



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale

Mémoire de Master II en Oléiculture-Oléotechnie.

Thème :

**Caractéristiques physico-chimiques et l'activité
biologique de l'huile d'olive à l'égard de la bruche
du niébé (*Callosobruchus maculatus*)**

Réalisé par :

M^{elle} : Djeddi Sabrina

et

M^{elle} : Said Ouamer Samira

Soutenu le : 03 /10/2016

Devant le jury composé de :

Président : M^{me} Aouar M.

Promoteur : P^r Kellouche A.

Examineur 1 : Mme Ait -Aider F.

Examineur 2 : M^{elle} Khelloul L.

Année universitaire : 2015/2016

REMERCIEMENTS

*Nous remercions **ALLAH** le tout puissant qui nous a offert santé, courage, patience et volonté pour mener à terme ce travail.*

Au terme de ce modeste travail,

*Nous tenons à remercier Mme. **Faiza MARNICHE** notre promotrice, Maître de conférences de classe A à l'Ecole National Supérieur Vétérinaire, qui nous a encadrés, et qui a su nous laisser la liberté nécessaire à l'accomplissement de nos travaux, tout en y gardant un œil critique et avisé, pour développer ce travail. Merci, pour votre compétence, votre patience et votre disponibilité.*

*Nos remerciements vont aussi à notre Co-promoteur **Mme. Aouaouche MOHAMED SAHNOUN** à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son orientation.*

*Nous remercions chaleureusement le jury, composé par **Mr. Mohamed BOUKHEMZA**, Professeur à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour nous avoir fait l'honneur d'être le président de notre jury. A **Mme. Amel MILLA**, Maître de conférences de classe A à l'Ecole National Supérieur Vétérinaire, pour nous avoir fait l'honneur d'examiner notre manuscrit. A **Mme. Zohra LOUNACI**, Maître de conférences B à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour nous avoir fait l'honneur d'être l'examinatrice dans notre jury.*

*Nous remercions aussi toute l'équipe de l'ENSV plus particulièrement **Mr. Rachid, Mr. Khaled, Mr. Idres, Mr. Boudjallaba, et Mr. Yacine***

*Nous remercions sincèrement **Mr. BABADJI** pour son aide ainsi que pour temps qu'il nous a accordé.*

*Merci pour nos Chers amis et camarades: **Ourdia, Cherifa, Lydia, Dalila.***

Dédicaces

Nous tenons à dédier ce travail :

A nos chers parents qui nous ne serons jamais les remercier assez,

A nos familles et à nos amis(es).

Ferroudja et Lydia

REMERCIEMENTS :

Nous remercions Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la force qui m'ont permis, de mener ce travail à terme, lui seul sait à quel point nous avons souffert et combien de sacrifices que nous avons consenti afin d'y parvenir. Nous avons ressenti l'aide divine à chaque moment, il illuminait nos voies et il guidait nos pas perpétuellement. Dieu merci.

Tout d'abord nous voudrions témoigner notre très grande reconnaissance à notre promoteur M^f Kellouche A., professeur exerçant à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques pour avoir bien voulu nous accepter dans son laboratoire d'Entomologie Appliquée de l'université Mouloud Mammeri T.O, et nous as accorder l'honneur de diriger ce travail, ainsi que pour sa sagesse et sa disponibilité. Nous profitons de lui rendre hommage pour sa générosité, son talents, ces conseils, Merci infiniment M^f Kellouche.

Nos remerciements vont aux membres de jury qui ont bien voulu juger ce travail :

- M^{me} Aouar M., Maitre de conférences (A), qui nous a fait l'honneur de présider ce jury,
- M^{me} AIT-AIDER F., Maitre assistante classe A à U.M.M.T.O qui a bien voulu examiner notre travail.
- M^{elle} Kheloul L. Doctorante chercheur au niveau de laboratoire d'entomologie appliquée (U.M.M.T.O) qui a voulu accepter d'examiner notre travail.

Nos remerciements les plus chaleureux sont aussi destinés à des gens qui comptent beaucoup plus au monde nos familles pour leur amour et leur soutien moral qui nous a servi de puissants appuis.

Enfin, nous sommes reconnaissante envers tous ceux et toutes celles qui de loin ou de prés ont contribué, avec un geste aussi petit qu'il soit, à l'aboutissement de cette réalisation.

Dédicaces

A nos chers parents

En témoignage de notre reconnaissance pour leur patience, leurs sacrifices et leur soutien tout au long de nos études. Que dieu leurs prête santé.

A nos chers sœurs et frères

En témoignage de nos sentiments les meilleurs.

Et à tout nos amis

Sabrina et Samira

La liste des abréviations :

C O I : conseil oléicole international.

HOVE : huile d'olive vierge extra.

HOV : huile d'olive vierge.

HOVC : huile d'olive vierge courante.

HOVL : huile d'olive vierge lampante.

AGMI : acide gras mono insaturé.

AGPI : acide gras poly insaturé.

AGS : acide gras saturé.

AG : acide gras.

P : acide palmitique.

S : acide stéarique.

L : acide linoléique.

O : acide oléique.

CP : centi poise.

MADR : ministre de l'agriculture et de développement rural.

Ppm : particule par million.

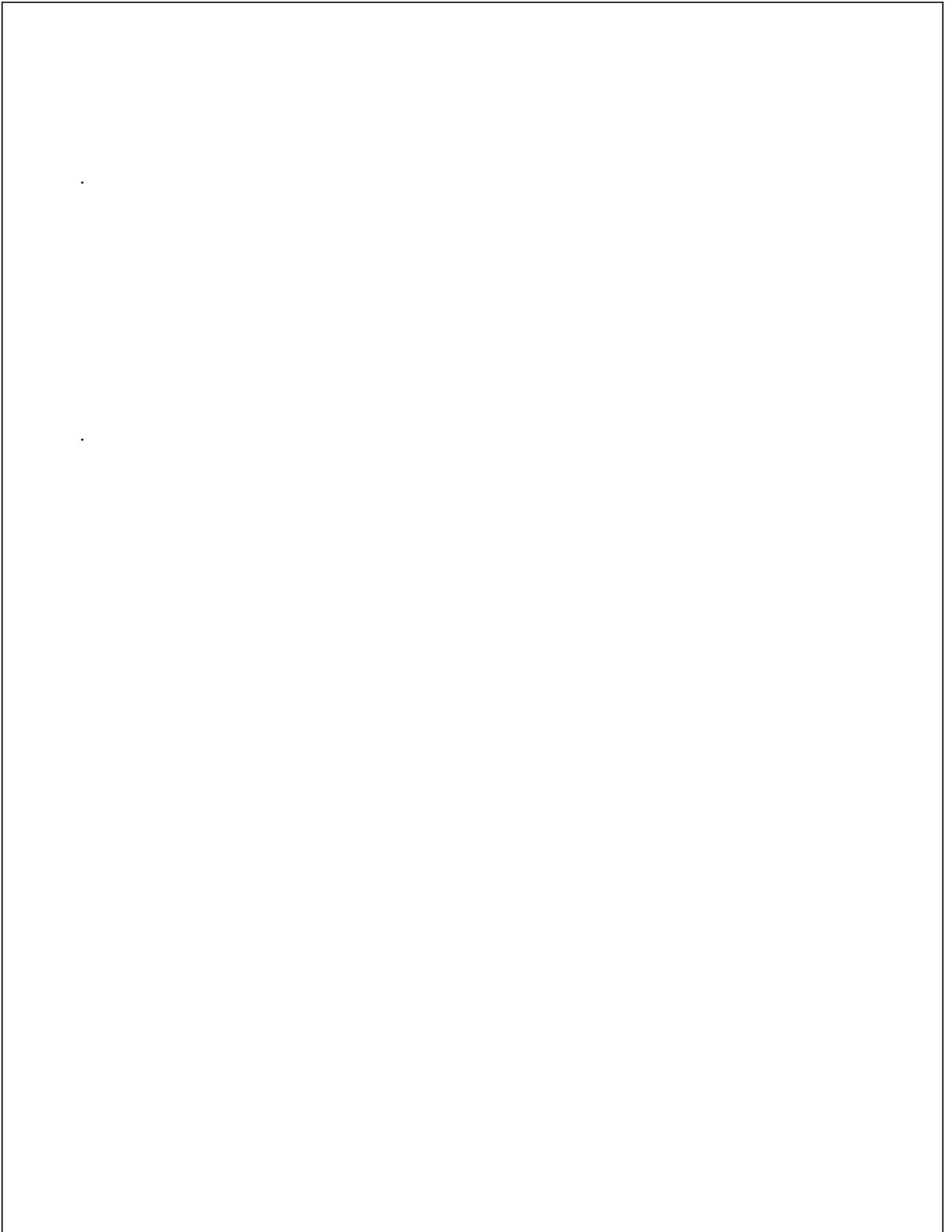
ISO : organisation internationale de normalisation.

DSA : Direction des services agricole.

IO : Indice d'iode.

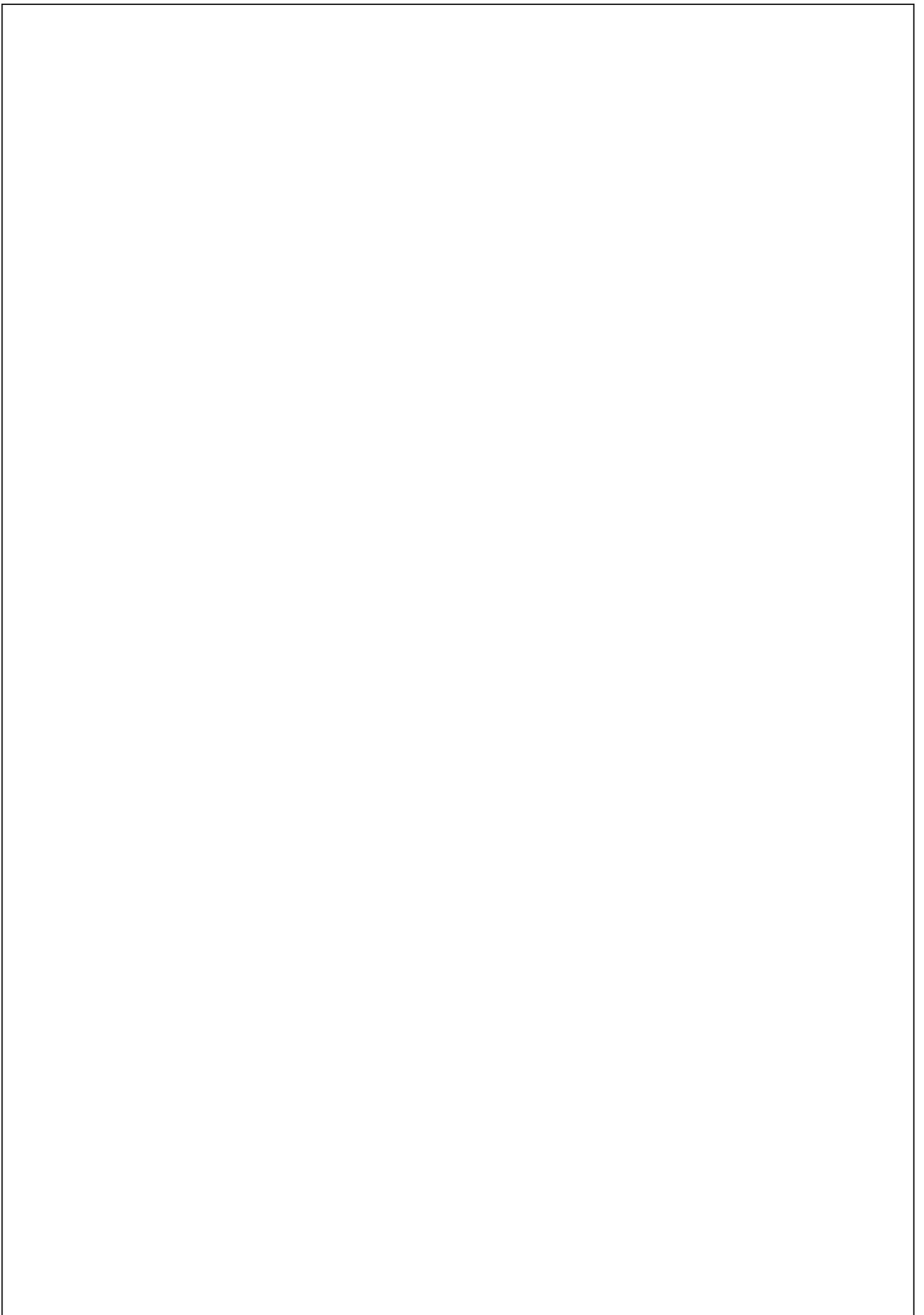
IP : Indice de peroxyde.

IS : Indice de saponification.



Liste des figures

Figure 1 : Répartition de la surface oléicole en Algérie (MADR, 2011).....	6
Figure 2 : Plante de <i>V. unguiculata</i> (photo originale, 2015).....	18
Figure 3 : Adulte de la bruche de niébé <i>C. maculatus</i> F (LEPESME, 1944).....	22
Figure 4 : Adulte de <i>C. maculatus</i> (A) : vue dorsale d'une femelle ;(B) : vue dorsale d'un mâle (BROWN et DOWNHOWER ; 1988).....	23
Figure 5 : Cycle biologique de <i>C. maculatus</i> d'après Kellouche (2005) photo originale 2015.....	25
Figure 6 : œuf de <i>C. maculatus</i> (A) œuf pondu sur une graine de <i>V. unguiculata</i> (BLUMER et Beck ; 2007 (B) : œuf de <i>C. maculatus</i> observé au microscope électronique à balayage (Agrandissement ×100).....	26
Figure 7 : Matériels de laboratoire utilisés.....	30
Figure 8 : Photos originales des oliviers des deux régions (Ouacif et Mekla).....	31
Figure 9 : Graines de <i>V. unguiculata</i> saines utilisées pour les tests biologiques (originale, 2016).....	33
Figure 10 : La morphologie de <i>C. maculatus</i> mâle et femelle	33
Figure 11 : Elevage de masse de <i>C. maculatus</i> (photo originale, 2015).....	40
Figure 12 : La composition des quatre huiles d'olive en acides gras.....	57
Figure 13 : La composition en acides gras saturés (AGS), acides gras mon insaturés (AGMI) et les acides gras polyinsaturés (AGPI) des huiles étudiées.....	58
Figure 14 : Taux de perte en poids des graines de <i>V. unguiculata</i> selon l'origine, la cueillette et la dose de l'huile d'olive utilisée.....	63
Figure 15 : Taux de germination des graines de <i>V. unguiculata</i>	64



Liste des tableaux

Tableau 1 : Les principaux pays producteurs de l'huile d'olive

Tableau 2 : Production oléicole à Tizi ouzou des trois dernières campagnes

Tableau 3 : Caractéristiques de l'huile d'olive

Tableau 4 : (%) des principaux triglycérides de l'huile d'olive

Tableau 5 : Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse établie par (COI, 2006)

Tableau 6 : Les critères de qualité de l'huile d'olive selon (COI, 2009)

Tableau 7 : Les valeurs nutritionnelles du niébé :

Tableau 8 : Durée (en jours) des différents états et stades larvaire (KELLOUCHE, 2005)

Tableau 9 : Les valeurs moyennes de la teneur en eau des huiles analysées

Tableau 10 : Les valeurs moyennes de la densité des huiles analysées en (ρ)

Tableau 11 : Les valeurs moyennes de la viscosité des huiles analysées en CP

Tableau 12 : La teneur en acide gras libre des huiles analysées en (%)

Tableau 13 : Les valeurs moyennes de l'indice d'iode des huiles étudiées

Tableau 14 : Les valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles analysées

Tableau 15 : La teneur en composés phénoliques des huiles analysées

Tableau 16 : Les valeurs moyennes de la teneur en chlorophylles

Tableau 17 : Les moyennes de la teneur en caroténoïdes des huiles analysées

Tableau 18 : Les valeurs moyennes de l'indice de saponification

Tableau 19 : La composition en acides gras de l'huile d'olive (%) des deux régions

Tableau 20 : le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose, sur la fécondité des femelles de *C. maculatus* :

Tableau 21 : Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5% pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose sur la fécondité des femelles de *C. maculatus* :

Tableau 22 : le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose, sur la viabilité embryonnaire des *C. maculatus*

Tableau 23 : le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose sur la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus*

Sommaire

Introduction :	1
Chapitre I : synthèses bibliographiques :	
I-1 : Généralités sur l'olivier :.....	4
I-2 : L'huile d'olive :	8
I-3 : Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive :	13
I-4 : Les différents modes d'extraction de l'huile d'olive :	17
I-5 : Le substrat utilisé :.....	18
I-5-1 : Le haricot œil noir (<i>Vigna unguiculata</i>) :.....	19
I-6 : Généralités sur l'insecte ravageur (<i>Callosobruchus maculatus</i>)	21
I-6-1 : Description :.....	21
I-6-2 : Biologie et cycle de développement :.....	23
I-6-3 : Ennemis naturels et moyens de lutte :	26
Chapitre II : Matériels et méthodes :	
II-1 : Matériels :	
II-1-1 : Matériels du laboratoire :.....	30
II-1-2 : Matériels biologiques :.....	31
II-1-2-1 : L'olivier :.....	31
II-1-2-2 : le haricot dolique :.....	32
II-1-3 : Matériel animal (la bruche du niébé) :.....	33
II-2 : Méthodes :	
II-2-1 : modes de la récolte des olives :.....	34
II-2-2 : Extraction de l'huile d'olive :.....	35
II-2-3 : Les caractéristiques physico- chimiques des huiles extraites :	
II-2-3-1 : Les caractéristiques physiques :.....	36
II-2-3-1-1 : L'humidité :.....	36
II-2-3-1-2 : La densité :.....	36
II-2-3-1-3 : La viscosité :.....	36
II-2-3-2 : Les caractéristiques chimiques :.....	37
II-2-3-2-1 : Indice d'acidité :.....	38
II-2-3-2-2 : Indice de peroxyde :.....	38
II-2-3-2-3 : Indice d'iode :.....	38
II-2-3-2-4 : Dosage des composés phénoliques :.....	39

II-2-3-2-5 : Dosages des chlorophylles et caroténoïdes :.....	39
II-2-3-2-6 : Composition en acides gras :.....	40
II-2-4 : Elevage de masse :.....	41
II-2-5 : Tests biologiques :.....	41
II-2-5-1 : Dispositifs expérimental :.....	41
II-2-6 : Paramètres biologiques étudiés chez <u>C. maculatus</u> :	
II-2-6-1 : La longévité :.....	42
II-2-6-2 : La fécondité des femelles :.....	42
II-2-6-3 : Le taux de viabilité embryonnaire :.....	42
II-2-6-4 : Le taux de viabilité poste – embryonnaire :.....	42
II-2-7 : Paramètres agronomiques étudiés chez <u>V. unguiculata</u> :.....	42
II-2-7-1 : Perte en poids des graines :.....	42
II-2-7-2 : Faculté germinative des graines :.....	42
II-2-8 : Analyse statistiques des données :.....	43

Chapitre III : Résultats et discussions

III-1 : Résultats

III-1-1 : caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive :.....	44
--	----

III-1-1-1 : caractéristiques physiques :

-L'humidité :.....	44
-La densité :.....	45
-La viscosité :.....	46

III-1-1-2 : caractéristiques chimiques :

-Acidité :.....	46
-Indice d'iode :.....	47
-Indice de peroxydes :.....	49
-Teneur en composés phénoliques :.....	51
-Teneur en chlorophylles :.....	52
-Teneur en caroténoïdes :.....	53
-Indice de saponification :.....	55

III-1-2 : La composition en acides gras des huiles d'olive étudiées :.....	56
--	----

III-1-3 : Résultats des tests par contact

III-1-3-1 : Effet de l'huile d'olive sur les paramètres biologiques de <i>C. maculatus</i> :.....	59
III-1-3-1-1 : Effet de l'huile d'olive sur la longévité des adultes de <i>C. maculatus</i> :.....	59
III-1-3-1-2 : Effet de l'huile d'olive sur la fécondité des femelles de <i>C. maculatus</i> :.....	60

III-1-3-1-3 : Effet de l'huile d'olive sur la viabilité embryonnaire des <i>C. maculatus</i> :.....	61
III-1-3-1-4 : Effet de l'huile d'olive sur la viabilité poste-embryonnaire de <i>C. maculatus</i> :.....	62
III-1-4 : L'effet de l'huile d'olive sur les paramètres agronomiques de <i>V. unguiculata</i> :.....	62
III-1-4-1 : Effet de l'huile d'olive sur le poids des graines de <i>V. unguiculata</i> :.....	62
III-1-4-2 : Effet de l'huile d'olive sur la faculté germinative de <i>V. unguiculata</i> :.....	63

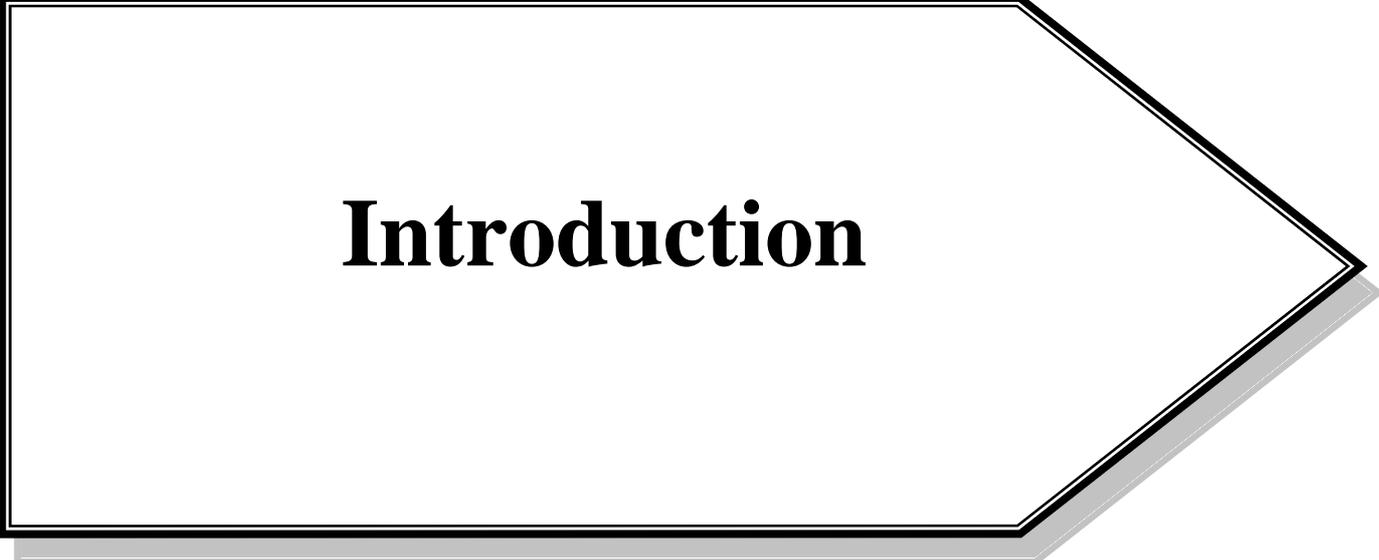
III-2 : Discussion des résultats des tests par contact

III-2-1 : Effet des traitements sur les paramètres biologiques de <i>C. maculatus</i> :.....	64
III-2-2 : Effet des traitements sur les paramètres agronomiques de <i>V. unguiculata</i> :.....	66

Conclusion :.....	67
--------------------------	-----------

Références bibliographiques :

Annexes :



Introduction

Introduction

Introduction :

La culture des légumineuses remonte à des milliers d'années, les civilisations anciennes de la Mésopotamie, 8000 ans avant J.C, cultivaient déjà des pois, des haricots, et des lentilles.

