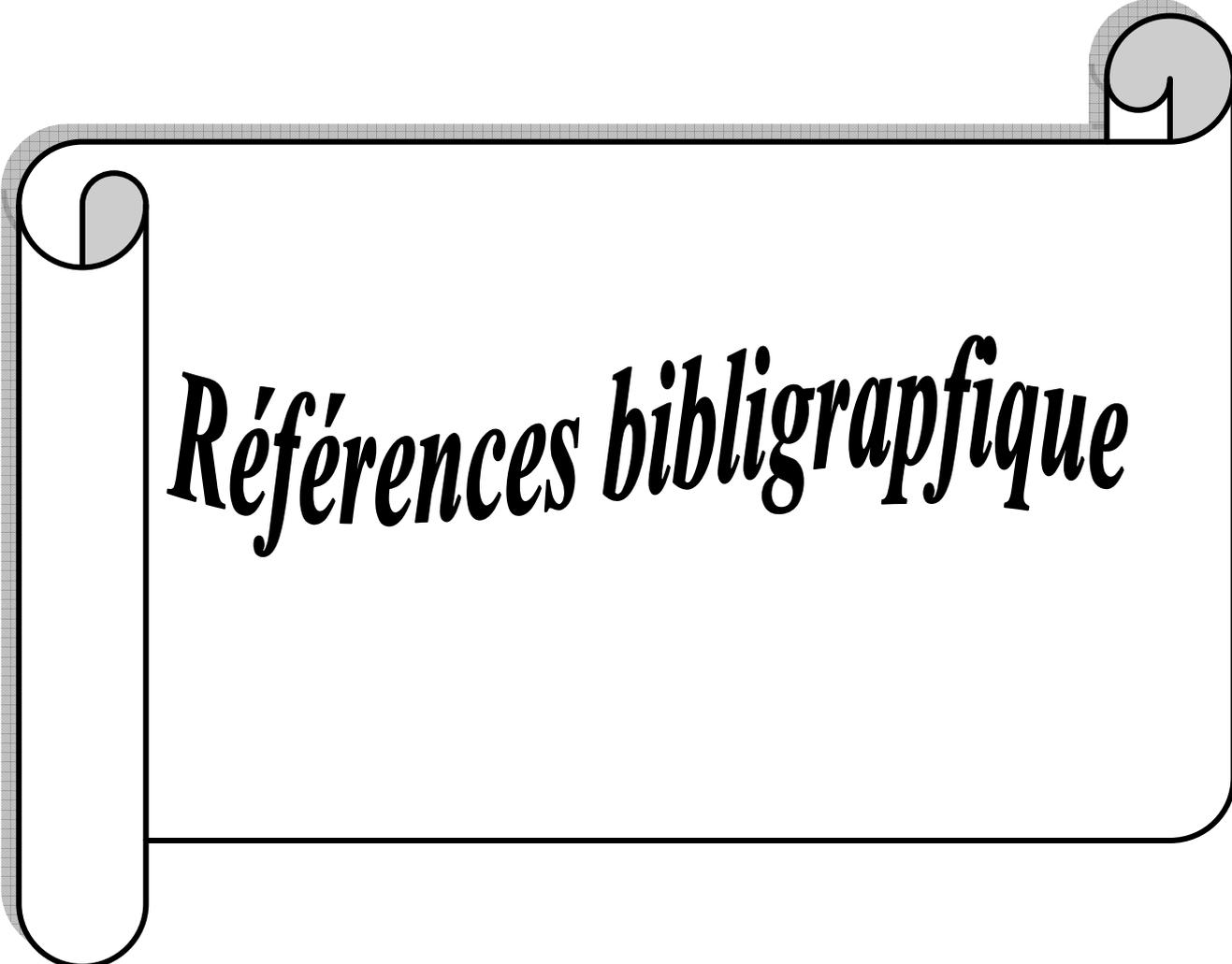
La composition chimique des huiles d'olive peut affecter sensiblement la faculté germinative des grains du blé dur infestés par *S. oryzae*, essentiellement à la dose 0.4ml/25g de blé dur.

La preuve scientifique de l'efficacité d'une méthode traditionnelle de conservation des graines et la valorisation de l'huile d'olive, comme un conservateur naturel des denrées stockées, ont une nouvelle fois été mises en évidence par les résultats obtenus dans notre laboratoire.

Au terme de ce travail, il est intéressant de relever les potentialités agrophtosanitaires d'une huile d'olive algérienne. Elle peut être utilisée localement comme biopesticide pour la protection des céréales, ainsi il serait intéressant d'encourager les oléiculteurs à entretenir plus sérieusement leurs oliveraies.

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

- étude de l'effet des variétés, des conditions environnementales, de la fertilisation, de l'irrigation et de la maturité des olives sur la composition de l'huile d'olive en acides gras.
- étude de l'effet des huiles issues des olives de différents stades de maturation sur *R. dominica* et *S. oryzae* ainsi que d'autres insectes ravageurs des denrées stockées.
- étude de l'efficacité d'un ou plusieurs acides gras monoinsaturés et polyinsaturés sur les différents paramètres biologiques de *R. dominica* et *S. oryzae*.
- étude de l'effet des différents sous-produits de l'olivier (les margines et les grignons), sur les principaux insectes ravageurs des denrées stockées.



Références bibliographique

Références bibliographiques

Abaza L., Ben Temime S., M'Sallem M., Daoud D., Zarrouk M., Cherif A., 2003. Etude comparative de la lipogenèse chez quelques variétés d'olivier cultivées en Tunisie. Riv. Ital. Dell Sost. Gr., 80: 297-306.

Abbott W.S., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18: 265-267.

Abecassi J., 2015. Comprendre la qualité. Valeur semoulière comment s'expliquent t-elle ? Coll., perspective blé dur INRA. Montpellier France, 37-56.

Abou M. et Heddami 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. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. U.M.M.T.O., 79 p.

Adli H. et Balmadani K., 2003. Action de quelques extraits végétaux sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ingénieur en Biologie U.M.M.T.O. 70 p.

Aidani H., 2015. Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*) sur les céréales stockées.« Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de master en Agronomie. Option. Production et Amélioration des plantes. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen, Algérie.104p.

Ait Aider F., Kellouche A., Fellag H., Debras J. F., 2016. Evaluation of the bio-insecticidal effects of the main fatty acids of olive oil on *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.)). Journal of Plant Diseases and Protection, 123 (5): 235-245.

Ajana H., El Antari A. and Hafidi A., 1999. Evolution of biometric parameters and Chemical composition of olives from the Moroccan *Picholine* variety during fruit ripness. Grasas y Aceites, 50 (1): 1-6.

Alar Con De Lastra E., Motilva V., Hemerrias, J.M., 2001. Mediterranean Diet and Health: biological important of olive oil. Current pharmaceutical disign, 7: 933-950.

Alzouma I., Huignard J., et Lenga, A 1994. Les coléoptères *Bruchidae* et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale. In Post-Récolte, principe et application en zone tropicale, ESTEM/AUPELF, pp : 79-103.

Amamou T., 1999. Typologie et variabilité des huiles d'olive en fonction de l'origine du fruit. COI, 6(1) : 76-79.

Amouretti M. et Gomet G., 1999. Le livre de l'olivier. Ed. Edisud, Aix-en-provence, France : 113-128.

Angerosa F, Sevili M. Selvaggini R., Taticchi A., Esposto S., Montedoro G.F., 2004. Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. J.Chromatogr. A 1054. 17.13.

Références bibliographiques

Angerosa F., Mostallino R., Basti C. and Vito R., 2001. Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. *Food Chemistry*, 72: 19-28.

Anonyme, 2007. Les céréales dans le monde. Edition Alnutris. 67p.

Anonyme, 2009. Blé, Encyclopédie Encarta 2009.

Anonyme, 2011. Guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile. COI/OH/Doc. n° 1 : 2 – 3.

Anonyme 1, 2015. Le Centre National de l'informatique et des Statistiques (C.N.I.S).

Anonyme 2, 2015. Norme commerciale applicable aux huiles d'olives et aux huiles de grignon d'olive. COI/T.15/NC n°3/Rév.8 :1-3.

Argenson C., Regis S., Jourdain J. M. et Vaysse P., 1999. L'olivier. Ed. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (Ctifl), 204 p.

Balachowsky A. S., 1963 - Entomologie appliquée à l'agriculture, Tome 1. Volume 2 : Coléoptères. Ed. Masson et Cie, Paris : 1073 – 1097.

Balachowsky A.S. et Mesnil L., 1936. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leurs destruction. Ed. Etablissement, Buisson, Paris. Tome 2: 1722-1724.

Balatsouras G., 1997. Encyclopédie mondiale de l'olivier. Conseil Oléicole International : 295-342.

Barnes J.H., Groove A.J., 1916. The insects attacking stored wheat in the Punjab and the method of combating them, including a chapter on the chemistry of respiration. Memo of the Department of agriculture. Inda (chemical series), 4 : 166- 172.