Les chercheurs ont récemment découvert des éléments qui confirment que les faveroles étaient déjà cultivées dans le Nord d'Israël, il ya plus de 10000 ans. Cette culture de base fait partie intégrante de l'alimentation humaine depuis des millénaires, et constitue aujourd'hui encore une culture importante non seulement pour la sécurité alimentaire, mais également pour lutter contre la malnutrition, réduire la pauvreté, améliorer la santé humaine, et renforcer la durabilité de l'agriculture. (SOLTNER, 1990)

La culture des légumineux vivriers, source de protéines végétales a été reconnue comme étant l'une des meilleurs et des moins coûteuses des solutions pour l'alimentation des populations des pays en voie de développement en Afrique et en Asie, en effet, les graines de légumineuses représentent 20 à 25% du poids sec, leur taux en protéines est calculé deux fois plus que les céréales (SOLTNER, 1990).

L'accroissement de la productivité des principales cultures vivrières, tel que le niébé (le haricot) (ADEOTI, 2002). En plus de leur richesse en protéines et en acides aminés nécessaires à l'alimentation humaine, (HEIGNARD ; 1998, ARCHANA et JAWALI ; 2007), la culture des légumineuses est plus respectueuse de l'environnement, puisque ce sont les seules plantes à assurer leur propre approvisionnement en azote grâce à l'activité des bactéries symbiotiques, les Rhizobium. Cette voie symbiotique permet de fournir 70 à 80% des besoins énergétiques de la plante et d'obtenir de bons rendements sans recourir à des apports d'N minéral (HEIGNARD *et al.*, 2011).

Malheureusement, les graines de légumineuses subissent des pertes considérables durant le stockage (KELLOUCHE et SOLTANI ; 2004). Durant la conservation, les graines sont attaquées par des insectes notamment le Bruchidae, (*Callosobruchus maculatus*), qui se maintient durant toute la saison sèche et représente, grâce à son potentiel reproducteur élevé, le ravageur le plus nuisible des stocks du niébé, les dommages peuvent atteindre 100% en quelques mois, les larves se développent aux dépend des réserves des graines de *Vigna unguiculata*.

Introduction

En plus, les larves des bruches, au cours de leur développement, éliminent l'azote sous forme d'acide urique qui s'accumule à l'intérieur de la graine, ce qui rend le niébé impropre à la consommation (HEIGNARD, 1998).

Pour lutter contre les ravageurs des graines stockées, deux méthodes sont préconisées : l'une préventive se pratique avant l'installation des ravageurs, et la deuxième de type curatif est utilisée quand les lots sont déjà infestés.

La lutte préventive consiste à une hygiène des moyens de transport et les locaux de stockage.

Il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (KELLOUCHE, 2005) ; mais si la contamination est établie la lutte curative devient nécessaire.

Si aucune protection n'est entreprise après quelques mois de stockage, la perte des denrées stockées peut être totale. Les méthodes utilisées pour éliminer les pertes dans les stocks sont généralement les insecticides chimiques qui peuvent induire une intoxication chronique des consommateurs, une résistance chez les ravageurs et un impact sur l'environnement. (Anonyme ; 2014).

L'Afrique utilise moins de 10% de la production mondiale de pesticide, mais totalise 75% des cas de mortalité humaine dus à ces substances chimiques, c'est pourquoi aujourd'hui, pour des raisons économiques et écologiques, il ya une nécessité de développer des méthodes de substitutions aux pesticides dans la protection des cultures et des récoltes, parmi ces méthodes les bio pesticides occupent une place de choix (NGAMO, 2007).

L'utilisation des substances végétales autant que bio pesticide a fait l'objet de nombreux travaux notamment aux zones tropicales.

IL s'agit d'utiliser les ressources offertes par leur propre biodiversité pour résoudre les problèmes de stockage des denrées (NGAMO et HANCE ; 2007). C'est ainsi que l'utilisation de certaines huiles comestibles d'Arachide (VARMA et PANDEY ; 1978) ; de palme (HILL et VAN SCHOON HOVEN ; 1981) ; des graines de coton, de tournesol, de noix de coco, de soja et de moutarde (DON PEDRO ; 1989 ; RAMZAN ; 1994), et de l'huile d'olive (KELLOUCHE *et al.*, 2004) ont montré leur efficacité contre *Callosobruchus maculatus*.

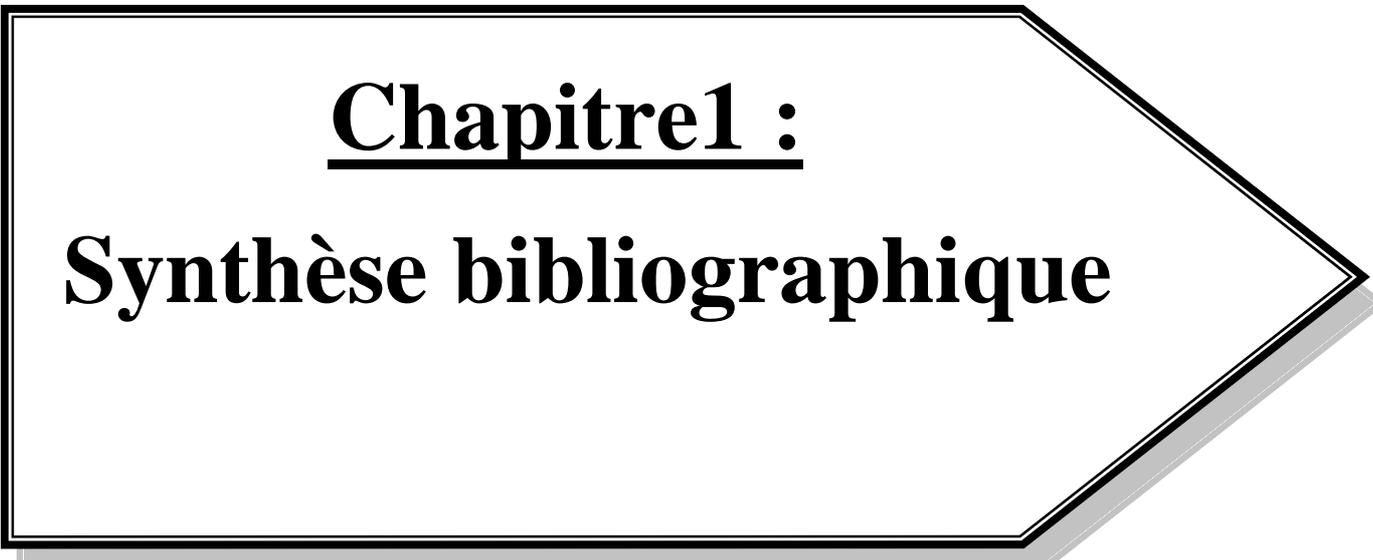
L'huile d'olive est utilisée comme un moyen de conservation des légumineuses chez nos grands-mères dans la région de Kabylie. C'est dans ce concept que s'inscrit notre travail

Introduction

qui consiste à tester l'efficacité de l'huile d'olive des deux différentes régions (Ouacif et Mekla) sur *C. maculatus*.

Notre travail touche deux points essentiels :

D'une part, la comparaison qualitative portant sur quelques paramètres physico-chimiques des huiles extraites à partir des olives obtenues avec deux modes de cueillettes différents (récolte à la main, et ramassage sur le sol) des deux régions de Kabylie (Mekla, Ouacif) ; il s'agit, d'autre part, d'évaluer l'efficacité de ces huiles à l'égard d'un ravageur des graines stockées, ainsi que l'effet de ces huiles sur la faculté germinative des graines de niébé .



Chapitre 1 :
Synthèse bibliographique

Synthèse Bibliographique

I-1 : Généralité sur l'olivier

I-1-1 : Définition

L'olivier : arbre à feuillage persistant, l'olivier présente une cime arrondie avec des rameaux étalés très nombreux, enchevêtrés les uns dans les autres, plus ou moins épineux ou internes, de dimensions et formes varient avec les conditions climatiques, l'exposition, la fertilité du sol et les variétés (Argenson *et al.* 1999).

c'est un arbre polymorphe de taille moyenne (10m au maximum) avec un tronc strié en canal, des feuilles coriaces fusiformes (environs 5 à 6 cm de longueur et 1 à 1.5 cm d'ampleur) de couleur vert grisâtre qui ont des marges lisses et un pédoncule court (COI, 2000).

I-1-2 : Classification de l'olivier :

La systématique : (CRONQUIST, 1981)

Règne : plantae
Sous règne : Tracheobionta
Division : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida
Sous classe : Asteridae
Ordre : Scrophulariales
Famille : Oleaceae
Genre : *Olea*
Espèce : *Olea europaea*

I-1-3 : Oléiculture dans le monde

I-1-3-1 : répartition géographique de la production mondiale d'huile d'olive :

- Selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture 2,7 millions de tonnes d'huile d'olive sont produites annuellement dans le monde, dont 76% en moyenne en Europe, (Espagne, Italie, Grèce) Les autres régions productrices de l'huile d'olive sont l'Afrique (12.5%) l'Asie (10.5%), et l'Amérique (0.9%).

Synthèse Bibliographique

I-1-3-2 : Production mondiale d'huile d'olive

La production mondiale de l'huile d'olive augmente tendanciellement, à un rythme qui accélère de manière significative (Lazzeri, 2009)

- La production mondiale provient à plus de 99% non seulement de pays méditerranéens mais aussi et pour l'essentiel de zones appartenant au pourtour assez limitrophe du bassin (Thabet *et* LaajimI, 2006).

Tableau 1 : Les principaux pays producteurs d'huile d'olive : (C O I, 2015)

Pays	Superficie(en milliers d'hectares)	Production (en milliers de tonnes)	Consommation (en milliers de tonnes)	Exportations(en milliers de tonnes)
Union européenne	5000	2161	1876,1	419,7
Tunisie	1850	156,7	36	132
Turquie	800	144,2	110,7	25,4
Maroc	950	105,8	80	12
Syrie	700	152	114,4	23,5
Jordanie	135	26,1	24,5	1,6
Argentine	100	22,3	5	17
Autres	465	166,3	697,3	36,8
Total	10 000	2934,4	2926,3	669,5

I-1-4 : Oléiculture en Algérie :

L'olivier occupe la première place avant le figuier, le dattier et les agrumes avec une superficie de 383 443 ha soit 44% de la superficie arboricole totale (MADR, 2014), cette surface est répartie notamment sur trois zones oléicoles : Centre, Est et Ouest du pays.

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

Synthèse Bibliographique

existent en zones de plaines où les possibilités d'entretien des arbres et la mécanisation sont favorables.

L'oliveraie algérienne se répartit sur trois zones oléicoles importantes ;

- **La zone ouest** : représentant 22% (Tlemcen, Ain Timouchent, Mascara, Sidi Belabes et Relizane)

- **La zone de la région centre** : elle couvre une superficie de 140.102 hectares répartis entre les wilayas : Tizi Ouzou, **Bouira**, Bejaia, Blida et Ain Defla. Cette zone représente 51% du verger national.

- **La zone de la région Est** : elle représente 25% du patrimoine national est répartie entre les wilayas de Jijel, Mila, Skikda et Guelma.

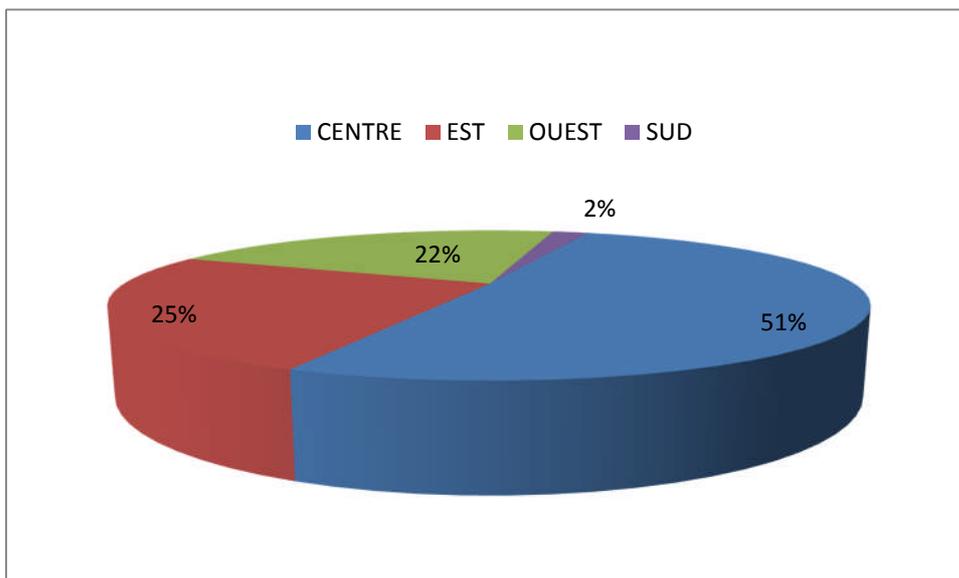


Figure 1 : Répartition de la surface oléicole en Algérie (MADR, 2011)

Synthèse Bibliographique

I-1-5 : Les principales variétés d'oliviers qui existent en Algérie

- La variété la plus répandue aux niveaux national, est la chemlal qui se rencontre dans toute la Kabylie du littoral au sud de Mchedallah, et la vallée de la Soummam. Elle est considérée comme étant bonne productrice d'huile de bonne qualité.

- Les variétés Limli, Azeradj et Bouchouk se rencontrent surtout dans la vallée de la Soummam, ces quatre variétés à elle seules représentent les trois quart de la production oléicole nationale.

- Une autre variété qui est consommée moins productrice d'huile est la Sigoise de la région de Sig (Ouest) elle produit d'excellentes olives de table.

- Des variétés introduites, pour la majorité durant l'époque coloniale la Cornicabra, la Sévillane, la Lucques, la Frontoio et la Leccimo sont d'origine italienne ou française et se sont bien adaptées aux conditions climatiques de notre pays (I. T. A. F. V, 2013).

I-1-6 : La production de l'huile d'olive en Algérie :

La production obtenue durant la période 2013/2014 a été de 4 828 600 qx dont 2 083 507 qx pour l'olive à huile et 2 745 093, pour la production d'olive de table.

Les rendements sont de l'ordre de 16 qx/ha en olive et 18 l/ql en huile.

Tableau 2 : Production oléicole à Tizi Ouzou des trois (3) dernières campagnes :

Campagne	Superficie totale (ha)	Superficie en rapport (ha)	Production olive (qx)	Rendement en olive (qx/ha)	Production huile (hl)	Rdt huile (l/ql)
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

(Source : DSA Tizi Ouzou, 2015)

Synthèse Bibliographique

I-2 :l'huile d'olive

1-Définition :

L'huile d'olive Est une l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europea Sativa*) à l'exclusion des huiles obtenues par des solvants ou par des procédés de ré estérification, et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (C.E.E, 2002).

L'huile d'olive est la seule qui ne soit pas obtenue par raffinage mais seulement par des procédés mécanique (BENHAYOUME et LAZZERI , 2006).

2 - Caractéristique de l'huile d'olive :

Les caractéristiques de l'huile d'olive sont résumées dans le tableau 4(ANGINOT et ISLER, 2003).

Tableau 3 : caractéristiques de l'huile d'olive

Paramètre	Valeurs moyennes limites
Solidification	+21° C
Point de fusion	De 5° C à 7° C
Point de fumée	210 °C
Calories	900 cal / 100g
Antioxydant naturel	Taux élevé de tocophérol
Vitamine E et vitamine A	De 3 à 30mg
Acides gras saturés	De 8 à 24 %
Acides gras insaturés	De 75 à 90 %
Acides gras mono-insaturés	De 56 à 83 %
Acides gras polyinsaturés	3.5 à 20 %
Lipides	99 %
Conservation	longue
Iode	Faible taux

Synthèse Bibliographique

3- Composition chimique de l'huile d'olive

L'huile d'olive contient des éléments majeurs et mineurs, l'abondance de l'acide oléique. Un acide gras monoinsaturé est la caractéristique qui définit l'huile d'olive par rapport aux autres huiles végétales. L'acide oléique (C18 :1 n-9) représente 56 à 84 % des acides gras de l'huile d'olive, tandis que l'acide linoléique (C18 :2 n-6) qui est un acide gras polyinsaturé essentiel pour l'alimentation humaine, représente 3 à 21 %. Les composants mineurs, représentent environ 1 à 2% du poids total de l'huile (plus de 230 composés chimiques), tels que les alcools aliphatiques et tri terpéniques, les stérols, les hydrocarbures et les poly phénols (BEN LEMLIH et GHANAM, 2012).

C'est la présence de composés phénoliques et d'autres antioxydants particuliers qui confèrent à l'huile d'olive une haute stabilité contre l'oxydation avec une couleur et une saveur unique la distinguant des autres huiles ; (BEN LEMLIH et GHANAM 2012).

3-1 : Les composés majeurs :

3-1-1 : Triglycérides :

Ce sont des triesters d'acides gras et de glycérol. Ils constituent environ 98 % de l'huile d'olive et sont principalement mono-insaturés. (DEPLAGUE *et al* ; 1999).

Ils renferment 98 à 99 % de triacylglycérols ou triglycérides, 2 à 3 % de dialcyl-glycérols et 0.1 à 0,25 % de monoacylglycérols (UZZAN, 1994).

Tableau4 : pourcentage(%) des principaux TG de l'huile d'olive. (RYAN *et al*, 1999).

Nature	% triglycérides	
OOO	40 - 60	P : Acide palmitique
POO	10 - 20	S : acide stéarique
OOL	10 - 20	L : acide linoléique
POL	05 - 07	/O : acide oléique
SOO	03 - 07	

Synthèse Bibliographique

3-1-2 : Les acides gras :

Les acides gras qui sont présents dans l'huile d'olive sont : l'oléique, le palmitique, le palmitoléique, le stéarique, le linoléique, le linoléique. Les acides heptadécanoïque et eicosanoïque se trouvent en quantités infimes.

La littérature nous montre bien qu'il existe des différences notables dans la composition acide gras des huiles d'olive selon les variétés d'olive et les régions de production. On peut ajouter à cela les facteurs au niveau de la fabrication de l'huile d'olive tels que la durée de stockage durant trituration (la fermentation dégrade les triglycérides et acide gras). et les conditions de stockage de l'huile d'olive après trituration (oxydation par la lumière et altération par la chaleur) (GRANIER, 2005).

Tableau5 : Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse établie par (COI, 2006)

Nom	Nomenclature	Isomérisation	Teneur (%)
Palmitique	16 :0		7.5-20.0
Palmitoléique	16 :1	Cis	0.3-3.5
Stéarique	18 :0		0.5-5.0
Oléique	18 :1	Cis	55.0-83.0
Linoléique	18 :2	Cis-cis	3.5-21.0
Linoléique	18 :3	Cis-cis-cis	≤ 0.1
Arachidique	20 :0		≤ 0.6
Eicosénoïque	20 :1	Cis	≤ 0.4
Béhénique	22 :0		≤ 0.2
Lignocérique	24 :0		≤ 0.2

3-2 : Les composés mineurs :

3-2-1 : Les tocophérols :

L'huile d'olive contient de α - tocophérol, qui est le tocophérol doté de la plus forte activité vitamine E à des teneurs variant 1.2 à 43 mg/100g. La quantité de ces molécules

Synthèse Bibliographique

présentes dans l'huile est fonction de plusieurs facteurs bien que les données scientifiques sur ce point soient relativement minces il semble que la variété de l'olive et sa maturité ainsi que les conditions et la durée de conservation jouent un rôle capital. Les autres tocophérols ne sont présents qu'à l'état de traces (PSOMIADOU.2000).

Les tocophérols sont reconnus pour leur double action bénéfique. En effet ils ont tout d'abord l'atout d'être une vitamine (vitamine E) et ont également une forte activité anti-oxygène (BURTON.1986).

3-2-2 : Les composés phénoliques :

Si les acides gras représentent la très grande majorité de la composition de l'huile d'olive en termes 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 ; 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 férulique, l'acide μ -coumarique et l'acide vanillique (VEILLET, 2010).

Les composés phénoliques contribuent fortement au goût piquant, à l'astringence et à l'amertume des huiles. Mais si les composés phénoliques sont aujourd'hui au centre de nombreuses études, c'est surtout pour leur potentiel en matière de prévention de la santé humaine (VEILLET, 2010).

3-2-3 :Les hydrocarbures

Le squalène est le principal hydrocarbure de l'huile d'olive, c'est un tri- terpène qui apparait dans la voie de la biosynthèse du cholestérol. Sa présence dans l'huile d'olive est environs 400-450g (OWEN *et al.*, 2000). Outre le squalène, l'huile d'olive contient aussi d'autres hydrocarbures mais en très faibles quantités tel le β -carotène (provitamine A) : 0.03—0.36mg/100g (KIRITSAKIS et MARKAKIS, 1987)

Synthèse Bibliographique

3-2-4 : Les stérols :

Les stérols, ayant tous en commun le noyau stérol se différencient par leur chaîne latérale, sont rencontrés dans l'huile d'olive sous forme libre estérifiée avec les acides gras. Le bêta-sitostérol est le principal stérol (70 à 90 mg/100g) de l'huile d'olive, seule huile végétale peut contenir un taux si élevé. Ce composé est connu pour s'opposer à l'absorption intestinale du cholestérol alimentaire (LEROY, 2011).

3-2-5 : Les composés aromatiques :

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. Ce sont les produits de dégradation des acides gras, les hydrocarbures, les alcools, les aldéhydes, les esters, les cétones....etc.

Aucune de ces molécules ne peut être à elle seule responsable d'un arôme caractéristique d'une huile, cependant des corrélations positives ou négatives ont été observées entre la concentration de certaines molécules et le développement de certains attributs de l'huile (VEILLET, 2010).

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'olive, ainsi que l'évaluation organoleptique des défauts, permettent de travailler dans une optique de classification, et peuvent être utilisés par les producteurs pour rechercher les dysfonctionnements dans leurs 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 défektivité (LAZZERI, 2009).

Synthèse Bibliographique

Tableau 6 : Les critères de qualité de l'huile d'olive selon conseil Oléicole international (COI, 2009).

Critères	HOVE	HOV	HOVC	HOVL
1 - caractéristique organoleptique				
* odeur	Irréprochable	Irréprochable	Bonne	
* Goût	Irréprochable	Irréprochable	Bonne	Défectueuse
* Couleur	Claire Jaune à vert	Claire Jaune à vert	Claire Jaune à vert	Défectueuse
2 - acidité libre en(%) Exprimée en acide oléique	= 0.8	= 2.2	=3.3	>3.3
3 - indice de peroxyde en Milliéquivalent d'oxygène Epoxydique par Kg d'huile	= 20	= 20	=20	Non limité
4 - absorbance dans L'ultraviolet (K1% cm)				
* à 270 nm	=0.22	= 2.25	= 0.3	-
* à 232 nm	= 2.5	= 2.6	-	-
5 - teneur en eau et en matière volatiles% (m/m)	=0.2	=0.2	=0.2	=0.3
6 - traces métalliques mg/kg				
* fer	= 0.3	= 0.3	= 0.3	= 0.1
* cuivre	= 0.1	=0.1	= 0.1	

Synthèse Bibliographique

I-3 : Facteurs influençant la qualité d'huile d'olive :

La qualité de l'huile d'olive est influencée par plusieurs facteurs climatiques, géographiques, pédologiques et génétiques ainsi par le mode d'extraction, les pratiques culturales et les conditions de stockages. Cette qualité dépend d'abord de la cueillette des olives et par la suite des différentes étapes qui s'étendent de leur conditionnement à la conservation de l'huile. (CAVUSOGLU et OKTAR, 1994).

I-3-1 : Les facteurs pédologiques :

Ce sont les conditions du milieu qui permettent à l'olivier d'exprimer toute sa capacité de production, dans la mesure où ces conditions répondent aux exigences spécifiques en présence de l'olivier (CAVUSOGLU et OKTAR, 1994).

A : Influence du sol :

L'environnement physique d'implantation du verger peut avoir une incidence sur la qualité de l'huile résultante. En général les terres grasses produisent des huiles moins aromatiques, comparativement aux terres maigres avec des arbres moins productifs (CAVUSOGLU et OKTAR, 1994).

B : Effet de la fertilisation :

L'azote est un facteur stimulant de la croissance et de l'activation de tous les autres phénomènes (la fécondation, développement du fruit ...), il permet l'augmentation du taux de croissance de l'arbre (ce qui entraîne l'augmentation de la surface productrice) et du calibre des olives. Le potassium joue également un rôle de régulateur de la migration des acides (acide uronique), produit de la dégradation des pectines et pro-pectines. et permet ainsi la synthèse des acides aminés et des acides phénoliques. Quant au phosphore, il favorise l'absorption d'autres éléments (azote, magnésium, calcium, et le bore). Il est donc indispensable lors de développement du méristème (OUAOUCHE et CHIMI, 2007).

C : Influence du climat et de l'altitude :

Le climat exerce une influence sur la maturation du fruit et donc sur la composition chimique et sur la qualité de l'huile grâce à l'hétérogénéité des conditions climatiques (température, humidité, pluviométrie....etc.). (RAYAN *et al.*, 1998).

Synthèse Bibliographique

D'autre part, les olives murissent plus vite à des altitudes supérieures à 700m qu'à des altitudes inférieures à 400m. Cela est dû à l'augmentation du taux de 2,4 méthylènes cycloarthenol et à la diminution de β -sitostérol pendant la maturité (APARICIO et LUNA, 2002).

D : L'influence de l'irrigation :

L'influence de l'irrigation sur la composition chimique et les caractéristiques sensorielles de l'huile d'olive a été étudiée par APARICIO et LUNNA (2002).

Les résultats ont montré que les composés chimiques les plus influencés sont des composés phénoliques, Le taux de poly phénols dans l'huile d'olive issue des variétés conduites en irrigué est plus faible que dans celui des variétés non irriguées. En outre quelques composés volatils comme l'hexane et iso-butyle acétate, sont négativement corrélés avec l'irrigation (Angoresa *et al.*, 2004). En effet, les huiles issues des variétés irriguées sont moins stables mais de bonne qualité sensorielle (APARICIO *et al.*, 2002).

E : Influence de la maturité :

La maturité des olives est un processus à la fois lent et qui se prolonge pendant plusieurs mois la durée dépend de l'altitude de la culture, des pratiques agronomiques, auxquelles les olives ont été soumises, de la variété de l'olive et de climat (Cavusoglu et Oktar, 1994).

Le long de la maturité, plusieurs processus métaboliques ont lieu dans les olives avec variations suivantes sur des profils de quelques composés. Ces changements sont réfléchis sur la classe de qualité, les caractéristiques sensorielles, la stabilité oxydante et ou la valeur nutritive du produit obtenu. Les poly phénols, les tocophérols, les colorants, les caroténoïdes et les chlorophylles sont des exemples des composés impliqués dans ce phénomène, aussi bien que la composition en acides gras et en stérols (Mastos *et al.*, 2007).

I-3-2 : Facteurs agronomiques

1 : La récolte :

La récolte est un moment important qui nécessite une particulière attention, étant donné ses répercussions sur la qualité de l'huile d'olive (Argenson, 1999).

Synthèse Bibliographique

1-a- La Période de récolte :

Une récolte précoce, avant la fin de la phase linéaire de la lipogenèse, implique non seulement une perte de quantité mais fréquemment aussi une huile plus amère qui nécessite une longue sédimentation.

En revanche, une récolte tardive peut entraîner une perte du fruit, une baisse de la qualité sans augmentation significative de la quantité de l'huile. Cette baisse peut être liée aux problèmes sanitaires et une diminution de la qualité de l'arôme (C.O.I, 1997).

1-b -Méthode de récolte :

La méthode de cueillette est l'un des nombreux facteurs ayant une incidence sur la qualité de l'huile.

Une récolte au sol des olives : les olives tombées soit naturellement soit lors de l'utilisation de la gaule subite des lésions qui facilitent la pénétration et le développement des micro-organismes, ce qui conduit à la dégradation de la qualité de l'huile d'olive qui se traduit par une augmentation de l'acidité (Chimi, 2001).

La cueillette manuelle : elle constitue le système rationnel qui assure l'obtention d'une huile de bonne qualité (Digiovacchino, 1997).

I-3-3 : Le transport :

La cueillette terminée, les olives doivent être transportées immédiatement aux moulins afin de préserver leur qualité. Les olives sont généralement logées dans des sacs en jute ou en nylon qui sont empilés pour être transportés, les olives finissent par être écrasées et blessées, ce qui provoque le déclenchement du processus biologique responsable de la détérioration de la qualité de l'huile produite. Le meilleur moyen de transport des olives est celui utilisant des cageots plastique Ce type d'emballage assure l'aération des fruits et évite l'activité catabolique du fruit, qui permet la préservation de leur qualité avant l'extraction (Cavusoglu et Otkar,1994) .

I-3-4 : Le stockage des olives :

Le stockage inadéquat porte atteinte à la qualité de l'huile d'olive, cette dernière subit deux types d'altération :

Synthèse Bibliographique

L'hydrolyse des triglycérides de l'huile d'olive caractérisée par une teneur élevée en acide gras libres due à l'activité des lipases, humidité et la chaleur.

Un rancissement par oxydation qui se manifeste surtout quand le fruit est blessé et en présence d'air (Chimi, 2001).

I-3-5 : Stockage et conservation de l'huile :

Au cours du stockage, l'huile d'olive comme toute huile végétale subit des détériorations d'ordre organoleptique et physico-chimique modifiant et altérant sa qualité initiale .Le défaut le plus remarquable est le rancissement de l'huile du à l'oxydation (Rahmani, 1989).

I-3-6 : Incidence des ravageurs :

Les fruits attaqués par la mouche de l'olive prennent une couleur rougeâtre ou violacée et tombent prématurément .L' huile produite prend un goût désagréable et subit une augmentation de son acidité.

I-4 : Les différents modes d'extraction de l'huile d'olive :

D'après Brousse et Loussert (1978), les techniques de transformation de l'huile d'olive commencent d'abord par des opérations préliminaires, (la récolte, le triage, l'effeuillage, le transport, la réception, le calibrage, le contrôle, la conservation, le lavage).

Ensuite intervient la préparation de la pate qui s'effectue en deux opérations, le broyage des olives et le malaxage de la pate.

Concernant la séparation de la phase solide et liquide, il existe plusieurs moyens .

Le traitement des olives en vue de l'extraction de l'huile d'olive peut se faire par des moyens mécaniques (pression ou par centrifugation), plusieurs systèmes d'extraction sont employés pour extraire l'huile des olives.

A /- Système discontinu d'extraction par pression :

Dans ce système, on utilise des presses métalliques comme les presses hydrauliques ; la pate issue du broyage est empilée sur les scourtin , (5à10Kg par scourtin). L'opération de

Synthèse Bibliographique

pressage dure au moins 45mn. Les scourtins doivent être lavés selon les normes internationales au moins une fois par semaine pour éviter d'augmenter l'acidité de l'huile.

B /- Système d'extraction continu avec centrifugation à trois phases :

Les trois phases sont : huile, margine, grignons ; l'introduction de ces installations continue a permis de réduire les coûts de transformation et la durée du stockage des olives, par conséquence une production oléicole de moindre acidité.

C/- Système d'extraction continu 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). Ce système nécessite pas l'ajout d'eau pour la séparation des phases huileuses et solides contenant les grignons et les margines.

I-5 : Etude de la plante hôte (*vigna unguiculata*) :



Figure 2 : plante de *Vigna unguiculata* (Photo originale 2015)

Synthèse Bibliographique

❖ Position systématique (PROST ,1996)

Règne :.....Végétal

Sous règne :.....Phanérogames.

Embranchement :.....Angiospermes.

Classe :Dicotylédones.

Ordre :.....Fabales

Famille :.....Fabacées

Sous famille :.....Papilionacées

Tribu :.....Phasage

Genre :.....*Vigna*

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

❖ Noms vernaculaires :

Niébé, haricot à l'œil noir, pois yeux noirs, cornille, voème, haricot dolique.

Il s'agit d'une plante herbacée annuelle et grimpante. Sa tige pouvant atteindre 4 mètres de long, et de forme anguleuse ou presque cylindrique. Les deux premières feuilles sont simples et opposées, les feuilles suivantes sont alternes.

Les feuilles, de 7 à 12 cm de long sont de couleur verte et parfois marbrée de violet ; la foliole terminale est large. La racine principale a une longueur supérieure à 30 cm au début de la floraison. La fleur rose à violette est parfois blanche ou jaune.

Le fruit est une gousse linéaire cylindrique, de 8 à 30 cm de long, pourvue d'un bec court brun à pale à maturité, contenant 8 à 30 graines.

Les réserves de la graine se trouvent dans les deux volumineux cotylédons qui occupent tout le volume de la graine.

Synthèse Bibliographique

Le cycle dure de 160 à 196 jours (Borget, 1989 ; Grubben, 2004).

❖ Caractères morphologiques du niébé :

- Le système racinaire est profond et dépasse 30 cm au début de la floraison (CHOUX et FOURY, 1994)
- Les feuilles : composées de trois grandes folioles, sont triangulaire, verts, parfois marbrés de violets (ZUANG, 1991)
- Les fleurs : sont de couleur blanchâtre teintée de rose avec un onglet jaune à la base de l'étendard (KEITA, 2000).
- Les gousses sont dressées par paire formant un V déhiscent, cylindriques plus au moins comprimées avec une extrémité aigue.
- Les graines sont ovoïdes, réniformes, et sensiblement plus petites que celles des haricots verts, on trouve 8 à 20 graines par gousse (BELHOUCINE et MAKOUR, 2007). Elles sont de couleur variable (généralement blanche) et munies d'une tache noire (œil) autour du hile (COUPLAN et Marmy, 2004).

❖ La valeur nutritionnelle :

Les jeunes feuilles de niébé récoltées 45 jours après le semi, sont à recommander car elles ont une valeur nutritionnelle meilleure que les feuilles récoltées à 60 jours après le semis (CLAUTILDE *et al.* , 2011).

Le taux de protéines de *V. unguiculata* varie entre 20 à 24.5% (HASSAIN et BASAHY, 1998 ; GRUBBEN, 2004)

Il a été démontré que la valeur nutritionnelle des graines du niébé est plus importante lorsqu'elles sont mures le taux de protéines passe de 3 à 23.5g/100g.

Tableau7 : Les valeurs nutritionnelles du niébé selon GRUBBEN, 2004.

	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Matières minérales	Eau	Calories
Niébé	22-26%	1-2%	60-65%	4-5%	3-4%	11%	342

Synthèse Bibliographique

I-6: *Collosobruchus maculatus*: la bruche du niébé :

Les différentes espèces de bruches se distinguent par leur comportement, leur morphologie, l'importance des dommages causés, et leur réaction face aux méthodes de lutte, Il est absolument indispensable de passer en revue la taxonomie, la biologie, et l'écologie de ces ravageurs dont la plupart sont d'une importance économiques surtout dans les régions chaudes du monde (Djossou, 2006).

❖ *Etude de C.maculatus* :

L'espèce fut décrite pour la première fois par Fabricius en 1775. Sa position systématique actuelle a été précisée par Bridwell en 1929 puis par Southgate en 1979.

La bruche du niébé communément appelée bruche à 4 taches ou bruche maculée est positionnée comme suite dans la systématique :

❖ **Position systématique** Balachowsky, 1962) :

Embranchement :..... Arthropodes

Sous embranchement :..... Hexapodes

Classe :..... Insectes

Sous classe :..... Ptérygotes

Ordre :..... Coléoptères

Famille :..... Bruchidés

Genre :..... *Callosobruchus*

Espèce :..... *Callosobruchus maculatus* (F).

I-6-1 : Description de l'insecte :

L'adulte mesure de 2.8 à 3.5mm de long, son corps est de couleur foncièrement rougeâtre, le prothorax est noir et le dessin élytre est des plus variables et a été la cause de création de plusieurs variétés sans valeurs spécifiques ayant des formes de passages intermédiaires de l'une à l'autre.

Synthèse Bibliographique

Les élytres sont ornés de 4 taches noires, arrondies et placées latéralement, les deux plus grandes vers le milieu, les deux autres sur l'apex.

Parfois le calus huméral taché du noir est relié latéralement aux taches du milieu reliées elles mêmes aux apicales.

Sur le disque, ces taches sont séparées par une bande jaunâtre et oblique.

Les taches dorsales foncées peuvent faire complètement défaut ou se réduire à une simple bordure latérale sur les élytres.

Le pygidium est allongé avec deux taches latérales, brunes ou oblongues (HOFFMAN, 1945 ; Balachowsky, 1962 ; MALLAMAIRE, 1962).

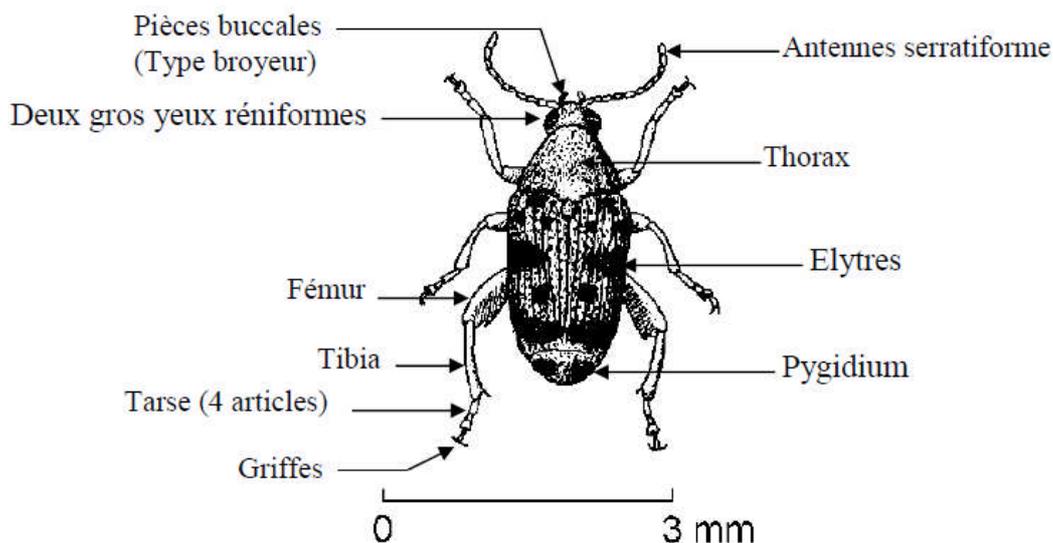


Figure 3 : Adulte du bruche du niébé *C. maculatus* (F.) (LEPESME, 1944).

❖ Dimorphisme :

La distinction entre les deux sexes se fait par l'observation de l'aspect général, le plus caractéristique est la coloration du pygidium ; ce dernier est élargi et de couleur sombre sur les deux faces pour la femelle, petit et manque de rayure chez les mâles.

Les femelles sont d'une taille plus grande et de couleur plus foncée, contrairement aux mâles, ayant une couleur brun clair (Beck *et al.* , 2007).

Synthèse Bibliographique

Les antennes sont noires avec les 4 premiers articles roux ; chez les mâles elles sont plus élargies à partir du 7^{ème} article, mais certaines femelles ont des antennes entièrement rouges.

L'insecte est ailé, bien qu'il existe des formes brachyptères ou aptères (MALLAMAIRE, 1962).



Figure 4 : Adulte de *C.maculatus* (A) : vue dorsale d'une femelle ;(B) : vue dorsale d'un mâle (BROWN et DOWNHOWER ; 1988).

I-6-2 : Cycle biologique :

C.maculatus accomplit son cycle de développement, de l'œuf au stade adulte, en 28 jours en conditions de laboratoire a 27° C et 70% d'humidité relative (HOFFMAN, 1945). Selon Kellouche (2005), la durée du cycle de développement (de l'œuf à l'adulte) est en moyenne de 28± 3 jours) dans les graines de pois chiche, l'incubation des œufs dure environ une semaine, le développement larvaire 15 jours et la nymphose 6 jours.

Synthèse Bibliographique

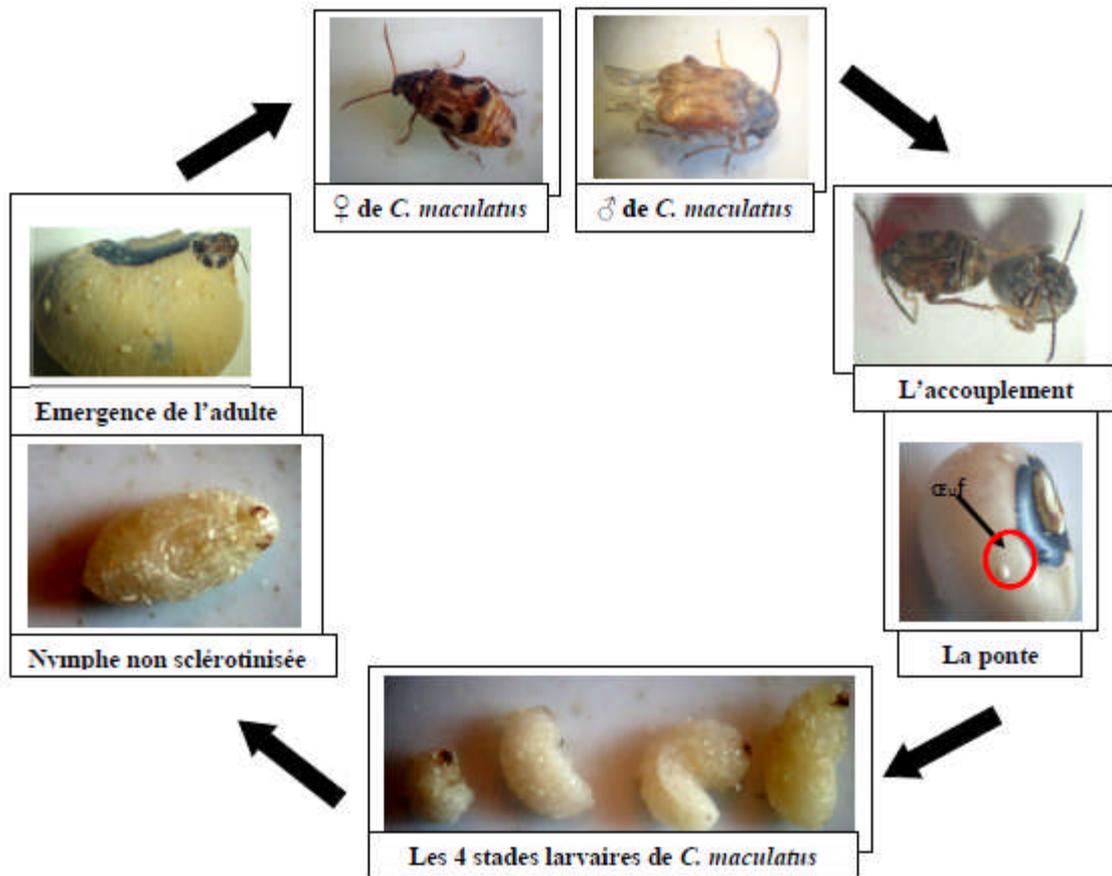


Figure 5 : Cycle biologique de *C.maculatus* d'après Kellouche (2005) (photo originale, 2015).