Baumont M., 1967. Le blé. 5^{ème} édition, presse universitaire de France, 108, Boulevard Saint-Germain, Paris.126p.

Bekon K. et Fleurat Lessard F., 1989. Evolution des pertes en matière sèche des grains dues à un ravageur secondaire *Tribulium castaneum* (Herbet) (Coleoptera : Tenebrionidae), lors de la conservation des céréales, en région chaudes. Aupelf-Uref, Ed. John Libby Eurotexi, Paris : 97-104.

Bellehssen N., 2005. Activité biologique de trois huiles végétales à l'égard d'un ravageur des denrées stockées *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. U.M.M.T.O., 26-32.

Ben Abd El Jalil K. L., 2003. L'utilisation de matière grasse dans l'alimentation avicole : caractéristique nutritionnelle et recommandation pratique, 2003.

Ben Tekaya I., et Hassouna M., 2005. Etude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra Tunisienne au cours de son stockage. Oléagineux corps gras lipides, 12: 447-453.

Références bibliographiques

- Ben Temime S., Taamalli W., Baccouri B., Abaza L., Daoud D. and Zarrouk M., 2006.** Changes in olive oil quality of Chétoui variety according to origin of plantation. *Journal of Food Lipids*, 13: 88–99.
- Benbelkassam et Benarab, 2011.** Effet de l'activité insecticide de différentes variétés d'huile d'olive vierge, de deuxième pression et margine à l'égard de *C.maculatus*. Mémoire d'ingénieur. UMMTO. 45 p.
- Benlemlih M., et Ghanam J., 2012.** Les Polyphénols d'huile d'olive. Trésors Santé. Ed. Marco Piteur. 128p.
- Besnard G. et Berville A., 2005.** Les Origines de l'Olivier (*Olea europaea* L.) et des oléastres. Ed. AITAE, AEP.
- Bond E.J. et Bénazet J., 1984.** Insecte nuisible des Cargos. Division de la protection des végétaux, Ed. Agriculture Canada. 40 p.
- Bonnemaison L., 1953.** Les parasites animaux des plantes cultivées et des forêts. Soc. , d'éd.des ingénieurs agricoles, paris, 668p.
- Bornet F., 1992.** Le pain et les produits céréaliers. Influence des technologies d'extraction et de transformation sur la qualité nutritionnelle des produits céréaliers. In Dupin H., Cuq J. L., Male Wiwiak M. I., Leynaud-Rouaud L. et Berthier M., 1962. Alimentation et nutrition humaines. Ed.ESF., Paris, pp 919-940.
- Bouzidi M. et Toubal N., 2015.** 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). Mémoire de Master en Biologie. 55p.
- Boyaaciglu, M.H, and D'appolonia .Bb.L., 1994.** Characterization and utilization of durum wheat for bread .Comparison .1.comparison of chemical, rheological, and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours. *Cereal chem*, 71.21-28.
- Brenes M., Gracia A., Dobarganes C., Velasco J., Romero C., 2002.** Influence of thermal treatments simulating cooking processes on the polyphénol content in virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.*, 7 : 391-401.
- Breton C. et Berville A., 2012.** Histoire de l'olivier. Ediquae. 210p.
- C O I, 2009.** Conseil Oléicole International. Norme commercial applicable aux huile d'olive et aux huile de grignons d'olive coi /t.15/nc n°3/rév. 4.
- C O I, 2015.** Norme commercial applicable aux huile d'olive et aux huile de grignons d'olive.COI/T.15/NC n°3/R2V.8.COI/OH/Doc. n° 1 : 2 – 3.
- C.O.I., 2016.** NEWSLETTER – MARCHÉ OLÉICOLE. N° 110. Novembre 2016
- Calvel R., 1984.** La boulangerie moderne.1^{ère} éd. Ed. Erolles.11-459.

Références bibliographiques

Cheftel J.C. et Cheftel H., 1977. Introduction à la Biochimie et à la Technologie des Aliments .Tome 1.Edition : Tec et Doc. Lavoisier, Paris. Pp : 153.

Cheftel J.C. et Cheftel H., 1992. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed .Techn. Doc., La voisier., paris, vol. I, 381p.

Chimi H., 2001. Qualité des huiles d'olive au Maroc, enquête nationale et analyse au laboratoire. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, Transfert de Technologie en Agriculture, 79: 1-10.

Chimi H., 2006. Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture, 141 : 1- 4.

Cimato .A., 1990. La qualité de l'huile d'olive vierge et les facteurs agronomiques. Olivae, Vol 31 : 20-31P.

Civantos L. et Lopez-Villata L.C., 1997. Technique de production. Encyclopédie mondiale de l'olivier .Ed .Plaza Janés, Barcelone : 145-190.

Conde, C, Deltrob, S., Gerosa, H. 2008. Physiological, biochemical, and molecular changes occurring during olive development and ripening. Journal of Plant Physiology, 165: 1545-1562.

Cronquist A., 1981. An intergrated system of classification of flowering plants. Columbia University, Paris, New York. 1262 p.

D.S.A., 2016. Direction des Services Agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie.

Daoudi F.D., Cherif A. 1981. Etude comparative des acides gras de quelques huiles d'olives tunisiennes – Influence du procédé technologique d'extraction sur la qualité des huiles obtenues, Revue Française des Corps gras, 5 : 236-245.

De Groot I., 2004. Protection des céréales et des légumineuses stockées. Fondation Agromisa,Wageningen. Pays Bas.74p.

Debit Z. et Kermane N., 2011. Etude de la qualité physico- chimique de l'huile d'olive produite dans la région de Bouira durant la campagne oléicole 2010-2011. Mémoire de fin d'étude, du diplôme d'ingénieur d'état en Sciences Agronomique Spécialité : Technologie Alimentaire, UMMTO.

Delobel A., et Tran M., 1993. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chauds. Ed. Orstom, Paris : 103-343.

Digiovacchino L. 1997. L'influence des systèmes d'extraction sur la qualité de l'huile d'olive. Olivae, 63 : 14-36.

Don Pedro K.N., 1989. Effects of fixed vegetable oils on oviposition and adult mortality of *Callosobruchus maculatus* (F) on cowpea. International Pest Control, 31: 34-37.

Références bibliographiques

- Douzane M. et Bellal M.M., 2005.** Contribution à la caractérisation des huiles de quelques variétés, population d'olive algériennes : étude de quelques composés mineurs de la fraction insaponifiable. *Olivae*, 103: 33-41.
- El Antari A., El Moudni A., and Ajana H., 2003.** Evolution comparative de la qualité et de la composition acide de l'huile d'olive chez quelques variétés méditerranéennes cultivées au Maroc. *Olivae*, 95: 26-31.
- El Antari A., Hilal A., Boulouha. and El Moudni A., 2000.** Etude de l'influence de la variété, de l'environnement et des techniques culturales sur les caractéristiques des fruits et la composition chimique de l'huile d'olive vierge extra au Maroc. *Olivae*, 80: 29-36.
- Fatma L. A., Amr A.R., Abdel Rahman M. A., 2010.** Additional Effect of Defatted Wheat Germ Protein Isolate on Nutritional Value and Functional Properties of Yogurts and Biscuits. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(8). 3139-3147.
- Fleurat-Lessard F., 1994.** Ecophysiologie des Arthropodes nuisibles aux stocks de céréales en Afrique tropicale In *Post-Récolte, principes et application en zone tropicale*. Ed ESTEMI AUPELF., PP : 1-61.
- Gakuru S. et Foua-Bi K., 1995.** Effet comparé des huiles essentielles de quatre espèces végétales contre la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* Fab.) et le charançon du riz (*Sitophilus oryzae* L.). *Tropicicultura*, 13(4):143-146.
- Galili E., Stanley DJ., SharvitJ., Weinstein Evron M., 1997.** Evidence for earliest olive-oil production in submerged settlements off the Carmelcoast, Israel. *Journal of Archaeological Science*, 24 :1141-1150.
- Garcia A., Brenes M., Garcia P., Romero C., Garrido A., (2003) :** phenolic content of commercial olive oils. *European Food Research and Technology*. 216(6)pp: 520-525.
- Glitho LA., Ketoh K.G., Nuto P.Y., Amevoin S.k et Huignard J., 2008.** Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest. 207-217. In Regnault-Roger, C, Philogène, B.JR. et Vincent, C (éds). *Biopesticide d'origine Végétale*. 2^{ème} éd. Lavoisier, TEC & DOC, Paris, 550p.
- Gutierrez F., Jimenez B., Ruiz A., Albi M.A., 1999.** Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved. *J. Agric. Food Chemistry*, 47: 121-127.
- Hadjou L., Lamani O., Cheriet F., 2013.** Labellisation des huiles d'olive algériennes : contraintes et opportunités du processus. *NEW MEDIT N*. 35 p.
- Hamza A., 1984.** Contribution à l'étude de divers aspects de l'activité d'insecticides variés vis-à-vis *Cermani* Kuster (Heteroptera : Pentatomidae) diplôme d'ingénieur en agronomie. 60 p.
- Haripriya S. and Premakumari S., 2010.** Effect of wheat bran on diabetic subjects. *Indian Journal of Science and Technology*, 3(3).