Tableau 8 : Durée (en jours) des différents états et stades larvaire (KELLOUCHE ,2005).

Etats et stades larvaires	Durée (jours) (± écart-type)
Embryogenèse	7±1
Larve du 1 ^{er} stade	2±1
Larve du 2 ^{eme} stade	2±1
Larve du 3 ^{eme} stade	6±1
Larve du 4 ^{eme} stade	5±1
Nymphose	6±1
Durée totale (jours)	28±3

Synthèse Bibliographique

C. maculatus contamine généralement les graines aux champs peut avant la récolte, et une fois introduites dans les entrepôts.

Elle peut continuer à se multiplier sans arrêt si les conditions sont favorables. UTIDA (1954) considère que sa grande polyphagie et sa faculté d'adaptation à des régions climatiques variées en font une menace permanente pour les cultures de légumineuses dans de nombreux pays.

La ponte suit très rapidement la copulation, elle est activée par la présence de certaines légumineuses.

L'œuf est asymétrique, arrondi à la base, subconique à l'extrémité et adhère au substratum par un liquide adhésif se solidifiant à l'air après la ponte.

On compte 75 à 100 œufs par ponte, cette dernière se prolonge de 15 jours à un mois. L'éclosion se manifeste de 3 à 4 jours après la ponte dans les conditions les plus favorables. Mais à basse température l'incubation se prolonge pendant plusieurs semaines (BALASHOWSKY, 1962).

D'après KAWACHI (1995), les femelles peuvent anticiper la compétition larvaire future, due aux conditions de croissance, en produisant de gros œufs pour améliorer les chances de survie de sa descendance.

La nymphose a lieu soit dans la graine elle-même soit à proximité immédiate, elle dure environ 6 jours.

Deux types d'adultes sont observés chez *C. maculatus*, la forme non voilière incapable de voler et sexuellement active dès leur émergence.

La forme voilière capable de voler, et qui présente au début de la vie imaginaire une quiescence reproductrice.

Synthèse Bibliographique

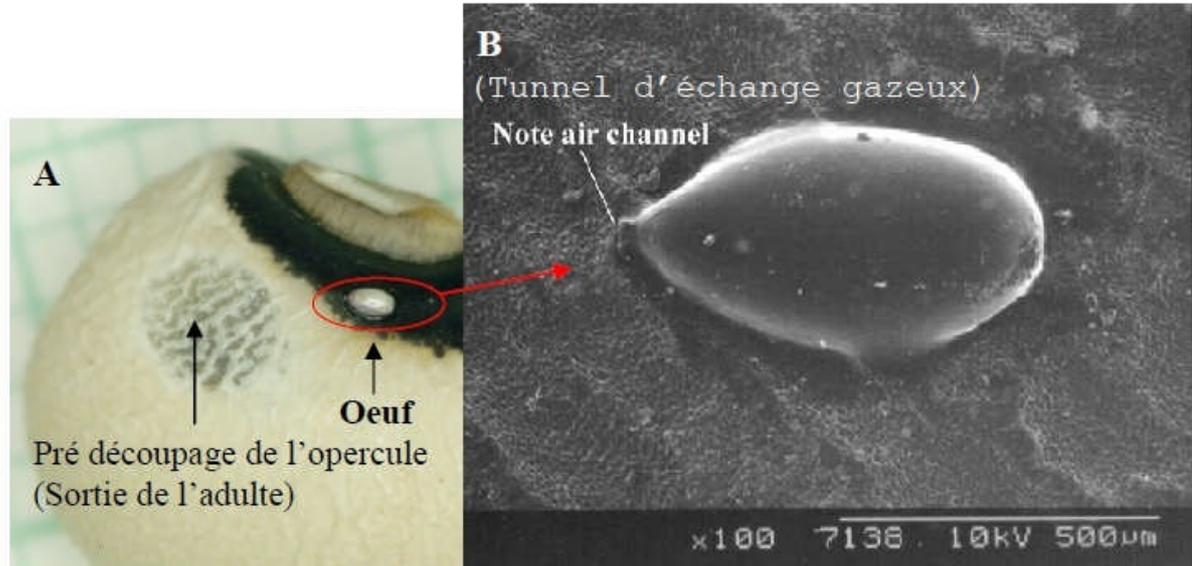


Figure 6 : œuf de *C.maculatus* (A) ; œuf pondu sur une graine de *V.unguiculata* (BLUMER et Beck , 2007)

(B) : œuf de *C.maculatus* observé au microscope électronique à balayage (Agrandissement *100).

I-6-3 : Ennemis naturels :

La bruche de niébé est parasitée par de nombreux hyménoptères (D.JOUSSOU, 2006).

Uscana lariophaga steffan : Famille des Trichogrammatidae.

Anisopteromalys calandreae Howard :

Eupelmus orientalis Crawford : famille des Eupelmidae.

Et quelques acariens comme : *pemotes ventricosus* (KEITA ,2000).

❖ Moyens de lutte :

Deux méthodes sont préconisées pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées, l'une est préventive et l'autre est dite curative.

Synthèse Bibliographique

1) Lutte préventive :

Elle doit être envisagée du début de la culture jusqu'à l'entreposage des graines, elle vise à empêcher les infestations des gousses aux champs et les graines dans les stocks, elle inclut :

- Le choix des variétés résistantes (PIERROT, 1982)
- Le respect des rotations des cultures qui réduisent l'infestation (SIMON *et al.*, 1994).
- Le sarclage des mauvaises herbes aux alentours des plantations.
- La séparation des graines saines de celles endommagées avant le stockage, pour réduire les risques de perte lors de la conservation (APPERT, 1992).
- Assurer un taux d'humidité convenable aux graines, un taux de 13% est recommandée (LEPESME, 1994).
- La désinsectisation de l'emballage et des locaux de stockage, vides qui doivent être hermétiquement fermés, ainsi que les denrées destinées au stockage.

2) Lutte curative :

Elles devient nécessaire après que les mesures préventives se soient avérées inefficaces (SIMAN *et al.*, 1994) elle consiste en une lutte directe contre les ravageurs, elle comprend les luttes : physique, chimique, biologique.

1) Lutte physique :

Elle vise à la sensibilité des ravageurs vis-à-vis de la température, des radiations et des gaz inertes.

- **La température :**

Selon GWINNER *et al.*, 1996 l'optimum de développement des insectes ravageurs des denrées stockées s'échelonne généralement entre 25 et 35° C. En dehors de cet intervalle leur reproduction s'arrête tandis qu'à moins de 5° et à plus de 45°, la plupart des individus meurent (LEE *et al.*, 1993).

- **Radiation ionisante :**

Synthèse Bibliographique

Les mâles sont plus sensibles aux radiations que les femelles, la dose létale dépend de l'insecte et de la période de traitement (AHMED, 1992).

La désinsectisation avec les rayons γ à forte dose provoque la mort de tout stade de développement de l'insecte (DIOPE *et al.*, 1998), par contre son exposition à des doses faibles provoque sa stérilité.

- **Radiation non ionisante :**

Les infrarouges et les radio fréquences permettent de chauffer les produits à une température létale pour tous les insectes qui s'y trouvent dans les graines quelque soit l'espèce ou le stade de développement (SINGH *et al.*, 1998 ; ZEGGA et TERCHI, 2001).

- **Gaz inertes :**

- L'utilisation de dioxyde de Carbone ou de Nitrogène, à une concentration supérieure à 60% de l'atmosphère régnant à l'intérieur de stocks, est très efficace pour éliminer la plupart des ravageurs des graines (WHILE et Jayas, 1996).

2) Lutte chimique :

On cite la fumigation, les insecticides de contact et la lutte biotechnique.

A /-Fumigants : ce sont des insecticides gazeux qui agissent par inhalation (Bromure de méthyle) ces produits ont la faculté de pénétrer à l'intérieur de graines et détruire tous les stades de développement des insectes (CROUZ et TROUDE, 1988).

B /-Insecticide de contact : sous forme de poudrage ou en pulvérisation les organophosphorés sont les plus utilisés (DUCOM, 1987).

C /-lutte biotechnique : lutte par confusion sexuelle, elle consiste à multiplier le nombre de points d'émission de phéromone sexuelle de telle sorte que les mâles attirés soient dans l'incapacité d'identifier et localiser la femelle de la même espèce, (Fargo *et al.*, 1994) ; cela engendre la diminution de taux de copulation et par conséquent le déclin de la génération suivante.

La lutte chimique se révèle plus efficace pour protéger les stocks contre des attaques de ravageurs, mais malheureusement son utilisation est limitée par de nombreuses contraintes telles que :

Synthèse Bibliographique

- _ Les risques pour la santé humaine et animale ;
- _ L'apparition des insectes résistants ou tolérants ;
- _ Leur coût élevé ;
- _ La pollution de l'environnement ;

3) Lutte biologique :

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable, et de la sauvegarde des écosystèmes.

Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites, ou des agents pathogènes ainsi on utilise aussi des produits naturels d'origine végétale comme les poudres minérales des huiles végétales, huiles essentielles , l'huile d'olive (KELLOUCHE, *et al.* ,2004) qui ont montré son efficacité à l'égard de *C. maculatus*.

Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans le programme de recherche, vus ces intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique....

Chapitre2 :

Matériels et méthodes

Matériels et Méthodes

II-1 : Matériels :

II-1-1 : Matériels du laboratoire

Pour les différentes expériences nous avons utilisés le matériel suivant :

- Les conditions favorables pour le développement de *C. maculatus* sont maintenues grâce à une étuve réfrigérée réglée à une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$.
- Des bocaux en verre pour l'élevage de masse de *C. maculatus*.
- Un tamis de tri des élevages de masse pour séparer des bruches adultes des graines infestés.
- Une balance à affichage électronique pour les pesées des graines.
- Des boites de Pétri.
- Une pipette de 1 ml pour le pipetage de l'huile d'olive.
- Une loupe binoculaire de grossissement (G*40) pour l'observation et l'identification des œufs sur les graines).
- D'autres accessoires ont été utilisés : pinceau, rouleau adhésifs...



Loupe binoculaire
(originale, 2016)



Etuve réfrigérée (originale, 2016)



Balance (originale,
2016)

Figure7 : Le matériel de laboratoire utilisé

II-1-2 : Matériels biologiques

II-1-2-1 : L'olivier

❖ La systématique : (CRONQUIST, 1981)

Règne : plantae
Sous règne : Tracheobionta
Division : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida
Sous classe : Asteridae
Ordre : Scrophulariales
Famille : Oleaceae
Genre : *Olea*
Espèce : *Olea europaea*



L'olivier de la région Mekla
(Photo originale ,2015)



L'olivier de la région Ouacif (photo
originale, 2015)

Figure8 : Description des oliviers des deux régions étudiées

L'huile d'olive :

L'huile d'olive est tirée du fruit de l'olivier (*Olea europaea*). C'est l'unique huile susceptible d'être consommée telle qu'elle sort du fruit.

Matériels et Méthodes

L'huile d'olive occupe parmi les huiles végétales alimentaire une place particulière et ce pour plusieurs raisons :

- Historiquement elle est la plus ancienne des huiles connues.
- Sa production nécessite un équipement spécifique qui ne peut pas être employé pour la trituration d'aucune autre matière oléagineuse.
- Sa matière grasse est peu répandue en comparaison aux autres huiles et graisses alimentaires.
- Son jus de fruit est consommé à l'état vierge.

Cette huile est commercialisée selon les dénominations et définitions ci -après :

L'huiles d'olive vierges : sont des huiles obtenue à partir du fruit de l'olivier par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions thermiques notamment, qui n'entraînent pas l'altération de l'huile et n'ayant subi aucun d'autres traitement que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration.

Les huiles d'olives vierges propres à la consommation en l'état sont :

A / extra vierge: dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0.8g/100g.

B/vierge : dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2g/100g.

C/ vierge courante : dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum 3.3g/100g.

D/ vierge impropre à la consommation en l'état dénommé huile d'olive vierge lampante : dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3.3g/100g. et/ou dont les caractéristiques organoleptiques et les autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la norme de C.O.I , elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques.

II-1-2-2 : le haricot dolique

Les graines de niébé utilisées dans les différents tests proviennent du marché local, elles sont conditionnées dans des sachets en plastique.

La conservation des graines du niébé est réalisée au laboratoire jusqu'à la réalisation de l'expérimentation (Laboratoire d'entomologie appliquée, U.M.M.T.O).



Figure9: Graines de *V. unguiculata* saines utilisées pour les tests biologiques (Photo originale 2016)

II-1-2 : Matériel animal (la bruche du niébé)

❖ Position systématique : (BALACHOWSKY, 1962)

Embranchement : Arthropoda

Sous embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous classe : ptérygota

Ordre : Coléoptera

Famille : Bruchidae

Genre : *Callosobruchus*

Espèce : *Callosobruchus maculatus* (F.).



Figure 10 : La morphologie de *C. maculatus*.

II-2 : Méthodes :

II-2-1 : modes de la récolte des olives

L'huile d'olive a été extraite dans deux différentes régions de la Kabylie, au niveau de la wilaya de Tizi ouzou, deux échantillons au niveau de la région Ouacif et deux échantillons au niveau de la région Mekla :

On a utilisé deux modes de récoltes :

Le premier échantillonnage est fait par une cueillette à la main sur l'arbre, les olives sont récupérées dans des sacs en plastique.

Le deuxième échantillonnage est fait par un gaulage et les olives sont ensuite ramassées sur le sol.

II-2-2 : Extraction de l'huile d'olive

Pour le mode d'extraction de l'huile d'olive nous avons utilisé une huilerie moderne de la région Mekla pour les échantillons prélevés au niveau de cette région, et une huilerie moderne de la région des Ouadhias, pour les échantillons de la région Ouacif, qui à 3 phases.

a) : Méthodes d'extraction de l'huile d'olive :

A/ : L'huile de la région Mekla (village Taliouine) : 80% des olives sont de la variété Chemlal ; les olives sont récoltées par deux modes différents :

1/ Avec un gaulage et ramassées sur terre et stockées dans des sacs en plastique pendant environ 21 jours au mois de Décembre 2015.

2/ Récolte à la main et stockées dans des sacs en plastique pendant environ 15 jours et à l'air libre.

- Le verger est situé à une altitude de 500 m.
- Le verger n'est pas entretenu, il comporte environ 60 oliviers d'âge différent (100 à 180 ans).
- Les oliviers sont taillés au moment de la cueillette.

L'huile a été extraite dans une huilerie moderne à 3 phases et conditionnée dans des bidons en plastique opaque.

Matériels et Méthodes

B/ L'huile de la région Ouacif (Village Ait Boumehdi) :

Provient des olives de la variété Chemlal ; les olives sont récoltées au mois de Novembre 2015 par deux modes différents :

1/ La récolte se fait par le gaulage, et les olives sont ramassées sur le sol et laissées à l'air libre pendant 10 jours en attendant leur transport vers une huilerie.

2/ Récolte à la main et stockage dans des sacs en plastique pendant 20 jours.

- Le verger est situé à une altitude de 400 m.
- Le verger est abandonné contient environ 21 oliviers d'un âge avancé.
- La taille s'effectue au moment de la récolte.

L'huile a été extraite dans une huilerie moderne à 3 phases et conditionnée dans des bidons en plastique opaque.

II-2-3 : Les caractéristiques physico- chimiques des huiles extraites

Sur l'ensemble des échantillons de l'huile, des analyses physico- chimiques énumérées ci- dessous ont été effectuées :

- ✓ L'humidité ;
- ✓ L'acidité ;
- ✓ La densité ;
- ✓ La viscosité ;
- ✓ L'indice de peroxyde ;
- ✓ L'indice d'iode ;
- ✓ La teneur en composés phénoliques ;
- ✓ Analyse de profil des acides gras par la CPG ;
- ✓ La teneur en chlorophylles et caroténoïdes ;

Toutes les analyses physico-chimiques pratiquées sur les 4 échantillons d'huile sont répétées 03 fois dans chaque expérience pour chaque échantillon.

Matériels et Méthodes

II-2-3-1 : Les caractéristiques physiques

II-2-3-1-1 : L'humidité

Cette méthode consiste en une dessiccation du produit après chauffage à une température de $103^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ dans une étuve isotherme et à la pression atmosphérique jusqu'à obtention d'une masse constante.

Expression des résultats

L'humidité est donnée par la relation suivante :

$$H (\%) = (M1 - M2 \times 100 / (M1 - M0))$$

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

II-2-3-1-2 : La densité

Cela consiste à peser, à l'aide d'une éprouvette, un volume connu de l'huile homogène par rapport à la masse du même volume en eau distillée.

Résultats : calculer les densités de l'huile d'olive.

$$\text{La densité} = \frac{\text{poids de l'huile}}{\text{Poids d'eau distillé}}$$

II-2-3-1-3 : La viscosité

La viscosité est définie comme étant le coefficient de frottement intramoléculaire. C'est la mesure du temps que nécessite une balle en métal pour s'écouler dans un capillaire d'un viscosimètre rempli d'huile. La viscosité est exprimée par la formule suivante :

Matériels et Méthodes

$$\Psi = K (p_1 - p) t$$

Soit :

Ψ : la viscosité exprimée en CP (centi poises) ou MP/ sec (milli Pascal/sec)

ρ_1 : La densité de la bille de métal qui est égale à 8.02g/ml

ρ_2 : Densité de l'huile (g/ml).

t : Le temps de descente en minutes.

K : constante du viscosimètre qui est égal à 35.

II-2-3-2 : Les caractéristiques chimiques

II-2-3-2-1 : Indice d'acidité

C'est l'expression conventionnelle de la teneur en pourcentage d'acides gras libres exprimée en pourcentage d'acide oléique.

Expression des résultats :

L'acidité est donnée par la relation suivante :

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{N.V. \cdot 282,5 \cdot 100}{M \cdot 1000}$$

Où : N : Normalité de la solution de potasse KOH (mol/l)

V : Volume de titrage de KOH en ml.

M : Poids de la prise d'essai en gramme.

II-2-3-2-2 : Indice de peroxyde

C'est le nombre de milliéquivalents grammes d'oxygène actif par kilogramme de Corp. gras. Il est utilisé pour évaluer le degré d'oxydation des huiles.

Expression des résultats

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

Matériels et Méthodes

$$IP \text{ (méq/kg)} = \frac{V - V_0 N * 100}{P}$$

Où :

V : est le volume de thiosulfate de Na de l'échantillon.

V₀ : est le volume requis pour titrer le blanc.

P : est la prise d'essai en grammes.

II-2-3-2-3 : Indice d'iode

L'indice d'iode d'un corps gras correspond au nombre de grammes d'iode fixés sur les doubles liaisons de 100g de corps gras.

expression des résultats :

L'indice d'iode est donné par la relation suivante :

$$I = \frac{(V_0 - V) \times N \times 12.96}{P}$$

Où :

I_i : indice d'iode.

V₀ : volume du thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc en ml.

V : volume du thiosulfate de sodium utilisé pour titrer l'excès d'iode en ml.

N : normalité du thiosulfate de sodium.

P : poids de l'huile d'olive utilisée

12,69 : masse d'iode correspondant à 1 ml de thiosulfate de sodium pour 100g de corps gras.

Analyse de la composition chimique :

II-2-3-2-4 : Dosage des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont une part de la fraction polaire de l'huile d'olive, ils sont obtenus par le système d'extraction méthanol/eau. Leurs dosages sont effectués par la méthode spectrophotométrique au folin-ciocalteu. La lecture des absorbances est effectuée à 725nm et la teneur totale en composés phénoliques est exprimée en ppm d'acide gallique.

II-2-3-2-5 : Dosages des chlorophylles et caroténoïdes

La teneur en chlorophylle et en caroténoïdes est basée sur l'existence d'une bande d'absorption spécifique pour ces composés donnés par un spectrophotomètre visible.

On mesure l'absorbance d'huile à 670 nm pour les chlorophylles et à 470 nm pour les caroténoïdes.

Les teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes, exprimées mg/kg sont données par les formules suivantes :

$$\text{Chlorophylle e (mg)} = \frac{A_{670} \times 10^6}{613 \times 100 \times \text{Kg}}$$

$$\text{Caroténoïdes en (mg)} = \frac{A_{470} \times 10^6}{2000 \times 100 \times \text{Kg}}$$

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée.

D : épaisseur de la cuve en cm.