Références bibliographiques

- Heidi Schwartz A., Velimatti Ollilainen B., Vieno Phronen B., Anna-Maija Lamp I. 2008.** Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *Journal of food Composition and Analysis*, 21:152-161.
- Hussein A. Kaoud, Sherein Saeid, Ahmed R. El-Dahshan, Ahmed M. El-Behary, 2013.** New Methods for the Control of Lesser Grain Borer, *Rhyzopertha dominica*. ISO 9001:2008 Certified International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 3, Issue 4, October 2013.
- Jacotot B., 1997.** Intérêt nutritionnel de la consommation de l'huile d'olive. *Oléagineux, corps gras et lipides*, 4 (5) : 373-734.
- Jeantet R., Croguene C.T., Schuck P. et Brule G., 2007.** Du blé au pain et aux pâtes alimentaires .In .science des aliments, biochimie –microbiologie –procède - produits V2. *Technologie des produits alimentaires* .Ed .Tec et Doc, Lavoisier paris ,137-180.
- Karleskind A., 1992.** Manuel des corps gras. Paris : Ed Lavoisier, 151-999.
- Kaschef, A. H., 1959.** Morphologie et anatomie de la larve de *Lariophagus distinguendus* *Forst.Bull.Ent.Er.59 :42-46*.
- Kellouche A., 1979.** Efficacité de quelques insecticides vis-à-vis de *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera : Bostrychidae). Mémoire d'ingénieur, INA El Harrach, 57p.
- Kellouche A., 1987.** Relation parasitaires entre *Lariophagus distinguendus* Forster et *Chaetospila elegans* Westwood (Hymenoptera :Pteromalidae) et les ravageurs des denrées stockées : *Sitophilus oryzae* (L) et *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera : Curculionidae et Bostrychidae). Thèse de Doctorat de troisième cycle en Ecologie. Université Paul Sabatier Toulouse: 14 – 19.
- Kellouche A., 2005.** Etude de la bruche de pois- chiche, (*Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae) : biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse de doctorat en sciences naturelles, spécialité entomologie .U.M.M.T.O, 215p.
- Kellouche A., Soltani N., Kreiter S., Auger J., Arnold I. et Kreiter P., 2004.** Biological activity of four vegetable oils on *Callosobruchus maculatus* (Fabricus) (Coleoptera: Bruchidae). *REDIA*, LXXXVII: 39-47.
- Kellouche A., Soltani N., Kreiter S., Auger J., Arnold I. et Kreiter P., 2004.** Biological activity of four vegetable oils on *Callosobruchus maculatus* (Fabricus) (Coleoptera: Bruchidae). *REDIA*, LXXXVII: 39-47.
- Khelif M., Ayadim., Grati kammoun N., Hamoi M.I., Rekik H et Rekik B., 2000 :** effet du systement d'extraction sur la qualité de l'huile en cours de stockage ou conservation .*Revue Ezyaitaune*. 6. P28.
- Kiritsakis A. et Markakis P., 1987.** Olive oil: a review .*Adv .Food Res.*, 31: 7-18.
- Kiritsakis A. k. 1993.** La chimie de l'arôme de l'huile d'olive. *Olivae*, 45(2) : 28-33.

Références bibliographiques

- Kiritsakis A. k. 1998.** Composition de l'huile d'olive et son effet alimentaire et de santé. Food and Nutrition press. 502: 6p.
- Kranz J., Schmutierer H., Khoch W., 1977.** Diseases Pest and Weed intropical crops. V. Parey. Berlin., 666p.
- Kumar P., Yadava R.K., Gollen B., Kumar S., Verma R.K., Yadav S., 2011.** Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat. Life Sciences and Medicine Research, LSMR-22 p.
- Lallem L., 1979.** Recherche des aptitudes technologique de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie. These ing. Agro., El-Harrach, 61p.
- Lavee S., 1997.** Biologie et physiologie de l'olivier. In : Encyclopédie Mondiale de L'olivier .Ed. Plaza Janés, Barcelone, 61-110.
- Lazzeri Y., 2009.** Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne. L'olivier en méditerranée. Conférence centre culturel Français de Tlemcen- Algérie.
- Lepesme P., 1944.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Paris, Ed. Le chevalier : 61-67.
- Lepigre A.L., 1951.** Les insectes du logis et du magasin: lutte contre les insectes ennemis du commerçant et de la mégère. Ed insectarium, Jardin d'essai, Alger.336p.
- Loussert R. et Brousse G., 1978.** L'olivier. Technique agricoles et productions méditerranéennes. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 480 p.
- Mallamaire A., 1965.** Les insectes nuisibles aux semences et aux denrées entreposées au Sénégal. In congrès de la protection des cultures tropicales : 65- 89.
- Mammar D. et Gada L., 2013.** Caractérisation et effet bio insecticide 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). 36 p.
- Manai H., 2006.** Variabilité de la composition d'huile d'olive de quelque hybrides obtenus par croisements dirigés. Economie. Science et technique. Olivae, 106 : 17-31.
- Matos L.C., Cunha S.C., Amaral J.S., Pereira J.A., Andrade P.B., Seabra R. M. and Oliveira B. P.P. 2007.** Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cvs.Cobrancosa, Madural and Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. Food Chemistry, 102: 406-414.
- Meftah H., Latrache H., Hamadi F., Hanine H., Zahir H., El Louali., 2013.** Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issues de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc) [Comparison of the physico-chemical characteristics of the olive oil coming from different zones in Tadla Azilal area (Morocco). J. Mater. Environ. Sci., 5 (2): 641-646.

Références bibliographiques

- Minguez-Mosquera I. et Gallardo-Guerrero L. 1995.** Disappearance of Chlorophylls and Carotenoids during the Ripening of the Olive. *J. Sci. Food. Agri.*, 69: 1-6.
- Morales M. T., Luna G. and Aparicio R. 2005.** Comparative study virgin olive oil sensory defects. *Food Chemistry*, 91: 293-301.
- Moule C., 1972.** Pyrotechnie spéciale. Céréales. Ed. Firmin. Didot, Paris, Mensil.Ivry, N°415, Tome II, 235 p.
- 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.
- Nikpay N., 2006.** Efficacy of Chamomile , Sweet almond and coconut oils as post –harvest grains protectants of stored wheat against *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleoptera: Bostrychidae). *Azia –pacific entomol.*, 9(4): 369-373.
- Nystrom L., Paasonen A., Lampi A.M., Piironen V., 2007.** Total plant sterols, steryl ferulates and steryl glycosides in milling fractions of wheat and rye. *Journal of Cereal Science.*, 45: 106–115.
- Ogungbite O. C. et Oyeniyi E. A., 2014.** New bouldia laevis (Seem) as an entomocide against *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais* infesting maize grain. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 7(1) : 49 – 55.
- Ollivier D., Boubault E., Pinatel C., Souillot S., Guerere M., Artaud J., 2004.** Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges. *J. Annales des falsifications de l'expertise chimique et toxicologique*, 965: 169 -196.
- Ollivier D., Pinatel C., Dupuy N., Guerere M., Artaud J., 2007.** Caractérisation sensorielle et chimique d'huile d'olive vierge de six AOC français, O.C.L, 14 (2) : 141 – 149.
- ONFAA, 2016.** Suivi de campagne : huile d'olive. Note de conjoncture N° 02 (2016). Alger.
- Osland R.E., 2002.** Phytosterols in human nutrition. *Annual Review of Nutrition*, 22: 533-549.
- Ouaouich A., et Chimi H. 2007.** Guide de production de l'huile d'olive. Organisation des nations unis pour le développement industriel (ONIDI). Vienne.
- Owen R., Mier W. , Giacosa A., Huli W., Spiegelhalder B., Bartsch H., 2000.** Phenolic compound and squalene in olive oils : the concentration and antioxidant potential total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food chem. Toxicol.*, 38 : 647-658.
- Pacheco A.I., De Castro F., De Paula D., Lourenco A., Bolonhezi S., Barbieri K.M., 1995.** Efficacy of soybean and castor oils in the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal) in stored Chick-peas (*Cicer arietinum* L.). *J. Stored Prod. Res.*, 19: 57-62.