II-2-3-2-6 : Composition en acides gras

Matériels et Méthodes

Les acides gras des huiles sont analysés par chromatographie en phase gazeuse sous forme d'esters méthyliques préparés conformément à la norme NF T60- 233 Mai 1977 dont le principe est le suivant :

Le corps gras est estérifié en présence de méthanol. Les esters méthyliques d'acides gras sont séparés sur une colonne polaire et sont élevés en fonction de leur poids moléculaire. La surface correspondant à chacun d'eux est calculée et rapportée à la surface totale des différents acides gras pour obtenir un pourcentage.

Ces analyses ont été réalisées à L'ENSA (Alger) (Labo Technologie alimentaire).

II-2-4 : Elevage de masse de la bruche du niébé :

Les insectes utilisés durant tous nos tests proviennent des élevages de masse réalisés dans une étuve obscure où règnent les conditions de température de $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ et d'humidité de 70%, au niveau de laboratoire d'entomologie appliquée (U.M.M.T.O).

Les individus de *C. maculatus* émergents des graines, non traitées avec de l'huile d'olive, sont introduits dans des bocaux en verre et en plastique contenant des graines saines de *V. unguiculata*.

Les individus émergents, âgés de moins de 24h, sont utilisés dans les différents tests.

Les graines du niébé sont utilisées comme nourriture des bruches et proviennent du marché local.



Figure 12 : Elevage de masse de *C. maculatus* (Photo originale, 2015)

Matériels et Méthodes

II-2-5 : Tests des huiles sur les paramètres biologiques des bruches :

II-2-5-1 : Dispositifs expérimental

- Nous introduisons dans des boîtes de Pétri, 25 g des graines saines du haricot à œil noir (*Vigna unguiculata*), traitées avec de l'huile d'olive à différentes doses (0.1ml, 0.2ml, 0.4ml). proviennent de deux différentes régions de la Kabylie, (Mekla, Ouacif).
- Après avoir bien mélangé l'huile d'olive avec les graines, 5 couples de *C. maculatus* (5 mâles, 5 femelles) âgés de 0 à 24h sont introduits dans les boîtes de Pétri.
- L'évaluation de l'activité biologique de l'huile est réalisée avec trois répétitions pour chaque dose ainsi que pour les lots témoins (sans traitements).
- Ensuite ces boîtes sont mises dans une étuve réfrigérée. ($30\pm 1^{\circ}\text{C}$ de $70\pm 5\%$).

II-2-6 : Paramètres biologiques étudiés chez *C. maculatus*

L'effet de l'huile d'olive dans les essais par contact est évalué sur plusieurs paramètres de la bruche :

II-2-6-1 : La longévité

Les individus morts sont dénombrés dans chaque boîte de Pétri d'une façon régulière du début des essais jusqu'à la mort de la totalité des bruches (adultes).

II-2-6-2 : La fécondité des femelles

Après 15 jours, le comptage des œufs pondus (éclos et non éclos) sur les graines est effectué sous une loupe binoculaire au grossissement 40.

Les œufs éclos se reconnaissent par leur aspect blanc opaque, (chorion rempli de poudre issue de la galerie creusée par la jeune larve à l'intérieur de la graine). , soit par la présence de la larve néonate visible à travers le chorion.

II-2-6-3 : Le taux de viabilité embryonnaire

Après le comptage des œufs pondus, le taux d'éclosion est calculé comme suit :

Le taux de viabilité embryonnaire (%) = (nombre d'œufs éclos/ le nombre d'œufs pondus) $\times 100$.

II-2-6-4 : Le taux de viabilité post – embryonnaire

Matériels et Méthodes

Le dénombrement des individus émergés effectuée à partir de 21^{ème} jour jusqu'à 45^{ème} jour en raison de l'étalement des pontes de *C. maculatus*.

II-2-7 : Paramètres agronomiques étudiés chez *V. unguiculata*

L'effet des traitements sur les graines de *V. unguiculata* est évalué à l'aide des deux paramètres agronomiques :

II-2-7-1 : Perte en poids des graines

Après 45^{ème} jour, les graines utilisées dans les tests sont pesés pour estimer les pertes en poids.

Le contrôle du poids des graines est nécessaire pour évaluer l'effet des traitements sur la réduction des pertes occasionnées aux graines par les larves des bruches.

II-2-7-2 : Faculté germinative des graines :

Pour évaluer l'effet de nos quatre huiles sur la germination des graines de niébé un test de germination a été réalisé comme suite :

- Nous prélevons 50 graines de chaque lot utilisé dans les différents tests, celles-ci sont ensuite mises à germer.
- Les graines sont couvertes avec du coton imbibé d'eau dans des boites de Pétri.
- Après 4 ou 5 jours, les graines ayants germé dans les lots témoins et les lots traités sont dénombrées.
- Le taux de germination est calculé comme suite :

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

II-2-8 : Analyse statistiques des données

Les résultats obtenus ont été soumis aux tests de l'analyse de la variance (ANOVA) à deux critères de classification, les variables dont les analyses statistiques montrent une différence significative ont subi le test de NEWMAN et KEULS, DUNCUN au seuil $P=5\%$ (logiciel R statistica version 7).

- ❖ $P>0.05$: différence non significative
- ❖ $P\leq 0.05$: différence significative
- ❖ $P\geq 0.01$: différence hautement significative
- ❖ $P\leq 0.001$: différence très hautement significative.

Chapitre3 :

Résultats et discussion

Résultats et discussion

III-1 : Résultats et discussion :

III-1-1 : caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive

III-1-1-1 : caractéristiques physiques :

- Teneur en eau de l'huile d'olive :

L'eau constitue un facteur limitant de la conservation de l'huile d'olive, pour cette raison, elle doit se présenter à un seuil minime ou complètement absente dans l'huile. En effet la présence des traces d'eau dans l'huile peut favoriser l'hydrolyse enzymatique (lipolyse) des triglycérides pour libérer des acides gras libres d'où une acidité élevée de l'huile, qui par conséquent dévalorisera sa valeur alimentaire et commerciale (VIERLING, 2003).

Tableau9 : Les valeurs moyennes de la teneur en eau des huiles analysées.

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Norme COI
Cueillette sur l'arbre	0.02±0.00 (a)	0.60±0.52 (a)	(0,2-0,3)
ramassage sur le sol	0.08±0.05 (a)	0.13±0.06 (a)	

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle qu'il n'y a pas une différence significative pour le facteur origine ($F=4.20$ et $P=0.072$) ainsi que pour le facteur cueillette ($F=1.83$ et $P=0.211$) et pour leur interaction ($F=3.12$ et $P=0.112$).

Les résultats obtenus pour les huiles testées, mentionnées dans le tableau ci-dessus, révèlent des teneurs en eau conforme à la norme du COI qui prévoit une valeur en humidité inférieure à 0.2% pour les huiles vierges (COI, 2006), à l'exception de l'huile d'olive de la région Mekla, cueillette sur arbre, qui a enregistré un taux de l'humidité supérieur à la norme avec 0.60%. Cela peut être dû au système d'extraction de cette huile.

En effet l'ajout des quantités d'eau élevées lors du malaxage (40 à 60%) du poids de la pâte, rend la séparation totale de l'eau impossible (CHIMI, 2006).

Résultats et discussion

- **La densité des huiles étudiées :**

La masse volumique désignée souvent par l'appellation densité, dépend de la température et de la composition chimique de l'huile. La densité est un paramètre physique spécifique à chaque huile, sa mesure permet de comparer le résultat aux normes (COI) : 0.910-0.916.

Tableau 10 : Les valeurs de la densité des huiles analysées (ρ)

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes de COI
Cueillette sur l'arbre	0.66±0.00 (A)	0.73±0.00 (A)	(0,910-0,916)
ramassage sur le sol	0.74±0.00 (A)	0.70±0.00 (A)	

L'analyse de la variance à deux critères de classification ne révèle pas une différence significative pour les facteurs étudiés origine ($F=0.07$ et $P=0.797$), et cueillette ($F=0.05$ et $P=0.824$) ainsi que pour leur interaction ($F=0.28$ et $P=0.616$).

- **La viscosité :**

La viscosité est la résistance des huiles à l'écoulement, la viscosité diminue en fonction de l'insaturation ainsi qu'avec le chauffage. Elle augmente avec l'oxydation. De ce fait, la mesure de la viscosité pourrait être un bon test pour apprécier l'état d'altération de l'huile (QUILES *et al.*, 2002).

Tableau11 : Valeurs de la viscosité des huiles analysées en CP.

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes COI
Cueillette sur l'arbre	76.42±3.94 (a)	75.69±3.90 (a)	(75-79 CP)
Ramassage sur le sol	75.59±3.89 (a)	77.71±6.45 (a)	

Résultats et discussion

L'analyse de la variance à deux critères de classification ne révèle pas une différence significative pour le facteur origine ($F=0.07$ et $P=0.797$) ainsi que pour le facteur cueillette ($F=0.05$ et $P=0.824$) et leur interaction ($F=0.28$ et $P=0.616$).

A partir des résultats de l'analyse, nous déduisons que toutes les huiles répondent aux normes du conseil oléicole international (75-79 CP).

La variété Chemlal présente cependant une viscosité plus élevée que celle des autres variétés, cela peut être dû à la richesse de cette huile en acides gras insaturés.

De nos résultats nous remarquons qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux modes de cueillette et les deux différentes régions, ceci veut dire que les deux facteurs étudiés exercent peu d'influence sur le paramètre viscosité.

III-1-1-2 : caractéristiques chimiques :

- Acidité :

L'acidité est un critère d'appréciation de la qualité des huiles alimentaires. Sa valeur dépend des conditions de stockage (nature de l'emballage, la durée de conservation, l'humidité, la température et la présence d'oxygène) (WOLF, 1968). La mesure de l'acidité d'un corps gras, nous renseigne sur la teneur en acides gras libres résultante de l'hydrolyse enzymatique et thermique des glycérides (mono et di glycérides) (KARLESKIND, 1992).

Tableau 12 : La teneur en AG libres des huiles analysées en (%)

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes de COI
Cueillette sur l'arbre	3.39±0.12 (A)	2.74±0.55 (B)	(2,8-3,8)
Ramassage sur le sol	3.72±0.12 (A)	3.33±0.44 (B)	

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence significative pour le facteur origine ($F=6.21$ et $P=0.036$) et une différence non significative

Résultats et discussion

pour le facteur cueillette ($F=4.93$ et $P=0.055$) ainsi que pour leur interaction ($F=0.37$ et $P=0.566$).

L'examen du tableau ci-dessus, montrent que les valeurs d'acidité des huiles d'olives étudiées sont comprises entre 2.8 et 3.8, ceci permettent de les classer dans la catégorie des huiles d'olive vierges lampantes (COI, 2009).

Nous pouvons constater que les huiles provenant des huileries des Ouacifs sont plus acides que celles de Mekla, le mode de récolte n'as pas d'un impact sur ce paramètre.

Cette augmentation de la valeur d'acidité des huiles étudiées issues des deux différentes régions Mekla et Ouacif avec deux modes de cueillettes différents est peut être dû l'hydrolyse des triglycérides de cette huile (CHEFTEL, 1997).

Selon GARCIA. (1996), les conditions de stockage des olives (T° et humidité) favorisent une hydrolyse des triglycérides et l'apparition des acides gras libres.

Par ailleurs l'augmentation de l'acidité est sous l'influence de la maturité des olives et de différentes régions (Tanouti . *et al.*, 2011 ; El antari . *et al.*, 2000).

MRAICHA *et al.* (2010) ont également cité que l'augmentation de l'acidité de l'huile d'olive est fonction du degré de l'attaque des olives par la mouche de l'olivier, contrairement à l'huile d'olive d'arbres sains dont l'acidité libre est $\leq 0.8\%$.

Les arbres à olives attaquées donnent des huiles soit vierges (acidité comprise entre 0.8-2%) soit lampante (acidité $> 2\%$) selon le degré d'atteinte des olives.

- **Indice d'iode (IO) :**

L'indice d'iode est en relation avec le nombre de doubles liaisons des acides gras constituant l'huile, il indique le degré d'insaturation des huiles et renseigne aussi sur leur état d'oxydation (KARLESKIND, 1992).

Les doubles liaisons des acides gras insaturés fixent les halogènes (iode, brome, chlore), un corps gras est plus sensible à l'oxygène lorsqu'il est constitué d'un nombre élevé de double liaisons.

Résultats et discussion

Tableau 13 : Valeurs de l'indice d'iode des huiles étudiées :

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes de COI
Cueillette sur l'arbre	93.92±1.98 (A)	64.64±8.92 (B)	(74-94)
ramassage sur le sol	75.38±12.67 (B)	83.37±6.49 (AB)	

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence significative pour le facteur origine ($F=7.25$ et $P=0.026$) ceci est démontré par le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% qui regroupe les huiles des deux origines dans deux groupes homogènes A et B, et une différence non significative pour le facteur cueillette ($F=0.24$ et $P=0.638$), et une différence hautement significative pour leur interaction ($F=18.74$; et $P=0.002$). cela est vérifié par le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, regroupant cette interaction dans le groupe homogène (AB).

Les valeurs de l'indice d'iode enregistrées dans le tableau ci-dessus nous renseignent sur la variation de ce paramètre selon la région et le mode de cueillette des olives.

75% des huiles analysées ont des valeurs d'indice d'iode conformes à la norme fixée par le COI pour l'huile d'olive vierge, qui prévoit des valeurs comprise entre 74 et 94. A l'exception de l'huile d'olive de la région Mekla, avec cueillette sur l'arbre d'une moyenne de 64.64, cela est dû non seulement à la maturité des olives, mais à certaines conditions pédoclimatiques, à savoir le degré d'exposition des oliviers au soleil.

Par ailleurs, l'indice d'iode est influencé également par d'autres facteurs tels que :

-l'altération chimique des huiles sous l'effet de la chaleur, lors de l'addition d'eau chaude au mou huileux au niveau de séparateur centrifuge (CHIMI, 2006), ainsi que la durée du malaxage.

-Le stockage inadéquat des olives ainsi que sa durée prolongée conduisent à un rancissement par oxydation des huiles extraites qui se manifeste surtout quand le fruit est blessé et en présence de l'air. Ce phénomène est le résultat de la dégradation des acides gras insaturés (CHIMI, 2001).

Résultats et discussion

- **Indice de peroxyde(IP) :**

L'indice de peroxyde est un paramètre qui renseigne sur l'état d'oxydation des huiles insaturées (CHEFTEL, 1977).

L'indice de peroxyde est utilisé pour évaluer l'état primaire d'oxydation des produits, il nous renseigne sur l'importance des hydroxydes qui sont des produits intermédiaires et transitoires de l'oxydation des acides gras insaturés (BEN ABDEL JELIL, 2003).

Tableau 14 : les valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles analysées :

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes de COI
Cueillette sur arbre	9.50±4.09 (B)	6.83±3.33 (B)	≤20 meq/kg
Cueillette ramassage au sol	11.50±1.00 (B)	19.83±2.75 (A)	

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence non significative pour le facteur origine ($F=2.65$ et $P=0.140$) et une différence très hautement significative pour le facteur cueillette ($F=18.54$ et $P=0.002$) ainsi que pour leur interaction ($F=9.97$ et $P=0.013$). Cette différence significative est vérifiée par le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons de l'huile d'olive dans deux groupes homogènes.

Les valeurs de l'indice de peroxyde enregistré dans le tableau ci-dessus nous renseignent sur la variation de ce paramètre selon la région et selon le mode de cueillette utilisé.

La totalité des huiles analysées ont des valeurs d'indice de peroxyde, variant entre 6.8 et 19.8, conformes à la norme fixée par le COI pour les huiles vierges (≤ 20 meq/Kg).

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence non significative pour le facteur origine ($F=2.65$ et $P=0.140$) et une différence très hautement

Résultats et discussion

significative pour le facteur cueillette ($F=18.54$ et $P=0.002$) ainsi que pour leur interaction ($F=9.97$ et $P=0.013$). Cette différence significative est vérifiée par le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons de l'huile d'olive dans deux groupes homogènes.

Nous notons que la valeur la plus faible est enregistrée pour l'huile d'olive de la région de Mekla, cueillette sur l'arbre, avec 6.83 meq/Kg , suivie par l'huile des Ouacif avec le même mode de cueillette et une valeur de 9.5 meq/Kg .

Nous notons aussi que les valeurs les plus importantes sont obtenues avec les huiles de la région de Mekla, ramassage au sol, avec 19.83 meq/Kg , suivie par l'huile de la région Ouacif, ramassage sur le sol, avec une moyenne de 11.50 meq/Kg .

Selon nos résultats, nous constatons que l'indice de peroxyde est très significativement influencé par le mode de cueillette.

Les huiles de Mekla et Ouacif, avec le mode de cueillette sur l'arbre, présentent des valeurs de l'indice de peroxyde inférieures à celles des mêmes régions avec mode de cueillette ramassage sur terre cela est dû à l'état des olives triturées. Le gaulage (la technique utilisée par les cueilleurs afin d'améliorer le rendement journalier, abîme ou provoque des meurtrissures aux olives en rompant leur paroi cellulaire. Dans les cas extrêmes, plus de 40% des fruits sont endommagés par cette pratique (BEN ROUINA, 1994), ce qui favorise l'oxydation de l'huile.

Certains processus de dégradation des lipides sont évidemment dus aux différents procédés appliqués aux olives du champ jusqu'à l'huilerie.

En effet, durant les étapes qui précèdent l'extraction de l'huile, (mode de cueillette, stockage, extraction..) deux types d'altération peuvent se produire : l'acidification et le rancissement, ce qui pourrait être à l'origine de l'augmentation des indices de peroxyde (ANONYME, 2013).

La baisse d'indice de peroxyde peut être également expliquée par la conversion des peroxydes en composés radicalaires pendant la troisième phase de la peroxydation des acides gras libres (EL-SHAMI *et al.*, 1992).

Résultats et discussion

- **La teneur en composés phénoliques :**

Les composants phénoliques sont des éléments qui peuvent jouer un rôle important en tant qu'antioxydants et avoir une influence sur la saveur de l'huile (CAVUSOGLU et OKTAR, 1994).

Tableau 15 : la teneur en composés phénoliques des huiles analysées

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes COI
Cueillette sur l'arbre	80.57±2.24 (A)	86.93±4.44 (A)	50 à 1000 ppm
Ramassage sur le sol	47.85±7.04 (B)	45.64±2.84 (B)	

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence non significative pour le facteur origine ($F=0.63$ et $P=0.456$), et une différence hautement significative pour le facteur cueillette ($F=199.23$ et $P=0.000$) ; d'après le test de NEWMAN et KEULS, les huiles d'olive sont regroupées dans deux différents groupes homogènes, et non significative pour leur interaction ($F=2067$ et $P=0.138$).

Les moyennes enregistrées dans le tableau ci-dessus nous renseignent sur la variation de la teneur aux phénols totaux des huiles selon la région et selon le mode de cueillette des olives utilisées.

A partir de ce tableau nous remarquons que les teneurs en phénols totaux sont variables, nous notons que la teneur la plus élevée est enregistrée pour les huiles d'olive de la région Mekla, avec cueillette sur l'arbre, suivie par l'huile provenant des Ouacifs, avec même mode de cueillette et des valeurs de 86.93 et 80.57 ppm, respectivement. Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle des teneurs en composés phénoliques indiquées par AGUILERA *et al.* (2005) qui est de l'ordre de 50 à 1000 ppm.

Les valeurs de la teneur en composés phénoliques les plus faibles sont enregistrées pour les huiles d'olives de Mekla et Ouacif, avec le mode de cueillette par ramassage sur le

Résultats et discussion

sol dont les moyennes sont de 45.64 et 47.85 ppm, respectivement ; cela est dû à la technique de récolte qui affecte la qualité des olives à triturer.

RODRIGUEZ *et al.* (2011), ont observé une forte activité poly phénol oxydase dans la pulpe des olives et une forte activité peroxydase dans la graine. L'activité de ces deux enzymes au moment de la maturité des olives et lors de l'extraction de l'huile déterminent le profil phénolique.

L'attaque des olives par (*Bactrocera olea*), conduit à des altérations chimiques de l'huile d'olive vierge extraite. MRAICHA *et al.* (2010), ont constaté une baisse de la teneur en composés phénoliques de l'huile d'olive au cours de la maturation et de l'attaque par cet insecte.

On cite aussi d'autres facteurs qui influencent la teneur en composés phénoliques parmi eux :

- Le broyage prolongé à l'air libre des olives ;
- Les techniques culturales et les conditions pédoclimatiques (CHIMI, 2006) ;
- Le stade de récolte des olives, le degré de maturité, et la durée de stockage (DUGO *et al.*, 2004).

Les poly-phénols passent dans l'huile lors de son extraction, les ortho-diphénols (l'hydroxytyrosol, l'acide caféique, et l'euleropeine), présents dans l'huile d'olive, sont considérés comme des antioxydants naturels qui protègent l'huile contre l'oxydation, ils lui confèrent une meilleure stabilité lors du stockage, une saveur amère et une sensation de piquant (TANOUTI *et al.*, 2011 ; OLIVIER D.*et al.*, 2004).

Le pouvoir antioxydant de ces poly phénols 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).

- **La teneur en Chlorophylles :**

Les chlorophylles sont des substances non désirables dans les huiles végétales, en raison de leur effet négatif sur la stabilité (RYAN *et al.*, 1998). En effet ces pigments ont un pouvoir photo-sensibilisateur et peuvent être par conséquent à l'origine de l'oxydation des

Résultats et discussion

huiles exposées à la lumière (RAHMANI, 1989) et agissent comme antioxydant à l'obscurité (BEN TEKAYA et HASSOUNA, 2005).

Tableau 16 : Les valeurs moyennes de la teneur en Chlorophylles :

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes de COI
Cueillette sur arbre	2.31±0.65 (A)	2.05±0.04 (B)	1 à 10 ppm
Cueillette ramassage au sol	3.47±0.83 (A)	2.24±0.33 (B)	

Ce tableau ci-dessus montre des moyennes et les écarts types de la teneur en chlorophylle selon l'origine et le mode de cueillette utilisé lors de l'échantillonnage de nos olives.

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence significative pour le facteur origine ($F=5.49$ et $P=0.04$) et non significative pour le facteur cueillette ($F=4.54$ et $P=0.06$) ainsi que pour leur interaction ($F=2.35$ et $P=0.16$)

D'après les résultats obtenus, nous constatons que l'ensemble de nos huiles présentent des teneurs en chlorophylles relativement dans les normes, selon PERRIN(1992), une huile d'olive vierge présente une fourchette des valeurs en chlorophylles variant de 1 à 10ppm. Ceci peut s'expliquer principalement par le fait que ces huiles sont issues d'olive mures (olives noires).

La teneur en chlorophylle varie principalement en fonction de degré de maturité des fruits. Ce paramètre se dégrade au court de la maturité des olives au dépend de phéophytines responsables de la disparition de la coloration verte (AIT YACINE *et al.*, 2002).

RAHMANI. (1989) ;et MENDEZ ; (2007), ont montré que le pigment chlorophyllien diminue de plus de 30% et se dégradent au cours du stockage.

Résultats et discussion

- **La teneur en Caroténoïdes :**

Les caroténoïdes sont des pigments de couleur jaune-orangé, regroupant la lutéine, le beta-carotène, et divers xanthophylles. Ces composés responsables du goût si particulier, à la fois amer et fruité, contribuent pour une grande partie à la stabilité (FOURATI *et al.*, 2003). Les caroténoïdes, et en particulier le β carotène, sont capables de capturer les radicaux libres oxygénés, et joue un rôle de filtre anti-UV (VAN DEN BERG, 2000).

Tableau 17 : Les moyennes de la teneur en caroténoïdes des huiles analysées :

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes de COI
Cueillette sur l'arbre	1.04±0.49 (A)	0.59±0.16 (A)	(0.3-7.7)
Ramassage sur le sol	1.05±0.54 (A)	0.64±0.01 (A)	

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence non significative pour le facteur origine, ($F=4.02$ et $P=0.07$) ainsi que pour le facteur cueillette ($F=0.02$ et $P=0.88$), et leur interaction, ($F=0.01$ et $P=0.92$).

D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus, nos huiles présentent des valeurs moyennes de 1.04±0.49 ppm, 1.05±0.54 ppm, 0.59±0.16 ppm, et 0.64±0.01 ppm respectivement pour les huiles d'Ouacif cueillette sur arbre à la main, Ouacif ramassage au sol

A partir de ce tableau nous déduisons que la totalité de nos huiles répond à la norme fixée par le codex (0.3-7.7).

L'analyse de la variance la teneur en Caroténoïdes ne dépend pas de l'origine ni du mode de cueillette des olives, mais de plusieurs facteurs tels que : le cultivar, le climat, et les procédés d'extraction. (KRISTAKIS, 1993).

Selon MINGUEZ, MOSQUERA *et al.* (1995), la présence de lipoxygénase diminue les caroténoïdes durant le stockage des olives et l'extraction de l'huile.

Résultats et discussion

Les valeurs moyennes obtenues pour nos échantillons avec les deux modes de cueillette, sont supérieurs à celles trouvées par DEBIT et KERMANE (2001) qui ont enregistré une valeur moyenne de 0.16ppm pour les huiles produites dans la région de Bouira, durant la campagne oléicole 2001-2002. En revanche, nos résultats sont nettement inférieurs à ceux trouvés par GOMEZ-ALONZO *et al.* (2007) qui ont enregistré une valeur moyenne de 13 ppm.

Les caroténoïdes s'oxydent rapidement à cause de leur degré d'insaturation élevé, la longue chaîne de double liaisons conjuguées (GRAILLE, 2003).

La présence de caroténoïdes dans l'huile d'olive dépend du processus d'extraction et des conditions du stockage de l'huile ainsi que d'autres facteurs (RAHMANI, 1999 ; AIT YACINE, 2012).

MRAICHA *et al* (2010), ont remarqué une diminution pour les pigments caroténoïdes et les chlorophylles les huiles provenant d'olives saines et d'olives infestées.

- **L'indice de saponification :**

Tableau 18 : Les valeurs moyennes de l'indice de saponification :

Origines cueillettes	Ouacif	Mekla	Normes de COI
Cueillette sur l'arbre	187.00±0.81 (A)	179.05±16.73 (A)	(184-196)
Ramassage sur le sol	168.30±6.43 (B)	165.49±1.40 (B)	

L'analyse de la variance à deux critères de classification ne révèle pas une différence significative pour le facteur origine ($F=1.07$ et $P=0.33$) et une différence hautement significative pour le facteur cueillette ($F=9.64$ et $P=0.014$), cela est prouvé par le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, qui regroupe ces deux modes de cueillette dans deux groupes homogènes A et B. Et il n'y a pas une différence significative pour leur interaction

Résultats et discussion

A partir des moyennes enregistrées par le tableau ci-dessus, nous constatons que seule l'huile d'olive de la région Ouacif, mode de cueillette sur l'arbre, avec 187.00 ± 0.81 mg /g d'huile, est conforme à la norme fixée par le codex (184-196). Par contre les autres huiles présentent des moyennes inférieures à la norme fixée par le COI.

En effet l'huile des Ouacifs, avec cueillette sur l'arbre, est moins riche en acide gras à longue chaîne que les trois autres huiles. Ce paramètre est inversement proportionnel à la longueur de la chaîne (HARPER, 1977).

III-1-2 : La composition en acides gras des huiles d'olive étudiées :

Les principaux constituants de la matière grasse, les acides gras, constituent un paramètre important pour la caractérisation des huiles d'olive. Or c'est du point de vue quantitatif que les acides gras permettent de faire la distinction entre les différents échantillons, car les huiles d'olives sont constituées qualitativement par les mêmes acides gras (DHIFI *et al.*, 2002).

La composition en acides gras des huiles analysées est illustrée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 19 : la composition en acide gras des huiles analysées :

Acide gras	Denomination	Mekla cueillette	Mekla ramassage	Ouacif cueillette	Ouacif ramassage
AGS	Acide palmitique	14,60%	14,80%	16,02%	14,77%
	Acide stéarique	1,89%	1,81%	1,82%	1,82%
	Acide arachidique	0,33%	0,32%	0,35%	0,41%
	Total	16,82%	16,93%	18,19%	17,00%
AGMI	Acide palmitoleique	2,51%	2,96%	2,65%	2,61%
	Acide oleique	64,08%	65,19%	65,34%	65,96%
	Acide gondoique	0,27%	0,28%	0,29%	0,31%
	Total	66,86%	68,43%	68,28%	68,88%
AGPI	Acide linoléique	15,54%	13,89%	12,75%	13,07%
	Acide linoléinique	0,54%	0,62%	0,65%	0,81%
	Total	16,08%	14,51%	13,41%	13,88%

Résultats et discussion

Toutes les huiles étudiées ont des teneurs en acides gras qui répondent aux normes fixées par le CO I(2009).

Nous remarquons que les acides gras mono insaturés sont les plus représentés dans l'ensemble des huiles testées, leur pourcentage varie de 66.86% à 68.88%, le plus représentatif de ces composés est de l'acide oléique (64 à 66%).

Les acides gras saturés, et les acides gras polyinsaturés suivent, avec des proportions respectives de 17 à 18% et 13 à 16% respectivement.

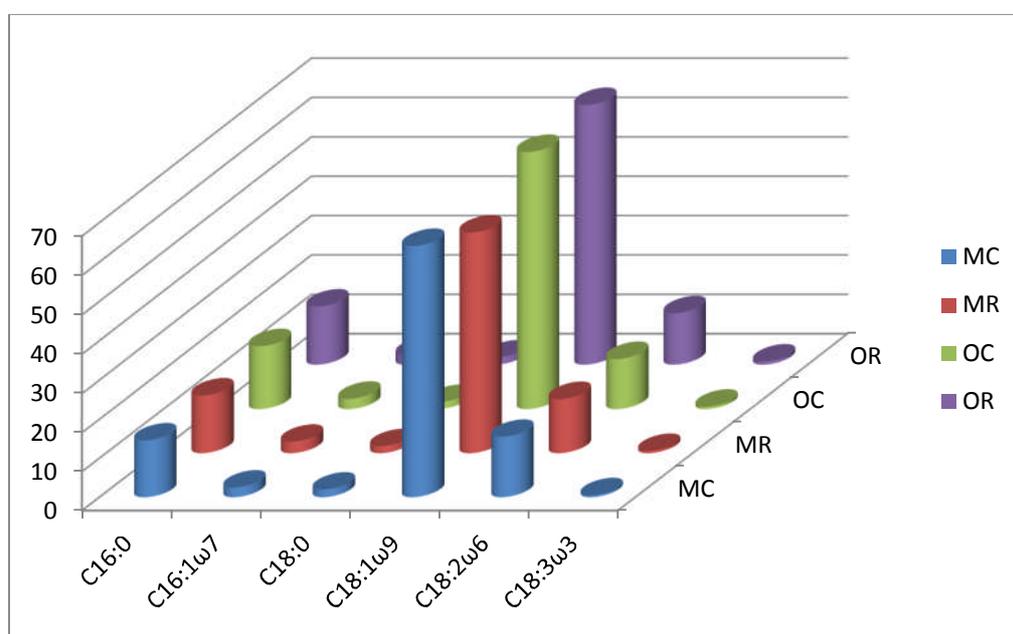


Figure 12 : La composition des quatre huiles d'olive en acides gras.

Résultats et discussion

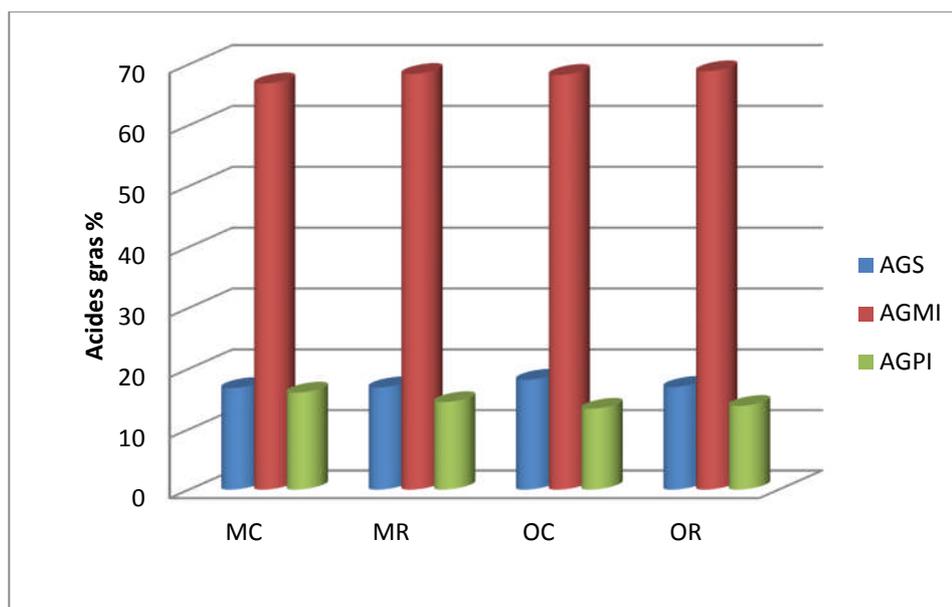


Figure 13 : La composition en acides gras saturés (AGS), acides gras mono insaturés (AGMI) et les acides gras polyinsaturés (AGPI) des huiles étudiées.

L'huile d'olive des Ouacifs, cueillette sur l'arbre, est la plus riche en acide palmitique (C16 :0) dont le taux est de 16.02%, ce même acide gras est d'environ 15% dans le cas des huiles d'olive de Mekla, cueillette sur l'arbre, Mekla ramassage sur le sol, et Ouacif cueillette sur l'arbre.

Les acides gras tels que l'acide oléique et linoléique sont très importants du point de vue nutritionnel, santé et qualité de l'huile d'olive (ESMAILI *et al.*, 2012).

Nous remarquons aussi des valeurs assez importantes de l'acide linoléique (C18 :2 ω 6) qui présente des valeurs variant, 12.75% à 15.54%.

Pour une meilleure conservation de la qualité des huiles, leur teneur en acide linoléique ne doit pas être supérieure à 10% (UZZAN, 1994).

Rappelons à cet effet que cet acide gras est le principal responsable du vieillissement de l'huile (KRISTAKIS *et al.*, 1987).

Le pourcentage le plus élevé en acide linoléique est peut être expliquée par la présence de l'enzyme, l'oléate désaturase, qui transforme l'acide oléique au cours de la maturation (GUTIERREZ *et al.* 1999 ; *in* BENABID, 2009).

Résultats et discussion

L'examen de résultats obtenus (Tableau 19) montre que la composition en acide gras des huiles d'olives testées ne semble pas influencé par le facteur origine, ni par le facteur cueillette.

TANOUDI *et al.* (2010), montrent que la qualité de l'huile d'olive est influencée par une combinaison des facteurs variété, méthodes d'extraction et processus d'extraction.

La qualité de l'huile d'olive est également affectée par la durée et les conditions de stockage. (Anonyme 3 ; 2015).

Les résultats obtenus par BAKHOUCHE et CHEMBEUR(2008), montrent que les huiles de la variété Chemlal sont plus riches en acide palmitique (C16 :0) dont le taux est de 17.32% et le pourcentage de ce même acide gras n'est que 12.69% et 11.91% dans le cas des variétés Limli et Azerradj, respectivement.

III-1-3 : Résultats des tests par contact

III-1-3-1 : Effet de l'huile d'olive sur les paramètres biologiques de *C. maculatus*

III-1-3-1-1 : Effet de l'huile d'olive sur la longévité des adultes de *C. maculatus*

L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative pour les trois facteurs, origine ($F=38.13$ et $P=0.000$), cueillette (42.00 et $P=0.000$) et dose ($F=1352.28$ et $P=0.000$), ainsi que pour leur interaction ($F=91.39$ et $P=0.000$).

Toutes les huiles testées des régions de Mekla et Ouacif, avec les deux modes de cueillette, réduisent d'une façon très significative la longévité des adultes de *C. maculatus*, lorsque la dose augmente de 0.1 à 0.4ml/25g de graines de *V. unguiculata*.

Dans les traitements effectués avec les quatre huiles d'olive, à la plus forte dose (0,4ml), les bruches vivent moins de 24 heures seulement.

D'après les résultats obtenus la longévité des adultes dans les lots témoins (dose=0ml) est à la moyenne de 5.23 ± 0.00 jours. A la plus faible dose (0.1ml) de l'huile d'olive d'Ouacif cueillette sur arbre et l'huile d'olive de Mekla ramassage au sol, la longévité est réduite à environ 2 jours.

Résultats et discussion

Tableau 20 : Résultat du test NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5%, classent les différentes doses de l'huile d'olive dans différents groupes homogènes.

Région Dose	Ouacif		Mekla	
	Cueillette sur arbre	Ramassage au sol	Cueillette sur l'arbre	Ramassage au sol
0ml	7.40±0.00 (b)	5.40±0.00 (b)	4.40±0.00 (b)	3.70±0.00 (b)
0.1ml	2.93±0.55 (e)	3.30±0.26 (e)	3.07±0.35 (e)	2.77±0.06 (e)
0.2ml	2.20±0.78 (f)	2.03±0.25 (f)	1.77±0.06 (f)	1.93±0.32 (f)
0.4ml	0.00±0.00 (g)	0.00±0.00 (g)	0.00±0.0 (g)	0.00±0.00 (g)

III-1-3-1-2 : Effet de l'huile d'olive sur la fécondité des femelles de *C. maculatus*

L'analyse de la variance ne révèle aucune différence significative pour le facteur origine ($F=1.09$ et $P=0.305$), mais il ya une différence hautement significative pour les deux autres facteurs cueillette ($F=17.89$ et $P=0.000$), et dose ($F=79.44$ et $P=0.000$), et non significative pour leur interaction ($F=0.84$ et $P=0.482$). (Annexe 13).

D'après les résultats obtenus, la fécondité dans les lots témoins est en moyenne de 185,50, elle diminue très significativement en augmentant la dose .Aucun œuf n'est pondu sur les graines traitées avec les quatre huiles d'olive, à la dose 0.4ml /25g.

Tableau 21 : le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose, sur la fécondité des femelles de *C. maculatus* :

Résultats et discussion

Fécondité n°	Dose (ml/25g)	Fécondité moyenne
1	0	185.50 (a)
2	0.1	130.83 (b)
3	0.2	45.92 (c)
4	0.4	0.000 (d)

III-1-3-1-3 : Effet de l'huile d'olive sur la viabilité embryonnaire des *C. maculatus*

L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative pour le facteur origine de l'huile d'olive ($F=4.521$ et $P=0.007$), très hautement significative pour les deux autres facteurs cueillette (97.340 et $P=0.000$), et dose ($F=111.554$ et $P=0.000$), et significative pour leur interaction ($F=2.479$ et $P=0.020$).

Le test de NEWMAN et KEULS, classe les quatre doses dans différents groupes homogènes ; le groupe (a) correspond au témoin (0ml), groupe (b) comprend les doses 0.1ml et 0.2ml et le groupe (c) contient la dose 0.4ml.

Les doses 0.1 et 0.2ml, réduisent le paramètre de viabilité embryonnaire de plus de trois fois, puisqu'il est inférieur à 30%.

Les tests effectués avec les quatre huiles d'olive réduisent d'une manière hautement significative le taux de viabilité embryonnaire dans les lots traités, comparativement au témoin.

Tableau 22: le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose, sur la viabilité embryonnaire des *C. maculatus* :

Doses ml LIBELLES	Moyenne (%)	Groupes homogènes		
0	88.26500	a		
0.1	27.56437		b	
0.2	23.53312		b	
0.4	0.0000			c

Résultats et discussion

III-1-3-1-4 : Effet de l'huile d'olive sur la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus*

L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative pour les trois facteurs, origine ($P=0.000$), cueillette ($P=0.000$), et dose ($P=0.000$), ainsi que pour leur interaction ($P=0.000$).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5%, classe les quatre doses de l'huile d'olive dans différents groupes homogènes. (Annexe 14).

Les tests effectués montrent que les différentes huiles exercent une activité larvicide très hautement significative avec l'augmentation de la dose, aucun adulte n'émerge des graines traitées avec la dose 0.4ml. Dans les lots témoins, une descendance moyenne de 154.00 individus est enregistrée, à la plus faible dose (0.1ml).

Tableau 23 : le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose sur la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus*

Doses ml LIBELLES	Moyennes (%)	Groupes homogènes		
0	154,00	a		
0.1	4,08		b	
0.2	1,33			c
0.4	0.000			c

III-1-4 : L'effet de l'huile d'olive sur les paramètres agronomiques de *V. unguiculata*

III-1-4-1 : Effet de l'huile d'olive sur le poids des graines de *V. unguiculata*

L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative pour les trois facteurs, origine ($F=14.23$ et $P=0.000$), cueillette ($F=9.32$ et $P=0.004$), et dose ($F=339.04$ et $P=0.000$), et significative pour leur interaction ($F=3.99$ et $P=0.016$).

Résultats et discussion

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5% classe les quatre doses de l'huile d'olive dans différents groupes homogènes. (Annexe 15).

Nous déduisons, à partir de ce graphe, que la perte en poids des graines est plus élevée dans les témoins à cause du développement des larves à l'intérieur des graines, avec une moyenne de 52% puis elle subit une diminution à 19,33% pour la dose (0.2ml) et elle s'annule à la dose de 0.4ml pour les deux huiles de Ouacif, cueillette sur arbre et ramassage sur le sol des olives.

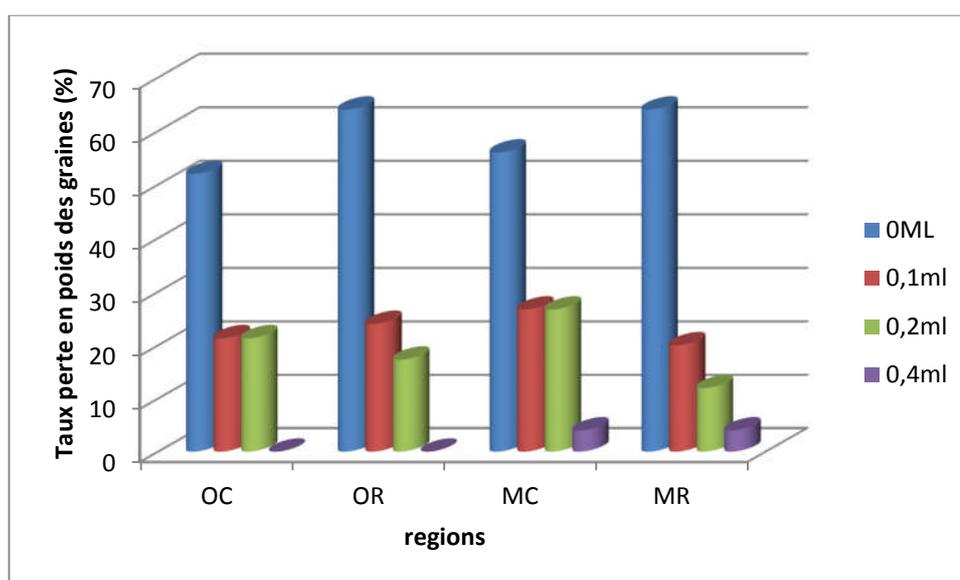


Figure 14 : Taux de perte en poids des graines de *V. unguiculata* selon l'origine, la cueillette et la dose de l'huile d'olive utilisée.

III-1-4-2 : Effet de l'huile d'olive sur la faculté germinative de *V. unguiculata*

La faculté germinative des graines de niébé traitées avec les différentes huiles d'olive aux différentes doses (0.1ml, 0.2ml, 0.4ml), est plus élevée comparativement aux graines des lots témoins.

Le pourcentage le plus faible est enregistré avec le témoin avec un taux moyen de germination de 15,5 % seulement a été obtenus.