Références bibliographiques

- Paulian R., 1988.** Biologie des coléoptères. Le Chevalier, Paris, 710 p.
- Perrin L.L., 1992.** Les composés mineurs et les anti-oxydants naturels de l'olive et son huile. Reuve française des corps gras N° 39 P. 25-32.
- Philogene B.J.R., Regnault-Roger et Vincent C., 2008.** Biopesticides d'origine végétale : bilan et perspectives, In Regnault-Roger, C., Philogène, B.J.R., Vincent, C. Biopesticides d'origine végétale, 2^{ème} éd., Lavoisier, Paris : 1-24.
- Pinatel C., Petit C., Ollivier D. et Artaud J., 2004.** Outil pour l'amélioration organoleptique des huiles d'olive vierges. Oléagineux, Corps Gras, Lipides. 11(3) : 217-222.
- Pokorni, 2003.** Problème de stabilité de produits alimentaires liés à la présence des lipides. In : lipides et corps gras alimentaires. Edi. Tec. et doc. Lavoisier. Paris.
- Potter C., 1935.** The biology and distribution of *Rhyzoperthe dominca* (FAB). Transactions of the Royal Entomological Society of Loudon, 83: 449-482.
- Prates H.T., Santos J.P., Waquil J.M., Fabris J.D., Oliverta A.B., Foster J.E., 1998.** Insecticidal Activity of Monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst), J. stored Prod. Res., 34(4): 243-249.
- Psomiadou E., Tsimidou M., Bosku D., 2000.** A-Tocopherol content of Greek virgin olive oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48 (5): 1770-1775.
- Rabia F., 2004.** Activité biologique de trois huiles végétales à l'égard d'un ravageur des denrées stockées *Callosobruchus maculatus*. Mémoire d'ingénieur en agronomie UMMTO. P52.
- Rachedi M., 2003.** Les céréales en Algérie : problématique et option de réforme. Céréaliculture, 38: 1-7.
- Rayan D., et Kevin, K., 1998.** School of science and technology. Charles strut. University (Australie), 28 p.
- Renault-Roger, 2011 in Derrdji-Heffaf, 2013.** Composition chimique et activité insecticide de trois extraits végétaux à l'égard de *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera : Curculionidae). Thèse de Magister en science agronomiques. Ecole doctorale. Biologie et forestière. Ecole Nationale supérieure Agronomique. Elharach, Algérie. 85p
- Ruca , et Minguez- Mosquera M. I., 2001.** Changes in the natural ratio between chlorophylls and carotenoids in olive fruit during processing for virgin olive oil. J. Am. Oil Chem. Sec., 78 (2): 133-138.
- Ryan D., Robards K., et Lavee S. 1998.** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. Olivae, 72: 23-28.
- Salas J.J., Sanchez J., Ramili U.S., Manaf A.M., Williams M. and Harwood J.L. 2000.** Biochemistry of lipid metabolism in olive and other oil fruits. Progress in Lipid Research, 39: 151-180.

Références bibliographiques

- Salvador M.D., Aranda F. and Fregapane G., 2001.** Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality: A study of four successive crop seasons. *Food Chemistry*, 73: 45-53.
- Seck D., 1994.** Développement de méthodes alternatives de control des principaux Insectes ravageurs des denrées emmagasinées au Sénégal par l'utilisation de plantes indigènes. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques : 89-99.
- Sherwin E. R., 1976.** Antioxidants for vegetable oils. *Journal of the American Chemical Society*, 53: 430-436.
- Simmond D.H., 1989.** Inherent Quality Factors in Wheat, Wheat and Wheat Quality in Australia. Australia Wheat Board, Melbourne: 31-61.
- Sims R.P, Lepage M., 1968.** Abasis for measuring the intensity of wheat flour pigments, *Cereal. Chem.*, 45: 606-611.
- Steffan J.R., 1963.** Tribu des Calandrini. Les Calandres des grains (Sitophilus) in Balachowsky A.S., *Entomologie appliquée à l'Agriculture*. Paris, maison éd 1,2 : 1070-1099.
- Talamali L., 2000.** La libération du marché des céréales en Algérie. Actes du premier symposium international sur la filière Blé. Alger : 11-19.
- 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* : 6 (22) : 1-12.
- Thompson.V, 1966.** Biology of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (F.) *Bulletin of Grain Technology*, 4:163-168.
- Tiscornia E., Fiorina N., 1982.** Pattern-recognition method in the prediction of Italian olive oil origin by their fatty-acid content. *Annali Di Chimica*, 72(3-3) : 143- 155.
- Veillet S., 2010.** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse de doctorat, Académie d'Aix-Marseille, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse. France.160 p.
- Vierling E., 2003.** Aliment et boisson filière et produits, 2^{ème} edition E.S.F., Paris.
- Villa P., 2006.** La culture de l'olivier. Ed. De vecchi S., Paris.
- Visioli F., Et Galli, C. 1998.** Phenols olive and their potential effects on humain health. *Journal Agricole. Food chemistry*, 46 :4292 - 4296.
- Wolff J.P., 1968.** Manuel d'Analyse des corps Gras .Edition : AZOULAY, paris.
- Yousfi K. M., Cert R. and Garcia J.M., 2006.** Changes in phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. *European Food Research Technology*, 223: 117-124.

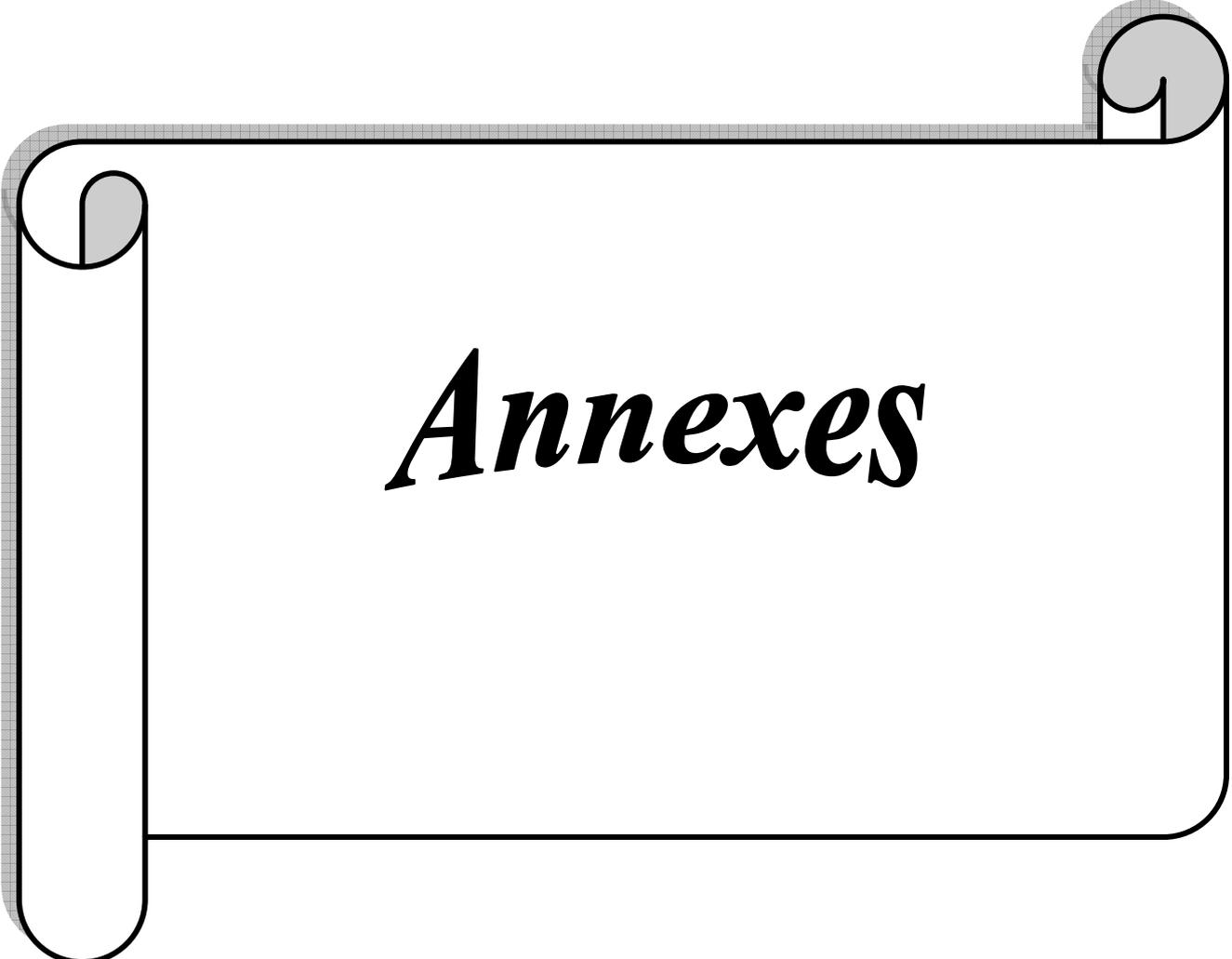
Références bibliographiques

Zacchi P., Daghero J., Jaeger P., Eggers R., 2006. Extraction/ fractionation and de acidification of wheat germ oil using supercritical carbon dioxide. *Braz. J. Chem. Eng.*, 3: 105-110.

Zarrouk M., Marzouk B., Ben Miled Daoud D., and Chérif A., 1996. Accumulation de la matière grasse de l'olive et effet du sel sur sa composition. *Olivae*, 61 : 41-45.