Résultats et discussion

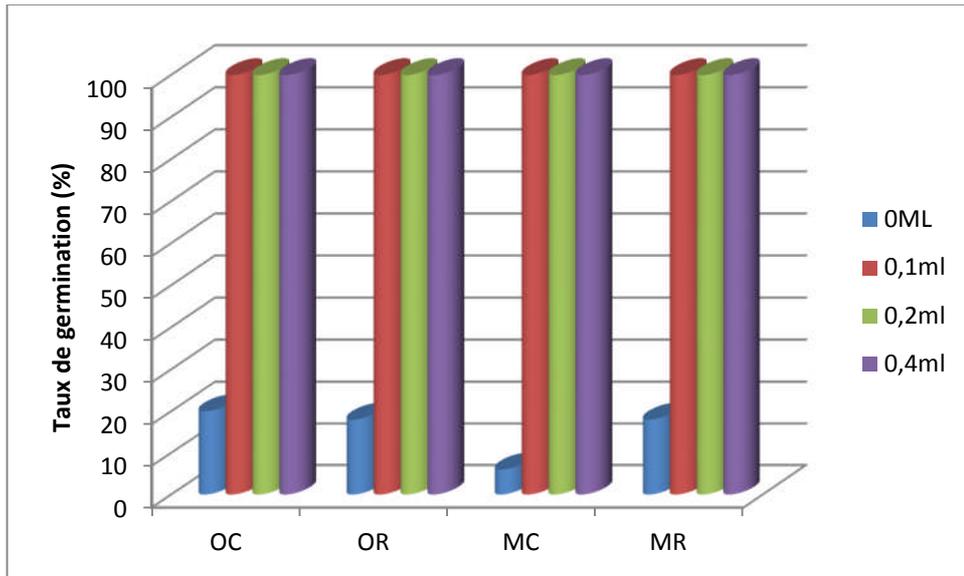


Figure 15: Taux de germination des graines de *V. unguiculata*

Résultats et discussion

Résultats et discussion

Résultats et discussion

III-2 : Discussion des résultats des tests par contact

III-2-1 : Effet des traitements sur les paramètres biologiques de *C. maculatus*

Les huiles d'olive des deux régions Mekla et Ouacif, ont révélé une activité biologique très importante à l'égard de l'insecte ravageur *C. maculatus*. En effet l'efficacité des différents traitements est très significative sur la longévité et la fécondité des adultes et la viabilité embryonnaire, à la dose 0.4ml/25g.

Par ailleurs, aucun adulte n'émerge des graines traitées avec les huiles d'olive, à la plus forte dose (0.4ml).

L'activité biologique de certaines huiles végétales, plus particulièrement l'huile d'olive et les acides gras, sur les adultes des insectes ravageurs des grains stockés comme *C. maculatus*, a été mise en évidence par de nombreux auteurs. C'est ainsi que SECK(1994) a observé un taux de mortalité des œufs de *C. maculatus* de 59% avec l'acide oléique (2.40ml/Kg) et l'acide linoléique (4.82ml/Kg), 23.6% avec le mélange des 4 acides gras (oléique, linoléique, palmitique, et stéarique) contre 2.6% pour les témoins. Il a remarqué aussi que l'acide palmitique n'est pas toxique ni sur les œufs ni sur les larves de *C. maculatus*, à la concentration de 1.36g/kg de niébé dans une solution à base de chloroforme.

Par ailleurs, RAJAPAKSE et VAN EMDEN (1997) ont démontré l'efficacité des traitements avec différentes huiles végétales à l'égard de *C. maculatus*, les huiles de maïs, d'arachide, de tournesol et de sésame, à la dose 10ml/kg. Ces traitements réduisent significativement la longévité des adultes à cette dose.

LABACI et BRIK (2005) ont obtenu avec trois huiles végétales (Cannelle, cade, et fenugrec), à la dose 0.6ml/50g, une longévité inférieure à 24h, chez *C. maculatus* ; avec l'huile de camomille, la durée de vie des individus ne dépasse pas 4 heures, à la dose 0.4ml/50g.

C'est ainsi que KELLOUCHE (2005) a conclu, qu'avec des doses allant de 0.1ml à 0.8ml/50g 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*.

Résultats et discussion

Selon HAMAI *et al.* (2006), le taux d'éclosion des œufs de la bruche du niébé diminue considérablement avant de s'annuler aux doses supérieures ou égales à 0.4ml/50g de graines pour l'huile de persil, et de 0.6ml/50g des graines pour l'huile d'abricot.

Par ailleurs KELLOUCHE (2005), note que la réduction de la longévité et 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 au niveau composition entre ces deux types d'huiles concerne leur concentration en acide oléique et en acide linoléique.

MAMMAR et GADA (2013) ont enregistré un taux de mortalité de 100% chez *Rhyzoptera dominica*, en moins de 24 heures, avec l'huile d'olive de la variété Azerradj et de la variété Chemlal, aux doses 0.6 et 0.8ml/50g de blé.

Cependant, DON-PEDRO (1990), dans des traitements avec des acides oléique et linoléique, a constaté une réduction significative de la descendance, aucune émergence n'est observée à la dose 7ml/kg de graines à partir des graines traitées avec l'acide oléique.

D'autre part, AIT MAMMAR et ARFOUNI (2009), ont montré que le traitement avec la fraction huileuse (FH) de l'huile d'olive empêche toute émergence des adultes de *C. maculatus*, à partir de la dose 124µl, tandis que le traitement avec l'huile d'olive entière (HE) n'inhibe la descendance qu'à partir de 150µl/g.

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

GUERRAB et HADDOUCHE (2011) concluent que l'acide oléique pur et dilué manifeste une toxicité sur tous les stades biologiques de la bruche de niébé, à partir de la dose 125µl/25g de graines, alors que l'acide palmitique et l'acide stéarique ne présentent aucune activité insecticide à l'égard de *C. maculatus*.

D'autre part, MAMMAR et GADA (2013) ont conclu que la toxicité des deux variétés de l'huile d'olive, à l'égard de bruche du niébé, pourrait être également attribuée aux acides gras (acide oléique, acide linoléique, acide palmitique), qui sont présents en proportion

Résultats et discussion

élevée ; l'efficacité de l'huile d'olive de la variété Azerradj serait éventuellement lié au taux élevé de l'acide linoléique, par rapport à l'huile d'olive de la variété Chemlal.

III-2-2 : Effet des traitements sur les paramètres agronomiques de *V. unguiculata*

Dans nos expériences, les traitements avec les quatre huiles d'olive, à la plus forte dose, ont permis de conserver le poids des graines de *V. unguiculata*, avec une moyenne de 98% du poids total, mais les traitements n'ont pas affecté le pouvoir germinatif, il est de 100% avec les quatre huiles, aux doses allant de 0.1 à 0.4ml.

La composition chimique de l'huile d'olive n'altère donc pas la faculté germinative du niébé.

Selon PACHECO *et al.* (1995), les huiles de soja et de ricin assurent une protection totale aux graines 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.

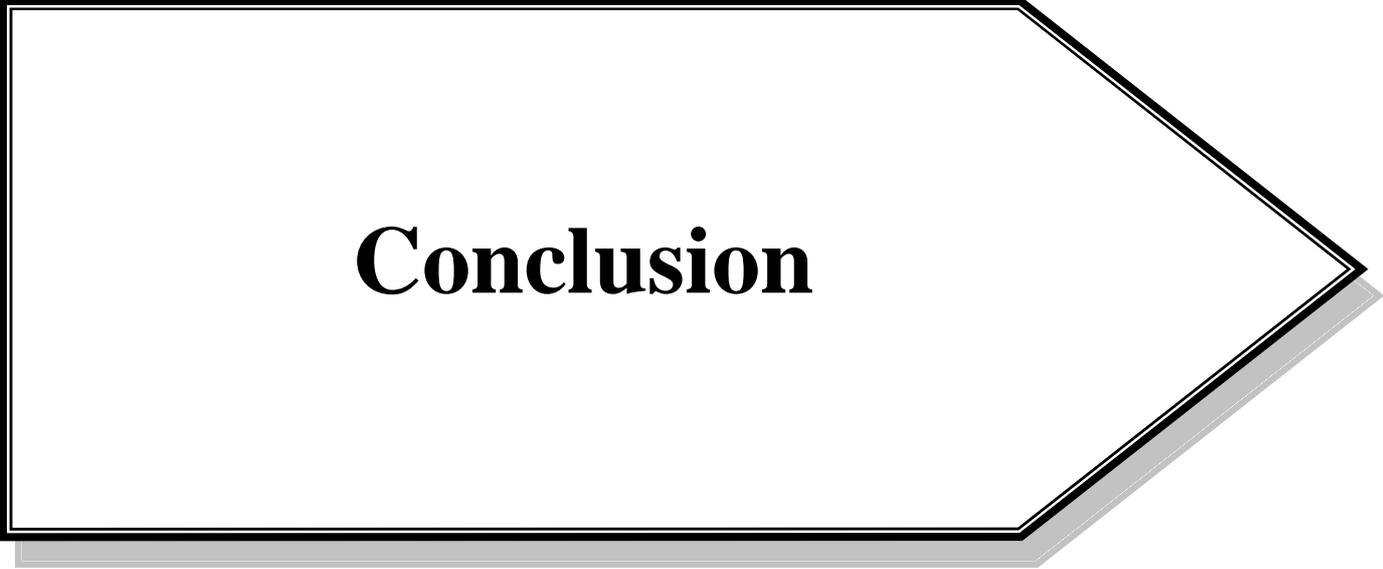
Ceci a été démontré par HAMAD et YAHIAOUI (2003) ainsi que KELLOUCHE(2005) qui ont confirmé, que même à long terme, la faculté germinative des graines traitées avec l'huile d'olive et d'oléastre, n'est pas affectée, les traitements assurent une bonne protection durant une période de neuf mois, à la dose 0.8ml/50g, à l'égard des attaques de la bruche de niébé.

Par ailleurs ADLI et BELMADANI (2003) ont observé que les taux de germination des graines traitées avec l'huile de soja, d'amande douce, de maïs et de ricin variant de 18 à 82%, à la dose 1 ml/50g.

Cependant, RABIA (2004) note que la germination des graines de niébé, à la dose 0.8ml, est légèrement affectée par l'huile du germe de blé (91%), mais diminue à 83% avec l'huile de noix de coco.

Par ailleurs, AIT MAMMAR et ARFOUNI (2009) ont enregistré un taux de germination de 96% pour la fraction huileuse (FH) de l'huile d'olive, à la dose 125µl.

Résultats et discussion



Conclusion

Conclusion

Conclusion :

Les résultats de la chromatographie en phase gazeuse ont montré que les acides gras mono-insaturés sont les plus représentés dans l'ensemble des huiles testées, avec un pourcentage variant de 66.86% à 68.88%, le plus représentatif de ces composés est l'acide oléique (64 à 66%).

Concernant les résultats des caractéristiques physico-chimiques de nos huiles, nous constatons que le facteur origine n'as aucune influence sur les paramètres étudiés comparativement au facteur cueillette avec deux modes utilisés à la main sur l'arbre et ramassage sur le sol, les résultats obtenus montrent qu'un ramassage sur le sol des olives affecte négativement les caractéristiques chimiques des huiles extraites.

L'impact se traduit par la perte considérable en composées phénoliques avec l'augmentation de l'acidité et le degré d'oxydation des huiles.

A la lumière des résultats obtenus pour le test d'acidité, nous pouvons dire que nos huiles sont classées dans la catégorie des huiles d'olives vierges lampantes.

A partir des résultats des tests par contact, les quatre huiles d'olive ont révélé une très grande efficacité vis-à-vis de *C. maculatus*.

En effet, ses huiles réduisent d'une manière très significative les dégâts occasionnés par les larves de la bruche du niébé, à la dose 0.4ml/25g.

L'efficacité des quatre huiles d'olives testées, pourrait être attribuée aux acides gras (acide oléique, acide linoléique, acide palmitique). Qui sont présents en proportion relativement élevée.

Ainsi l'efficacité d'une méthode traditionnelle de conservation des graines et la valorisation d'un produit oléicole local ont été mises en évidence dans nos essais de laboratoire.

L'utilisation de l'huile d'olive ayant une activité insecticide peut constituer une solution alternative, à l'utilisation des pesticides, qui est à la fois efficace et économique

En effet le traitement avec de l'huile d'olive peut être considéré comme un moyen très efficace pour la conservation des récoltes légumières.

En guise des perspectives, il sera intéressant de lancer des recherches sur :

- ❖ L'effet des variétés, des conditions environnementales, de la fertilisation, de l'irrigation et la maturité des olives sur la composition de l'huile d'olive en acides gras.
- ❖ L'effet de l'huile d'olive issue des olives de différents stades de maturation sur *C.maculatus*.
- ❖ Le mode d'action de l'huile d'olive sur les autres insectes ravageurs des denrées stockées, comme le petit capucin des grains et le charançon du riz.

Conclusion

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- ANGINOT PH .et ISLER F., 2003 : L'olive Pp : 42-45-79.
- GARCIA J.M., SELLER S. et PEREZ CAMINO M.C., 1996- Influence of fruit ripening on olive oil quality. Agric food chem, N°44, pp : 3516-3520.
- PACHECO A.I., DE CASTRO F., DE PAULA D., LOURENCAO A., BOLONHEZI S et 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 (*Cier arietinum* L.) –J. Stored Prod. Res 19. P59.
- UZZAN A., 1994 : manuel des corps gras. Technique et documentation. ED. Lavoisier.
- ADEOTI.R.O., 2002 : Facteurs affectant l'adoption des nouvelles technologies du niébé *V.unguiculata* en Afrique de l'ouest. Bulletin de la recherche agronomique du Benin. (N°36) ,18 P.
- ADLI H. et BALMADANI K., 2003- Action de quelques extraits végétaux sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur en Biologie U.M.M.T.O. P70.
- AGUILERA L., BEN TEMIME S., M'SALLEM M., DAOUD D., ZARROUK M., BEN TEKAYA I. et HASSOUNA M., 2005- Etude de la stabilité oxydative d'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. OCL vol. 12N° 5
- AHMAD M.S. (1992) : Composition, nutrition, and favor of peanuts.H.G. batt anal C.T. young eds peants science and thechnology T.X.pp :655-688.
- AIT MAMMAR et ARFOUNI K., 2009- Effets biocides de la fraction huileuse de l'huile d'olive sur les paramètres biologiques de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur en Biologie. U.M.M.T.O.
- AIT YACINE Z., SERHOUCHNI M. er HILALI S., 2002- Evolution de la composition acide de l'huile d'olive à différents stades de la maturité des olives. Cas du périmètre du Tadla-Maroc.
- ANONYME 1, 2013- Conseil oléicole international (C.O.I), l'huile d'olive. NEWSLETTER Marché. N° 75. P1.

- ARCHANA et JAWALI N., 2007 : Genetic variation and relatedness in *V.unguiculata* revealed by microsatellites, founder's day special issue, (N°285) : 190-197.
- ARGENSON C., REGIS., JOURDAIN et VAYSSE P ., 1999 :L'OLIVIER / Edition centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL), Pp204.
- BAKHOUCHE A et CHAMBEUR K., 2008. – Mémoire d'ingénieur d'état en science agronomiques spécialité technologie alimentaire. P 51.
- BALACHOWSKY A.S., 1962 : Entomologie appliquée à l'agriculture ; les coléoptères, Ed. Masson Cie. Paris. T1.Ed. P564.
- BECK C. WANDL.S.BLUMER., 2007- Bean beetles, *Callosobruchus maculatus*, a model système for inquiry –based undergraduate laboratories. 274-283pp,in tested studies for laboratory teaching volume 28 (M.A.O'donnell, Editor). Proceeding of the 28th workshop/ Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE), P403.
- BELHOCINE R. et MAKOUR O. (2007) : Etude de la cinétique de rendement en huile essentielles de *Salvia officinalis*. Estimation de son effet sur certains facteurs biologiques de *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de D.E.S. en Biologie. U.M.M.T.O. 86p.
- BEN ABDEL JELIL K., 2003- l'utilisation de matière grasse dans l'alimentation avicole : caractéristique nutritionnelle et recommandation pratique.
- BEN HAYOUN G.et LAZZERI Y., 2006 : Condition pour relever les défis de la mondialisation : Amélioration de la qualité et de la compétitivité. In : « L'olivier en méditerranée du symbole de l'économie ».Ed :L'harmattan. Pp 1-135.
- BEN LEMLIH M. et GHANAM J., 2012 : poly phénols d'huile d'olive, trésors santé.Medicatrix, Edition Marco pietteur, France.
- BEN ROUINA 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. V 12, pp : 447-453.
- 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. V12, pp : 447-435.

- BENABID H., 2009- Caractérisation de l'huile d'olive Algérienne : Apports des méthodes chimio métriques. Thèse de doctorat en sciences alimentaires. Université Mentouri de Constantine. Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires (INATAA). P 88.
- BORGET M., 1989. Les légumineuses vivrières. Ed Tec et Toc. 419P.
- BRENES M., GRACIA A., DOBARGANES C., VELASCO J., et ROMERO C., 2002 : Influence of thermal treatments simulating cooking processes on the poly phénol content in virgin olive oil . J .Agric. Food Chem .50, 5962-5967. Hepatologia 1961 ; 7 : 391-401.
- BRETON C., 2006 : reconstruction de l'histoire de l'olivier et de son processus de domestication. Thèse de doctorat. In : <http://wikibidia.com>.
- BROWN L and DOWNHOWER J.F., 1988-Analyses in Behavioral Ecology : Manuel of lab. and Field. Sinuer Associates, p194.
- CAVUSOGLU A. et OKTAR A., 1994- Les effets des facteurs agronomiques et les conditions de stockage avant la mouture sur la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, N° 52, p. 18-24.
- CAVUSOGLU A. et OKTAR A., 1994 : Les effets des facteurs agronomiques et les conditions de stockage avant la mouture sur la qualité de l'huile d'olive. *Olive*, N°52, p.18-24.
- CHAUX C.FOURYC. (1994) : Production légumineuse potagères, légumes, fruits. Tome I. Ed. Lavoisier .563p.
- CHEFTEL J., CHEFTEL H. et BESANÇON P., 1977- Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Vol 2. Technique et documentation. LAVOISIER Pp : 158.
- CHIMI H., 2001 : La qualité d'olivier au Maroc ; transfert de la technologie en agriculture. Bulletin mensuel 'information et de liaison de P.N.T.T.A N°79.
- CHIMI H., 2001-La qualité de l'olive au Maroc ; transfert de la technologie en agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison de P.N.T.T.A N°79.

- CHIMI I., 2006-Les technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Bulletin mensuel d'information et de liaison du P.N.T.T.A, transfert de technologie en agriculture, N° 141.
- CLAUTILDE, M ., TOMAS, A.G., ROBERT,N.,2011. Effet simultané de la dilution et de la combinaison du Rhizobium et des Mycorhizes sur la production foliaire et les propriétés physico-chimiques des jeunes feuilles de *V.unguiculata* (L) Walp. Journal of applied biosciences Volume 40 : 266-2676.
- Communauté Européenne (CEE), 2002 : Le secteur de l'huile d'olive dans l'Union Européenne. Commission européenne Direction générale de l'agriculture.
- CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL, 1997 : Encyclopédie mondial de l'olivier.
- CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL, 2000 : catalogue mondial des variétés d'olivier.
- CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL, 2001 : Olive-olive growing. Olive oil and table olives. Pp : 02.
- CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL, 2006 :L'olivier. P1-2.
- CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL, 2009 : norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignon d'olive. COI/T.15/NCn°3/Rév.C.O.I.,Espagne.
- COUPLAN F et MARMY F(2004) : Légumes oublié : La moquette. (*Vigna unguiculata*), dossier plante, 3p.
- CRONQUIST A., 1981-An intergrated system of classification of flowering plants. Columbia University Paris,New york. P.1262.
- CROUZ J.F., TROUDEF., GRIFFON D. et HEBER J.P.(1988) :Conservation des graines en régions chaudes (Technique rurale en Afrique).2Ed, ministère de la coopération et de développement, Paris France, 545p.
- D.S.A.T.O., 2014 : Donnée statistiques sur la filière oléicole au niveau national.
- DEBIT Z. et KERMANE N., 2001- Etude de la qualité physico-chimique de l'huile d'olive produite dans la région de Bouira durant la campagne oléicole 2000-2001. Thèse d'ingéniera.

- DECELLE J., 1981- Bruchidae related to grain legumes in the Afro-Tropical Area. Series Entomologica, (Vol 19) :193-197.
- DELPLANQUE B., JUSSELIN I., LEROY B., et MOTTA C., 1999 : intérêt nutritionnel des huiles d'olive. Oléagineux corps gras lipides, N°6, pp : 86-93.
- DHIFI W., MALAAOUI B., ZITOUN B. et MERZOUK B., 2002 : Influence du système d'extraction sur la qualité organoleptique de l'huile d'olive de Tunisie. *LA RIVISTA ITALIANA DELLE SOSTANZE GRASSE*, Vol LXXIX, p. 245-249.
- DIOPE et al.1998 : radiation desinfection of cowpea seeds contaminated by *Callosobruchus maculatus*. Journal of food processing and preservation. 21(1) :69-81.
- DJOSSOU J., 2006- Etude des possibilités d'utilisations des formulations protection des stocks du niébé contre *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae), Master complémentaire, Faculté des sciences agronomiques de Gembloux Belgique, p70.
- DON PEDRO K. N., (1990)- Insecticidal activity of fatty acid constituent of fixed vegetables oils against *Callosobruchus maculatus* (F) on cowpea. Pestic. Sci. 30(3). P 259-302.
- DON PEDRO K.N., (1990)- Insecticidal activity of fatty acid constituent of fixed vegetables oils against *Callosobruchus maculatus* (fabr) on cowpea. Pestic. Sci.30 (3). P259-302.
- DUCOM P. (1987) : dernière tendance dans la protection des graines stockées. Défense des cultures PHYTOMA.385 :38-39p.
- DUGO G., LOTURC O. et POLLICINU D., 2004 – Caractérisation d'huile d'olive sicilienne. Variation des huiles des fruits des cultivars. Biancolilla, Nocullara D et blice. Cerasnollonda Iblea et Crastu, en fonction des techniques et l'époque de récolte des olives. *Olivae*, n° 101. PP : 44-52.
- EL ANTARI F., HILAL A., BOULOUHA B., 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.
- ESMAILI A., SHAYKHMORADI F., NASERI R., 2012- Comparison of oil olive content and fatty acid composition of native olive genotypes in different region of Liam, Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. P434-438.