Zhu K., Zhou H., 2005. Purification and characterization of a novel glycoprotein from wheat germ water-soluble extracts. *Process Biochemistry*, 40: 1469-1474.

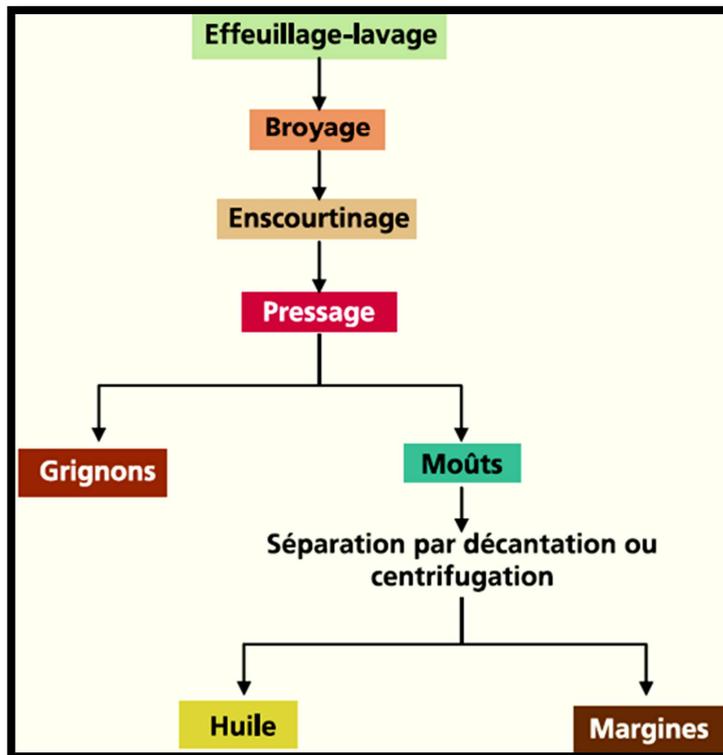
Zhu K., Sun X., Zhou H., 2009. Optimization of ultrasound-assisted extraction of defatted wheat germ proteins by reverse micelles. *Journal of Cereal Science*, 50(2): 266-271.



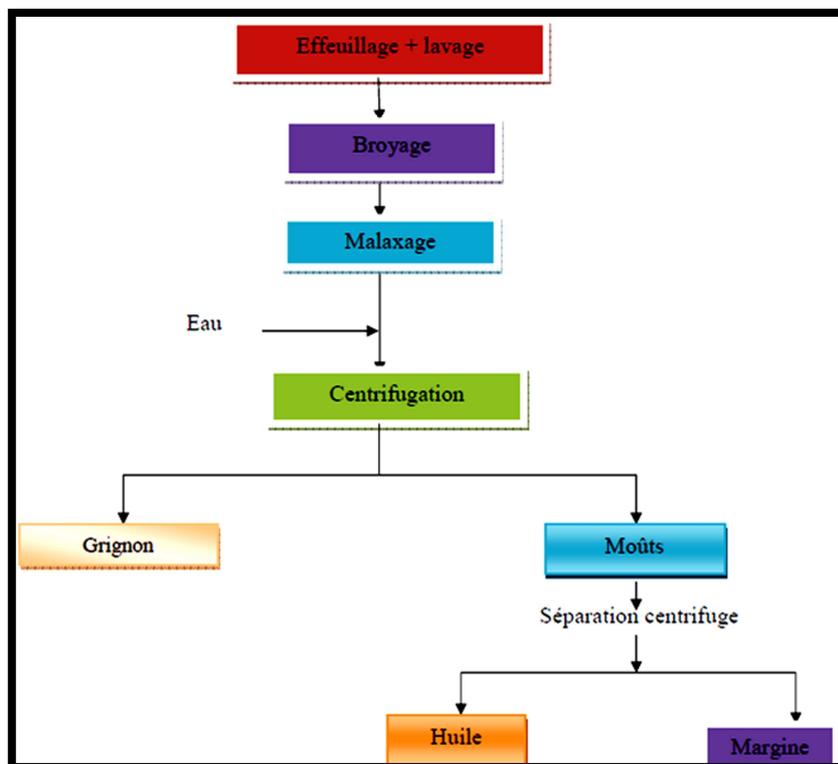
Annexes

Annexes

Annexe 1: Système discontinu d'extraction par presse (Chimie, 2006).

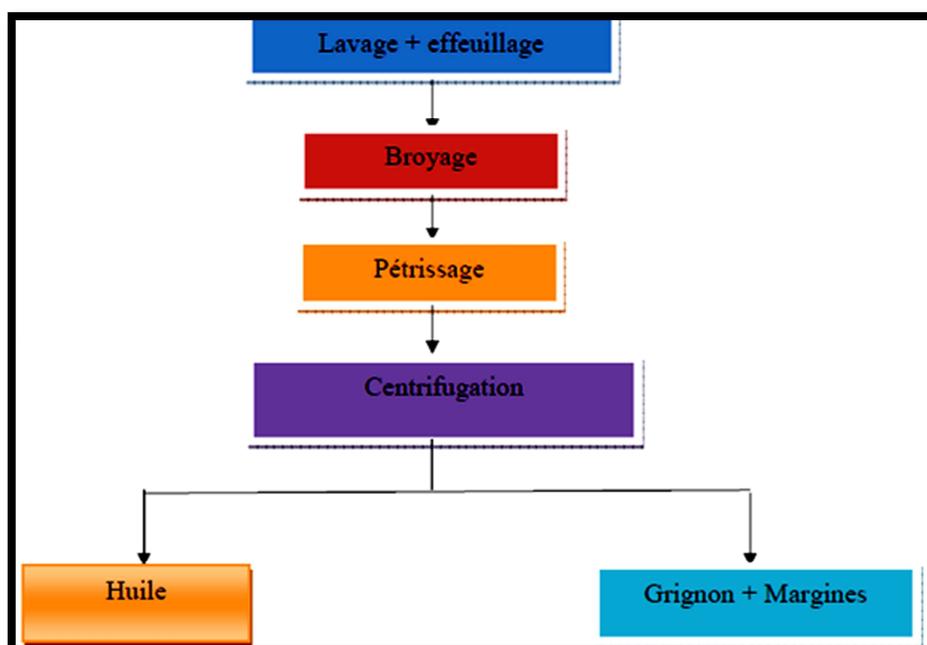


Annexe 2: système continu d'extraction avec centrifugation à 3 phases (Chimie, 2006).



Annexes

Annexe 3 : Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases (Chimie, 2006).



Annexe 4 : Composition chimique des différentes parties d'un grain de blé : Valeurs moyennes et écarts courants exprimés en % de la matière sèche de la partie considérée (Godon, 1991 cité par Aidani, 2015).

Parties du grain (%)	Amidon (petites glucides)	Protéines	Lipides	Cellulose Hémicellulose Pentosanes	Minéraux
Péricarpe	16 (± 2)	12 (± 2)	1 (± 0.2)	67 (± 7)	4 (± 1)
Tégument séminal	10 (± 1)	16 (± 3)	4 (± 1)	58 (± 5)	12 (± 3)
Assise protéique	12 (± 2)	32 (± 3)	8 (± 1)	38 (± 3)	10 (± 5)
Germe	20 (± 1.5)	38 (± 2)	15 (± 2)	22 (± 2)	5 (± 1)
Amande	85 (± 10)	11 (± 3)	2 (± 0.1)	1.5 (± 1.5)	0.5 (± 0.2)

Annexe 5 : Composition en acide gras des lipides du blé, du germe et de l'albumen (% acides gras totaux) (Feillet, 2000 cité par Aidani, 2015)

Acides gras	Grain entier	Germe	Albumen
Acides gras saturés :			
Myristique	Traces	-	-
Palmitique	25	19	18
Stéarique	1	0.5	1
Acides gras insaturés :			
Palmitoléique	1	0.5	1
Oléique	12	17	20
Linoléique	55	57	56
Linoléénique	4	5	3
Autres et insaponifiables	2	1	1

Annexes

Annexe 6. Composition vitaminique moyenne du grain entier du blé (en mg/100g de MS)
(Favier et *al.*, 1995 cité par Aidani, 2015)

Vitamine	Blé entier	Farine	Germe
Vitamine E	2.5	0.3	21
Vitamine B1	0.41	0.1	2
Vitamine B2	0.11	0.05	0.6
Vitamine B3 ou PP (acide nicotinique)	4.7	0.6	5.7
Vitamine B5 (acide pantothénique)	0.85	0.3	1.8
Vitamine B6	0.38	0.2	2.2
Vitamine B9 (acide folique)	50	24	350

Annexe 7. Composition biochimique du germe de blé (en g pour 100 g de matière digestible)
(Srivastava et *al.*, 2007; Kumar et *al.*, 2011 cité par Aidani, 2015).

Paramètres	Humidité (%)	Protéine Totaux (%)	Lipides totaux (%)	Cendre (%)	Fibres (%)		Vitamine E mg/100g	Carbo-hydrate (%)
					Soluble	Insoluble		
Germe de blé	11.4 ± 0.2	25.11-31.4 ± 0.5	7.3- 9 ± 0.2	4.2 ± 0.1	2.8 ± 0.1	15.6 ± 0.2	15.80-22.0	51.99 ± 1.0
Les valeurs sont des moyennes ± écarts types (n = 4), sur base de la matière sèche (ms)								

Annexes

Annexe 8. Les insectes ravageurs des graines de céréales stockées (Rachedi, 2003).

Nom commun	Nom latin	Ordre et famille	Dégâts occasionnés par	Nature des dégâts
Charançon	<i>Sitophilus granarius</i>	Coléoptères, Curculionidés	Larve	Trous dans les grains, germe et amande dévorés
Tribolium	<i>Tribolium castaneum</i> et <i>Tribolium confusum</i>	Coléoptères, Tenibrionidés	Larve et adulte	Aggravation des dégâts des charançons Sécrétion malodorantes
Sylvain	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	Coléoptères, Salvanidés	Larve	Aggravation des dégâts des charançons
Silvain	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	Coleoptera Laemphloeidés	Adulte et larve	Détruit le germe
Petit Capucin des grains	<i>Rhyzopertha dominica</i>	Coléoptères, Bostrychidés	Adulte	Réduction en poudre de contenu du grain.
Dermeste	<i>Trogoderma granarium</i>	Coléoptères Dermestidés	Larve	Grains creusés jusqu'à évidement complet.
Cadelle	<i>Tenebroïdes mauritaniens</i>	Coléoptères Trogoitidés	Larve	Germe et albumen des grains dévorés.
Teigne des fruits secs	<i>Plodia interpuncella</i>	Lépidoptères Pyralidés	Larve	Attaque de germe Dépréciation des marchandises avec les fils de soie gluants de son cocon
Alucite des céréales	<i>Sitotroga cerealella</i>	Lépidoptères Tinéidés	Larve	Trous dans les grains Goût de rance Germe et amande dévorés
Teigne de la farine	<i>Ephestia kuehniella</i>	Lépidoptères Pyralidés	Larve	Le cocon bouche les machines et les circuits de manutention

Annexes

Annexe 9. Quelques insectes ravageurs des graines de céréales stockées



Sitophilus granarius (Charançon du blé)



Sitophilus oryzae (Charançon du riz)



Tribolium confusum (Tribolium brun de la farine)



Tribolium castaneum



Oryzaephilus surinamensis (Sylvain)



Tenebroides mauritanicus (Cadelle)



Nemapogon granella (Teigne des grains)



Plodia interpunctella (Teigne des fruits secs)

Annexe 10 : Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles

Matériel :

- Balance analytique.
- Bécher
- Etuve réglable à $103 \pm 2^\circ\text{C}$.

Mode opératoire :

- Régler l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$;

Annexes

- Peser un bécher à vide après l'avoir lavé ; séché ;
- Peser 5 g d'huile d'olive dans ce bécher ;
- Introduire le bécher contenant l'huile dans l'étuve pendant 1 heure ;
- Refroidir l'ensemble (bécher huile) dans un dessiccateur ;
- Peser l'ensemble (bécher + huile) ;
- Nous devons remettre à l'étuve une ou plusieurs fois jusqu'à ce que le poids d'huile se stabilise.

Expression des résultats :

L'humidité est donnée par la relation suivante :

$$H (\%) = \frac{(M1-M2)}{(M1-M0)} * 100$$

Où :

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

M0 : le poids de la capsule vide

M1 : le poids de la capsule et la prise d'essai

M2 : le poids de la capsule et la prise d'essai après le séchage

Annexe 11 : détermination de l'acidité

Matériels :

- Balance analytique
- Erlen-meyer
- Burette de 25ml

Réactifs :

- Ethanol.
- Solution de KOH à 0.1N.
- Phénophtaléine, solution à 10g/L dans l'éthanol.

Mode opératoire :

- Dans un Erlen Meyer 1, mettre 25ml d'éthanol+0.5ml de la solution de phénophtaléine. Porter à ébullition.
- A température encore élevée, neutraliser(en utilisant une burette) avec la solution tout en agitant l'Erlen Meyer avec la solution à 0.1 mol/l de KOH jusqu'à apparition d'une coloration rose persistant pendant au moins 10 secondes.
- Dans un Erlen Meyer 2, peser 2.5g d'huile.
- ajouter l'éthanol neutralisé (contenu de l'Erlen Meyer 1).mélanger soigneusement.
- Porter le contenu à ébullition et titrer avec la solution KOH (burette), en agitant vigoureusement le contenu de l'Erlen Meyer pendant le titrage quand la coloration rose persiste pendant au moins 10 secondes.
- Noter la chute de la burette (Volume de KOH).

Expression des résultats :

L'acidité est donnée par la relation suivant :

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{C*V*M}{m*10}$$

Où :

C : concentration exacte de la solution de potasse KOH (mol/l)

V : volume de titrage de KOH en ml

M : poids moléculaire de l'acide oléique (282.5g/mole).

m : la masse en gramme de la prise d'essai.

Annexe 12: détermination de l'indice de peroxyde

Réactifs :

- Chloroforme
- Acide acétique
- Iodure de potassium KI (solution aqueuse saturée préparer juste avant son emploi (0.5g pour 1ml)
- Empois d'amidon à 1%
- Solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0.01%

Mode opératoire :

- Peser 2g d'huile dans un ballon ;
- Ajouter 10 ml de Chloroforme ; puis 15ml d'acide acétique ;
- Addition 1ml d'Iodure de potassium KI (solution aqueuse saturée préparer juste avant son emploi (0.5 g pour 1ml)
- Boucher aussitôt le ballon ;
- Agiter le mélange pendant 1mn, le laisser à l'abri de la lumière pendant 5mn ;
- Ajouter 75ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon à 1%, la coloration bleu noirâtre apparaît ;
- Titre l'iode libre jusqu'à la décoloration complète avec la solution de thiosulfate de sodium 0.01N, soit V ce volume ;
- Faire en parallèle un essai à blanc sans l'huile.

Expression des résultats :

L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante :

$$IP \text{ (még/kg)} = \frac{(V-V_0)}{P} * N * 1000$$

Où :

IP : indice de peroxyde ;

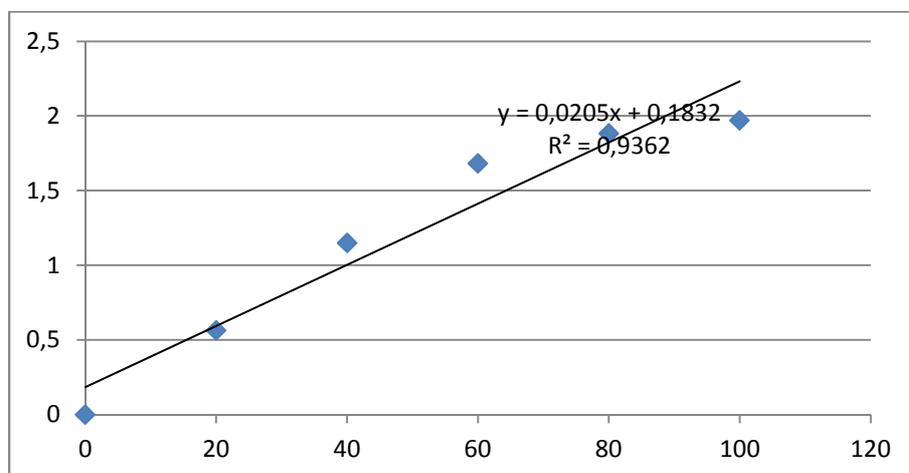
V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai ;

V₀ : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc ;

P : poids en gramme de la prise d'essai utilisée ;

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0.01N).

Annexe 13: Courbe étalon pour le dosage des composés phénoliques



y : absorbance des composés phénoliques par le spectrophotomètre

Annexes

x : taux des composés phénoliques dans l'huile d'olive

Annexe 14 : Analyse de la variance de la teneur en eau et matière volatile des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6,414	23	0,279				
VAR.FACTEUR 1 région	0,614	1	0,614	3,601	0,07305		
VAR.FACTEUR 2 cueillette	0,614	1	0,614	3,602	0,07304		
VAR.FACTEUR 3 stade de maturité	0,47	1	0,47	2,758	0,11291		
VAR.INTER F1*2	0,487	1	0,487	2,857	0,10704		
VAR.INTER F1*3	0,487	1	0,487	2,857	0,10703		
VAR.INTER F2*3	0,47	1	0,47	2,757	0,11293		
VAR.INTER F1*2*3	0,54	1	0,54	3,165	0,09104		
VAR.RESIDUELLE 1	2,729	16	0,171			0,413	187,74%

Annexe 15: Analyse de la variance de l'acidité des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2,959	23	0,129				
VAR.FACTEUR 1 région	0,041	1	0,041	17,752	0,00071		
VAR.FACTEUR 2 cueillette	2,732	1	2,732	1184,419	0		
VAR.FACTEUR 3 stade de maturité	0	1	0	0,012	0,91212		
VAR.INTER F1*2	0,041	1	0,041	17,752	0,00071		
VAR.INTER F1*3	0,045	1	0,045	19,61	0,00047		
VAR.INTER F2*3	0,018	1	0,018	7,692	0,01309		
VAR.INTER F1*2*3	0,045	1	0,045	19,61	0,00047		
VAR.RESIDUELLE 1	0,037	16	0,002			0,048	8,13%

Annexe 16. Test de NEUMAN-KEULS au seuil 5% pour l'acidité

F1 F2 F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0 2.0 1.0	C2sol S1col	1,071	A			
1.0 2.0 2.0	R1 C2sol S2noir	0,958		B		
2.0 2.0 2.0	C2sol S2noir	0,95		B		
1.0 2.0 1.0	R1 C2sol S1col	0,733			C	
1.0 1.0 1.0	R1 C1ar S1col	0,282				D
2.0 1.0 1.0	C1ar S1col	0,282				D

Annexes

1.0 1.0 2.0	R1 C1ar S2noir	0,225				D
2.0 1.0 2.0	C1ar S2noir	0,225				D

Annexe 17 : Analyse de la variance de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile d'olive.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	401,625	23	17,462				
VAR.FACTEUR région	0,094	1	0,094	0,167	0,6902		
VAR.FACTEUR cueillette	102,094	1	102,094	181,5	0		
VAR.FACTEUR stade de maturité	84,375	1	84,375	150	0		
VAR.INTER F1*2	45,375	1	45,375	80,667	0		
VAR.INTER F1*3	68,344	1	68,344	121,5	0		
VAR.INTER F2*3	68,344	1	68,344	121,5	0		
VAR.INTER F1*2*3	24	1	24	42,667	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	9	16	0,563			0,75	7,23%

Annexe 18. Test de NEUMAN-KEULS au seuil 5% pour l'indice de peroxyde

F1 F2 F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
1.0 2.0 2.0	R1 C2sol S2noir	18	A				
2.0 2.0 2.0	C2sol S2noir	14		B			
2.0 1.0 1.0	C1ar S1col	12,25			C		
1.0 1.0 2.0	R1 C1ar S2noir	9,75				D	
1.0 2.0 1.0	R1 C2sol S1col	9,5				D	
2.0 2.0 1.0	C2sol S1col	8,25				D	E
2.0 1.0 2.0	C1ar S2noir	7,25					E
1.0 1.0 1.0	R1 C1ar S1col	4					F

Annexe 19 : Analyse de la variance des composés phénoliques des échantillons d'huile d'olive.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2993,737	23	130,163				
VAR.FACTEUR 1 région	230,176	1	230,176	21,769	0,00029		
VAR.FACTEUR 2 cueillette	1011,077	1	1011,077	95,622	0		
VAR.FACTEUR 3 stade de maturité	1020,838	1	1020,838	96,545	0		
VAR.INTER F1*2	8,371	1	8,371	0,792	0,39048		
VAR.INTER F1*3	516,848	1	516,848	48,881	0		
VAR.INTER F2*3	28,874	1	28,874	2,731	0,11456		
VAR.INTER F1*2*3	8,374	1	8,374	0,792	0,39042		
VAR.RESIDUELLE 1	169,179	16	10,574			3,252	4,90%

Annexes

Annexe 20 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la mortalité des adultes de *R. dominica* traités avec les huiles d'olive de la région de Maâtkas.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	452712,5	239	1894,194				
VAR.FACTEUR 1 cueillette	192,656	1	192,656	1,364	0,24269		
VAR.FACTEUR 2 stade de maturité	9817,656	1	9817,656	69,506	0		
VAR.FACTEUR 3 dose	389570,3	2	194785,1	1379,01	0		
VAR.FACTEUR 4 temps	826,188	3	275,396	1,95	0,12129		
VAR.INTER F1*2	1898,406	1	1898,406	13,44	0,00042		
VAR.INTER F1*3	1121,406	2	560,703	3,97	0,02012		
VAR.INTER F1*4	24,469	3	8,156	0,058	0,98085		
VAR.INTER F2*3	16897,66	2	8448,828	59,815	0		
VAR.INTER F2*4	49,5	3	16,5	0,117	0,94914		
VAR.INTER F3*4	1187,25	6	197,875	1,401	0,21523		
VAR.INTER F1*2*3	3390,656	2	1695,328	12,002	0,00002		
VAR.INTER F1*2*4	113,531	3	37,844	0,268	0,84997		
VAR.INTER F1*3*4	147,719	6	24,62	0,174	0,98188		
VAR.INTER F2*3*4	146,438	6	24,406	0,173	0,98226		
VAR.INT.F1*2*3*4	208,656	6	34,776	0,246	0,95908		
VAR.RESIDUELLE 1	27120	192	141,25			11,885	25,71%

Annexe 21 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la mortalité des adultes de *R. dominica* traités avec les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	454299,1	239	1900,833				
VAR.FACTEUR 1 cueillette	5851	1	5851	59,978	0		
VAR.FACTEUR 2 stade de maturité	440,25	1	440,25	4,513	0,03299		
VAR.FACTEUR 3 dose	402008,2	2	201004,1	2060,48	0		
VAR.FACTEUR 4 temps	1757,875	3	585,958	6,007	0,00072		
VAR.INTER F1*2	1474,969	1	1474,969	15,12	0,0002		
VAR.INTER F1*3	14400,56	2	7200,281	73,81	0		
VAR.INTER F1*4	31,156	3	10,385	0,106	0,95516		
VAR.INTER F2*3	2432,563	2	1216,281	12,468	0,00002		
VAR.INTER F2*4	35,188	3	11,729	0,12	0,94712		
VAR.INTER F3*4	3181,813	6	530,302	5,436	0,00004		
VAR.INTER F1*2*3	3670,344	2	1835,172	18,812	0		
VAR.INTER F1*2*4	25,313	3	8,438	0,086	0,96628		
VAR.INTER F1*3*4	46,031	6	7,672	0,079	0,99		
VAR.INTER F2*3*4	145,75	6	24,292	0,249	0,95799		
VAR.INT.F1*2*3*4	68,125	6	11,354	0,116	0,99		
VAR.RESIDUELLE 1	18730	192	97,552			9,877	23,21%

Annexes

Annexe 22 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la mortalité des adultes de *S. oryzae* traités avec les huiles d'olive de la région de Maâtkas.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	424804	239	1777,423				
VAR.FACTEUR 1 cueillette	4725,906	1	4725,906	33,396	0		
VAR.FACTEUR 2 stade de maturité	8225,094	1	8225,094	58,124	0		
VAR.FACTEUR 3 dose	311374,3	2	155687,2	1100,182	0		
VAR.FACTEUR 4 temps	21508,59	3	7169,531	50,664	0		
VAR.INTER F1*2	2975,063	1	2975,063	21,024	0,00002		
VAR.INTER F1*3	10845,66	2	5422,828	38,321	0		
VAR.INTER F1*4	678,688	3	226,229	1,599	0,18947		
VAR.INTER F2*3	9007,719	2	4503,859	31,827	0		
VAR.INTER F2*4	749,469	3	249,823	1,765	0,15342		
VAR.INTER F3*4	15229,84	6	2538,307	17,937	0		
VAR.INTER F1*2*3	3019	2	1509,5	10,667	0,00006		
VAR.INTER F1*2*4	4881,219	3	1627,073	11,498	0		
VAR.INTER F1*3*4	658,5	6	109,75	0,776	0,59178		
VAR.INTER F2*3*4	746,469	6	124,412	0,879	0,51245		
VAR.INT.F1*2*3*4	3008,469	6	501,412	3,543	0,00249		
VAR.RESIDUELLE 1	27170	192	141,51			11,896	22,47%

Annexe 23 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant la mortalité des adultes de *S. oryzae* traités avec les huiles d'olive de la région de Sidi Ali Bouneb.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	472293,3	239	1976,123				
VAR.FACTEUR 1 cueillette	166,625	1	166,625	3,845	0,04855		
VAR.FACTEUR 2 stade de maturité	106,656	1	106,656	2,461	0,11406		
VAR.FACTEUR 3 dose	456693,3	2	228346,6	5269,538	0		
VAR.FACTEUR 4 temps	2229,906	3	743,302	17,153	0		
VAR.INTER F1*2	81,688	1	81,688	1,885	0,16759		
VAR.INTER F1*3	333,375	2	166,688	3,847	0,02259		
VAR.INTER F1*4	250,094	3	83,365	1,924	0,12537		
VAR.INTER F2*3	213,344	2	106,672	2,462	0,0859		
VAR.INTER F2*4	190,063	3	63,354	1,462	0,22492		
VAR.INTER F3*4	2260,094	6	376,682	8,693	0		
VAR.INTER F1*2*3	163,313	2	81,656	1,884	0,15235		
VAR.INTER F1*2*4	134,875	3	44,958	1,038	0,37799		
VAR.INTER F1*3*4	499,906	6	83,318	1,923	0,07834		
VAR.INTER F2*3*4	379,938	6	63,323	1,461	0,19251		
VAR.INT.F1*2*3*4	270,125	6	45,021	1,039	0,40168		
VAR.RESIDUELLE 1	8320	192	43,333			6,583	9,73%

Annexes

Annexe 24 : Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant les pertes en poids des grains du blé dur infestés par *R. dominica*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	19,837	119	0,167				
VAR.FACTEUR 1 Région	1,497	1	1,497	15,004	0,00027		
VAR.FACTEUR 2 cueillette	0	1	0	0,001	0,97284		
VAR.FACTEUR 3 stade de maturité	0,01	1	0,01	0,101	0,7499		
VAR.FACTEUR 4 doses	6,87	2	3,435	34,435	0		
VAR.INTER F1*2	0,024	1	0,024	0,243	0,62878		
VAR.INTER F1*3	0,048	1	0,048	0,485	0,49507		
VAR.INTER F1*4	1,176	2	0,588	5,895	0,00401		
VAR.INTER F2*3	0,016	1	0,016	0,159	0,69369		
VAR.INTER F2*4	0,024	2	0,012	0,122	0,8857		
VAR.INTER F3*4	0,152	2	0,076	0,762	0,47368		
VAR.INTER F1*2*3	0,027	1	0,027	0,267	0,61296		
VAR.INTER F1*2*4	0,015	2	0,007	0,073	0,92894		
VAR.INTER F1*3*4	0,065	2	0,033	0,328	0,72603		
VAR.INTER F2*3*4	0,173	2	0,086	0,865	0,42722		
VAR.INT.F1*2*3*4	0,166	2	0,083	0,83	0,44257		
VAR.RESIDUELLE 1	9,576	96	0,1			0,316	1,28%

Annexes

Annexe 25: Résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification, concernant les pertes en poids des graines du blé dur infestés par *S. oryzae*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10,085	119	0,085				
VAR.FACTEUR 1 Région	0,269	1	0,269	5,204	0,02347		
VAR.FACTEUR 2 cueillette	0,012	1	0,012	0,231	0,63743		
VAR.FACTEUR 3 stade de maturité	0,135	1	0,135	2,608	0,10548		
VAR.FACTEUR 4 doses	3,374	2	1,687	32,632	0		
VAR.INTER F1*2	0,01	1	0,01	0,197	0,66238		
VAR.INTER F1*3	0,117	1	0,117	2,259	0,13196		
VAR.INTER F1*4	0,023	2	0,012	0,224	0,80269		
VAR.INTER F2*3	0,312	1	0,312	6,041	0,0151		
VAR.INTER F2*4	0,087	2	0,044	0,843	0,43678		
VAR.INTER F3*4	0,002	2	0,001	0,02	0,98067		
VAR.INTER F1*2*3	0,059	1	0,059	1,141	0,28825		
VAR.INTER F1*2*4	0,089	2	0,045	0,864	0,42777		
VAR.INTER F1*3*4	0,21	2	0,105	2,029	0,13474		
VAR.INTER F2*3*4	0,408	2	0,204	3,95	0,02206		
VAR.INT.F1*2*3*4	0,014	2	0,007	0,133	0,87605		
VAR.RESIDUELLE 1	4,963	96	0,052			0,227	0,92%

Annexes

Annexe 26: Taux moyens de germination des grains de blé dur, traités avec les huiles d'olive des deux régions et infestés par *R. dominica*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10229,79	119	85,965				
VAR.FACTEUR 1 Région	0,41	1	0,41	0,008	0,92684		
VAR.FACTEUR 2 cueillette	3,677	1	3,677	0,071	0,78727		
VAR.FACTEUR 3 stade de maturité	156,411	1	156,411	3,002	0,08255		
VAR.FACTEUR 4 doses	3220,618	2	1610,309	30,906	0		
VAR.INTER F1*2	25,207	1	25,207	0,484	0,49542		
VAR.INTER F1*3	185,006	1	185,006	3,551	0,05937		
VAR.INTER F1*4	634,116	2	317,058	6,085	0,00341		
VAR.INTER F2*3	14,005	1	14,005	0,269	0,61164		
VAR.INTER F2*4	2,849	2	1,425	0,027	0,97343		
VAR.INTER F3*4	634,715	2	317,357	6,091	0,0034		
VAR.INTER F1*2*3	88,412	1	88,412	1,697	0,19269		
VAR.INTER F1*2*4	24,617	2	12,309	0,236	0,79297		
VAR.INTER F1*3*4	117,818	2	58,909	1,131	0,32766		
VAR.INTER F2*3*4	73,619	2	36,809	0,706	0,50039		
VAR.INT.F1*2*3*4	46,314	2	23,157	0,444	0,64815		
VAR.RESIDUELLE 1	5002	96	52,104			7,218	20,36%

Annexe 27 : Taux moyens de germination des graines de blé dur, traitées avec les huiles d'olive de deux régions et infestés par chez *S. oryzae*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	12299,7	119	103,359				
VAR.FACTEUR 1 Région	0,832	1	0,832	0,025	0,87015		
VAR.FACTEUR 2 cueillette	83,334	1	83,334	2,475	0,11478		
VAR.FACTEUR 3 stade de maturité	410,698	1	410,698	12,197	0,00085		
VAR.FACTEUR 4 doses	6579,349	2	3289,674	97,701	0		
VAR.INTER F1*2	307,2	1	307,2	9,124	0,00335		
VAR.INTER F1*3	108,302	1	108,302	3,216	0,07245		
VAR.INTER F1*4	55,118	2	27,559	0,818	0,44754		
VAR.INTER F2*3	282,134	1	282,134	8,379	0,00475		
VAR.INTER F2*4	231,817	2	115,908	3,442	0,03514		
VAR.INTER F3*4	187,853	2	93,926	2,79	0,0648		
VAR.INTER F1*2*3	112,132	1	112,132	3,33	0,06767		
VAR.INTER F1*2*4	297,449	2	148,725	4,417	0,01449		
VAR.INTER F1*3*4	189,148	2	94,574	2,809	0,06363		
VAR.INTER F2*3*4	58,715	2	29,357	0,872	0,4243		
VAR.INT.F1*2*3*4	163,219	2	81,609	2,424	0,09191		
VAR.RESIDUELLE 1	3232,4	96	33,671			5,803	17,30%

Résumé

En plus de son utilisation pour la consommation et la phytothérapie, l'huile d'olive est utilisée comme un moyen de conservation des légumineuses chez nos mères et nos grands mères dans différentes régions de la Kabylie. L'objectif de notre travail est de valoriser ce produit oléicole comme un moyen naturel (biopesticide) de conservation des denrées stockées pouvant représenter une alternative plus respectueuse pour la santé de l'homme et son environnement.

Des analyses ont été effectuées sur huit échantillons d'huile d'olive de la variété Chemlal provenant de deux régions de la Kabylie (Maâtkas et Sidi Ali Bouneb) et de deux modes de récolte différents (cueillette sur arbre et ramassage au sol) et correspondant à deux stades de maturité (tournant et noir) dans le but de déterminer leur composition chimique et leur activité biologique.

Des grains de blé dur *Triticum durum* traités avec ces huiles à différentes doses (0, 0.2 et 0.4 ml/25g) ont été exposés aux adultes des deux principaux insectes ravageurs *Rhizopertha dominica* et *Sitophilus oryzae*, dans des conditions de laboratoire ($30 \pm 1\text{C}^\circ$ et $70 \pm 5\%$ HR), afin d'évaluer leurs effets sur la longévité de ces deux coléoptères et sur les paramètres agronomiques des grains de blé (perte en poids et germination).

Les résultats de l'analyse physico-chimique montrent que les huiles d'olive sont classées dans deux catégories : des huiles extra vierges et des huiles vierges.

Les résultats de l'analyse chromatographique (CPG) des huit huiles montrent que les acides gras majeurs (acide oléique, linoléique, palmitique) sont présents avec des proportions différentes.

Par ailleurs, les huiles d'olive testées montrent un effet insecticide très hautement significatif, à la dose 0,4 ml, sur les deux insectes ravageurs. Par ailleurs, ces substances naturelles préservent le poids des grains, en réduisant les pertes, mais affectent légèrement le pouvoir germinatif à la même dose.

L'activité des huit huiles végétales testées, sur la longévité des deux insectes ravageurs et les paramètres agronomiques du blé dur, peut être liée à la présence des principaux acides gras qui les composent, en particulier l'acide oléique.

Mots clés : Huile d'olive, activité biologique, biopesticide, mode de récolte, stade de maturité, *Triticum durum*, *Rhizopertha dominica* et *Sitophilus oryzae*.