- FARGO et al., (1994) : influence of trap type and attractant on the capture of four stored grain Coleoptera. *J. stored Prod. Res.* 58pp.
- FEDELI E., 1997 : In encyclopédie mondiale de l'olivier. Technologie de production et de conservation de l'huile. Barcelone : Palza. P 253-273.
- FOURATI H., KHELIF M. et COSSENTINI M., 2003- Etude comparative des caractéristiques pomologiques et physico-chimique d'une trentaine de cultivars d'olives *olivae* N° 42, p 22-35.
- GOMEZ- ALONSO S. et MANCEBO- CAMPOS V., MARIA SALVADOR MARIA DESSAMPARADOS et FRAGAPANE GIUSSEPPE., 2007-Evolution of major and minor component and oxidation indices of virgin oil during 21 months storage and room temperature. *Food chemistry* 100 pp : 36-42. Science Direct. ELSVIER.
- GRAILLE J., 2003- Lipides et corps gras alimentaires. Edition : Tec et Doc Lavoisier Paris.
- GRANIER G., 2005 : Obtention d'une huile d'olive vierge extra de hautes qualités nutritionnelles et organoleptiques. EARL Domaine de pierredon. Paris.
- GRUBBEN G.J.H., 2004. Légumes, ressources végétales de l'Afrique tropical : 618-626.
- GRUBBEN, G.J.H., 2004. Légumes, Ressources végétales de l'Afrique tropicale :618-626.
- GUERRAB et HADDOUCHE S., 2011- Contribution à l'étude de l'effet insecticides des trois acides gras (acide oléique, acide palmitique, acide stéarique) rentrant dans la composition chimique de l'huile d'olive à l'égard de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur en Biologie. Spécialité Ecologie Animale. U.M.M.T.O. P 65.
- 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 Chem* ; 47, 121-127.
- GWINNER J., HARMISCH R. et MUER (1996) : manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte Ed. GT2.Esehborn, 368p.

- HAMAD DJ.et YAHIAOUI T., (2003) : Activité biologique de quatre huiles végétales à l'égard de *Callosobruchus maculatus*. Thèse d'ingénieur. Institut de Biologie U.M.M.T.O. P 52.
- HAMAY K., HARMA K., et KACIMI F., 2006- Effet de cinq huiles essentielles sur l'activité biologique de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse d'ingénieur en Biologie. U.M.M.T.O. P 40-49.
- HARPER A.H., (1977)- Précis de biochimie, 4^e Ed, Les presses de l'université de Laval, Québec, P : 26.
- HASSAIN et BASAHY.A.Y., 1998- Nutrient composition and amino acid pattern of cowpea (*Vigna unguiculata L.walp*). International Journal of food sciences and Nutrition Vol 49, N°2 : 117-124.
- HIGNARD J., GLITHO I.A et MONGE J.P., 2011 : Insecte ravageurs des grains de légumineuses. Biologie des Bruchidae et lutte raisonnée en Afrique. Edition : Quae. P17
- HIGNARD J.,1998. Lutte biologique contre les Bruchidae, ravageurs du niébé en Afrique de l'ouest, rapport soumis à la commission européenne STD-3 (1992-1995) publié par CTA. P 142.
- HILL J et SCHOONHOVEN A., 1981- Effectiveness of vegetable oil fraction in controlling the Mexican bean weevil on stored beans journal of Economic Entomology 74-P478-479.
- HOFFMAN A., 1945- Faunes de France. Coléoptères Bruchidae et Anthripides. Ed Pierre André, Paris P187.
- I.T.A.F.V., 2013 : Les variétés les plus répandues au niveau national.
- KARLESKIND, 1992 - Manuel des corps gras. Technique et documentation.
- KEITA S.M.(2000) :Effect of various essential oils a *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). Journal of stored products research. 36(4) : 355-364.
- KELLOUCHE A et SOLTANI N., 2004-Activités biologiques des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielles d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F) : International journal of tropical Insect sciences Vol.24, (N°24) : 184-191.

- 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. P215
- KELLOUCHE A., 2005-Etude de la bruche du pois-chiche, *Callosobruchus maculatus* (F) (COLEOPTERA : BRUCHIDAE) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi ouzou, p154.
- KELLOUCHE A., 2011 : Activité biologique des quatre huiles végétales à l'égard de *C.maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). 21^{ème} forum de l'association Tunisienne des sciences biologiques P7.
- KIRIKSAKIS A. et MARKAKIS P., 1987 : Olive oil : a review. Adv. Food Res. V31. Pp : 7-18.
- KRISTAKIS A. et MARKAKIS P., 1987- Olive oil : a review. Adv. Food Res. V31. Pp : 7-18.
- KRISTAKIS A.K., (1993)- La chimie de l'arôme de l'huile d'olive. *Olivae*, 45(2), 28-33.
- LABACI er BRICK R., 2005- Action de quatre huiles végétales sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). These d'ingénieur en Biologie. U.M.M.T.O. P55.
- LAZERI Y., 2009 : Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne.
- LEE.R.E., LEEM.R., SRTONG G. GUEDERSON G.M. (1993) : Insect coldhardness indices nucleating active micro-organisms including them potential use for biological control.J.Insect.Phys.39 (1) :1-12.
- LEPESME P., 1944- Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés, Paris, éd le chevalier, p 335.
- LOUSSERT R. et BROUSSE G., 1978 : L'olivier : Techniques agricoles et production méditerranéenne. Paris. Ed : G.P maison neuve et la rose. P. 48-464.
- MADR, 2009 : Ministère de l'Agriculteur et de Développement Rural.
- MADR, 2014 : Ministère de l'Agriculteur et de Développement Rural.

- MALLAMAIRE A., 1962- Les bruches de légumineuses au Sénégal. Communiqué présenté au 2^{ème} congrès des spécialistes des denrées emmagasinés. CCTA, Freetown. P8.
- MAMMAR et GADA L., 2013- Caractérisation et effet bio insecticide de deux variétés de l'huile d'olive (Chemlal, Azerradj) à l'égard de deux insectes ravageurs des denrées stockées *Rhyzoptera dominica* (Coleoptera : Bostrychidae) et *Tribolium castanum* (Coleoptera : Tenebrionidae). P27.
- MENDEZ A.I., FLAQUE. (2007)- Effect of storage time and container type on the quality of extra virgin olive oil. *Food control* 18, p21-529.
- MENGUEZ-MOSQUERA M.I., JAREN-GALAN M. (1995)- Kinetics of the decolouring of carotenoid pigments. *J Sci Food Agric* 67 : 153-61.
- MRAICHA F., KSANTINI M., ZOUCHE O., AYADI M. et SAYADI S., 2010- Effect of olive fly infestation on the quality of olive oil from Chemlali cultivar during ripening. *Food and chemical toxicology*, 48, pp : 3235-3241.
- MRAICHA F., KSANTINI M., ZOUCHE O., AYADI M., et SAYADI S., 2010- effect of olive fly infestation on the quality of olive oil from Chemlali cultivar during ripening. *Food and chemical toxicology*, 48, pp : 3235-3241.
- NEFZAOUI., 1983 : l'utilisation des sous produit de l'olivier en alimentation animale en Tunisie. Division de la production et de la santé animale. F. A. O., Rome.
- NGAMO et HANCE., 2007- Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte au milieu tropical. Faculté des sciences de l'université de N'Gaoundéré au Cameroun
- OLIVIER D., BOUBAULT E., PINATEL C., SOUILLOL S., GUERERE M. et ARTAUD J., 2004- Analyse de la fraction de l'expertise chimique et toxicologique. 965. Pp : 169-196.
- OUAOUICHA A. Y. et CHIMI H., 2007 : Guide de producteur de l'huile d'olive. Organisation des nations unies pour le développement industriel (ONUDI). Pp : 13-21.
- OWEN R., MIER W., GIACOSA A., HULI W., SPIEGELHALDER B. et BARTSCH H., 2000 : phenolic compound and squalene in olive oils : the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food chem. Toxicol.* N°38 Pp : 647-659.

Paris. Pp : 763-765.

-PARR *et al.* 1998 ; AIT-AIDER *et al.* 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.)

-PERRIN J.L., 1992- Les composés mineurs et les anti oxygènes naturels de l'olive et de son huile. Revue française des corps gras. N° 39 (1/2), p. 25-31.

-PERRIN J-I., 1992 : Les composés mineurs et les anti oxygènes naturels de l'olive et de son huile. Revue française des ceps gras. N°39 (1/2), p 25-31.

-PIERROT (1982) : Lutte chimique contre les insectes des stocks et des locaux de stockage : conservation et stockage des grains et des graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Vol2 Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Apia Paris, pp : 856-867.

-PROST P.J., 1996- Botanique, ses applications agricoles. T1.Ed. Bélière et fils, P328.

-PSOMIADOU E., TSIMIDOU M. et BOSKOU D., 2000 : Alpha tocophérol content of greek Virgin olive oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry. N°48,pp : 1770-1775.

-QUILES LJ.CARMEN RAMIREZ-TORTOSA M. ALFONSO GOMEZ J.HUERTAS J.R.MATAIX J., 2002: Role of vitamin E and phenolic compounds in the antioxidant capacity, measured by ESR, of virgin olive, and sun ? ower oils after frying, Food Chemistry, p : 76, pp : 461-468.

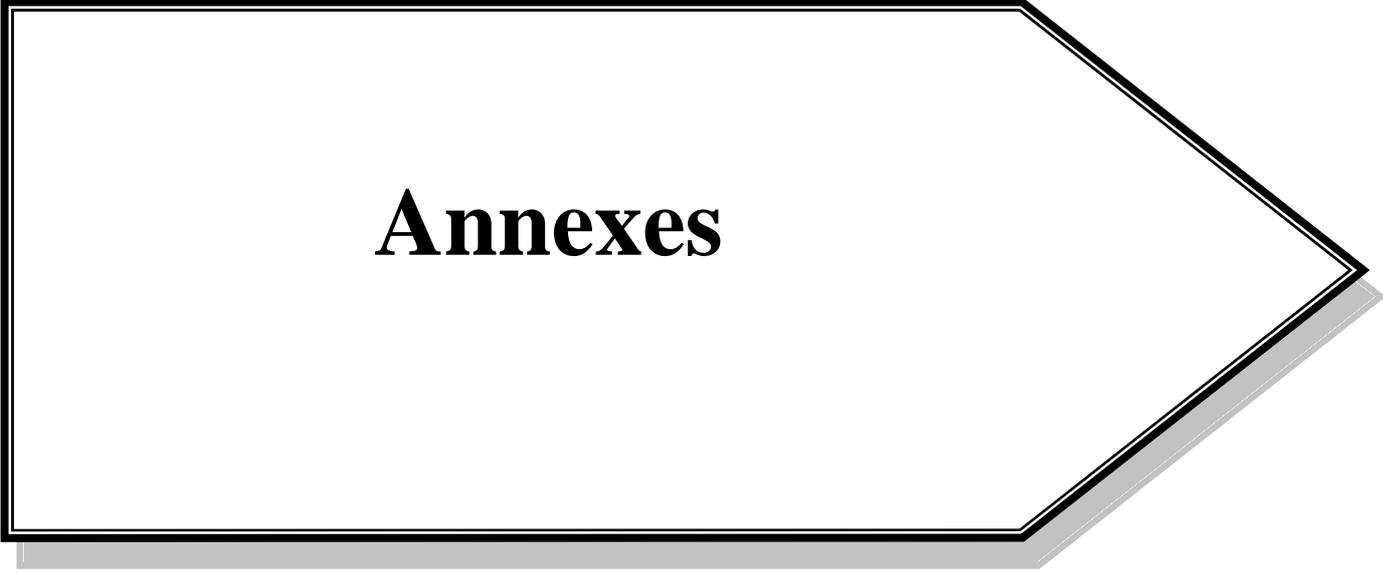
-RAHMANI M., 1989- Photo oxydation des huiles d'olive : influence de la composition chimique. Rev Fr. Corps gras, N° 36 (9/10), pp : 355-360.

-RAHMANI M., 1989 : oxydation des huiles d'olive : influence de la composition chimique. Rev Fr. Corps gras, N°36(9/10), pp : 355-360.

-RAJAPAKSE R et Van EMDEN H.F., 1997- Potential of four vegetable oils and Ten Potencial powders for reducing Infestation of cowpeas by *Callosobruchus maculatus*, *C. chinesis* and *C. rhodesianus*. P 59.

- RODRIGUEZ R.G., ROMERO SEGUERA C., ORTIZ A.C. et PEREZ A.G., 2011- Role of polyphenol oxydase and peroxydase in shaping the polyphenolic profil of virgin olive oil. 44, pp : 629-635.
- ROEHLLY Y., 2000 : la fabrication de l'huile d'olive, une étude bibliographique. ESAT/CNEAEC. Montpellier. Pp : 23.
- RYAN D. et KEVIN K., 1998- School of science and technology. Charles strutuniversity (Australie), pp : 28.
- RYAN D. et KEVIN K., 1998 : school of science and technology. Charles strutuniversity (Australie), pp : 28.
- SECK D., 1994- Développement des méthodes alternatives de control des principaux insectes ravageurs des denrées emmagasinées au SENEGAL par l'utilisation des plantes indigènes. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques de Gembloux. P89-99.
- SIMON H *et al.* (1994) : La protection des cultures avec la collaboration de François Richard, M. Bellanger. Dominique D. Christel Gambert. Eric Jeuffrault. Collection agriculture d'aujourd'hui. Ed. Tec et Doc. Paris pp.115, 116, 122.Larose, Paris, 129p.
- SIMPSON B.B. OGORZALY M.M., 2001 : Economic Botany : plants in our world. 3éme Edition. McGraw-hill Inc., New Yourk ; pp / 60-62,237-238.
- SOLTNER D. 1990- Les bases de la reproduction végétales.sol, climat, plante. Ed. Lavoisier, 464P.
- TANOUTI K., ELAMRANI A., SERGHINI-CAID H., KHALID A., BAHETTA Y., BENALI A., HARKOUS M et KHIAR M., 2010- Caractérisation d'huile d'olive produites dans des coopératives pilotes (Lakrarma et kenine) au niveau du Maroc oriental. Les technologies de laboratoire. Laboratoire de biologie des plantes et des micro-organismes, Faculté des sciences, Université Mohamed premier, Oujda. Maroc. Agence de développement de l'oriental (ADO), Direction provinciale d'agriculture Oujda : (DPA). Vol 5. N°18. P 24.
- TANOUTI K., SERGHINI-CAID H., CHAIB E., BENALI A., HARKOUS M., ELAMRANI A., 2011- Amélioration qualitative des huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. Les technologies de laboratoire. Vol6, N°22. P 10.

- UTIDA S., 1954- Phases dimorphisme observed in the laboratory population of the cowpea weevil. (*Callosobruchus maculatus*).Jap.J. Of Ecol. Vol 18 :161-168.
- UZZAN A., 1994- manuel des corps gras. Technique et documentation. Ed. Lavoisier. Paris. Pp : 763-765.
- VAN DEN BERG H., FAULKS R., GRANADO HF., HIRSCHBERG J., OLMEDILLA B., SANDMANN G., SOUTHON S. et STAHL W., 2000- *The potential for improvement of carotenoid levels in food and likely systemic effects*. Journal of Food and Agriculture 80 : 880-912.
- VARMA B.K et PANDEY O.P., 1978- Treatments of stored green gram seed with edible oils for protection from *Callosobruchus maculatus(fabr)*. Indian journal of Agricultural Science 48 (2).P72.
- VEILLET S., 2010 : Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : entre tradition et innovation. Thèse doctorat, université d'Avignon et pays de Vaucluse. France.
- WHILE et JAYS (1996) : La lutte physique en phytoprotection.
- WOLF J. P., 1968 - Manuel d'analyse des corps gras. Edition Azoulay, Paris.
- ZUANG H. (1991) : Mémento nouvelle espèce légumière. Ed. Du centre technique international des fruits et légumes Cc. (f) service Bio agro. 360p.



Annexes

Annexe 01 :

Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles :

▪ Principe :

Il consiste à provoquer le départ d'eau par l'introduction d'une quantité connue d'huile dans une étuve maintenue à la température de $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 30 minutes.

▪ Matériels :

- Balance analytique.

- Cristalliseur.

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

▪ Mode opératoire :

Maintenir le cristalliseur contenant la prise d'essai (5g) durant 30 minutes dans l'étuve réglée à $103\pm 2^{\circ}\text{C}$. Laisser refroidir au dissipateur jusqu'à la température ambiante et peser à 0.001 près.

Annexe 02 :

Détermination de la teneur en chlorophylle et en caroténoïdes (minguez-musquera *et al.*, 1991) :

Principe :

Mesure de l'absorbance à 670nm pour les chlorophylles et à 470nm pour les caroténoïdes, d'un échantillon d'huile en solution dans le cyclohexane.

▪ Appareillage :

- Spectrophotomètre visible.

- Cuve en quartz de 1cm de longueur.

- Une balance électrique.

▪ Réactifs :

-cyclohexane.

▪ **Mode opératoire :**

Peser 7.5g d'huile et la dissoudre dans 25ml de cyclohexane, puis préparer un témoin (contient que l'hexane) .Lire les absorbances sur le spectrophotomètre à 670nm pour les chlorophylles et 470nm pour les caroténoïdes.

▪ **Calculs :**

Les teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes, exprimées en mg /kg, sont données par les formules suivantes :

Chlorophylle en mg /kg= $A_{670} \times 10$

$A_{670} \times 10^6$

$$\text{Chlorophylle en } \frac{(\text{mg})}{\text{Kg}} = \frac{\quad}{613 \times 100 \times \quad}$$

$$\text{Caroténoïdes en } \frac{(\text{mg})}{\text{Kg}} = \frac{A_{470} \times 10^6}{2000 \times 100 \times d}$$

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée.

D : épaisseur de la cuve en cm.

Annexe: 03

Mesure de la densité de l'huile d'olive :

La densité est un paramètre physique spécifique à chaque huile.

▪ **Matériels et réactifs :**

-Balance de précision.

-Pipette graduée de 10ml (2) et bécher de 40ml(2).

▪ **Mode opératoire :**

Prélever à l'aide d'une pipette graduée 10ml d'huile d'olive .Les verser dans un bécher de 50ml de poids connu .Mettre le bécher sur balance de précision et noter le poids de l'échantillon d'huile.

Refaire de nouveau l'expérience avec de l'eau distillée.

▪ **Résultats :**

Calculer les densités de l'huile d'olive :

La densité =poids de l'huile / poids d'eau distillée.

Annexe 04 :

Mesure de la viscosité de l'huile d'olive :

Les huiles végétales différentes entre elles en fonction de la viscosité à20°C. Cette dernière dépend de la composition chimique et de la température. Les fritures et chauffages répétés augmentent la viscosité d'une huile suite à des réactions chimiques de dégradations telles que les polymérisations et l'oxydation.

▪ **Matériels et réactifs :**

-Viscosimètre à bille.

-Chronomètre

▪ **Mode opératoire :**

- Rincer le viscosimètre à l'éthanol pur avec précaution .Le laissé sécher quelques minutes sur du papier absorbant déposé sur la pailleasse. Utiliser la bille métallique au lieu de la bille plastique .L 'introduire dans le tube du viscosimètre.

- Remplir le tube du viscosimètre d'huile d'olive (ou d'huile de tournesol) et éviter la formation de bulles d'air .Refermer le bouchon. Mettre le tube en position horizontale.
- Redresser le viscosimètre en position verticale doucement en faisant attention à la bille.
- Mettre le chronomètre en position de démarrage .Dés que la bille atteint le trait supérieur dans le viscosimètre, déclencher le chronomètre. suivre la chute de la bille et dés qu'elle atteint le trait inférieur du viscosimètre, arrêter le chronomètre. Et noter le temps en secondes (t).

▪ **Résultats :**

La viscosité est calculée par la formule suivante :

$$V=K (P1-P) t$$

Soit :

V : la viscosité (exprimée en CP ou centi poises ou Mp/sec (milli Pascal/sec)

P1 : la densité de la bille de métal qui est égale à 8×10^2 g/ml

P : la densité de l'huile (g/ml)

t : le temps de descente en minute

K : constante du viscosimètre qui est égale à 35

Annexe 05 :

Détermination de l'acidité :

▪ **Principe :**

L'acidité est le pourcentage d'acide gras libres exprimé conventionnellement en acide l'aurique pour les huiles de coprah et le palmiste, en acide palmitique pour l'huile de palme et en acide oléique pour la majeure partie des huiles .Sa détermination est basée sur la neutralisation des acides gras libres par une solution de KOH à chaud en présence de phénolphtaléine.

▪ **Réactifs**

-Ethanol (dissoudre les acides gras).

-Hydroxyde de potassium 0 .1 n (0.1mol/litre) (neutraliser les acides gras).

-Phénolphtaléine (10g / l dans l'éthanol) (indicateur de PH coloré : incolore en milieu acide, rose à fuchsia en milieu basique).

▪ **Verrerie :**

-2 Erlen Meyer.

-1 burette de 10ml (graduée tous les 0,2ml).

▪ **Matériel :**

-Balance analytique.

- Plaque chauffante.

▪ **Mode opératoire :**

Dans un Erlen Mayer1, mettre 50ml d'éthanol +0.5ml de la solution de phénolphtaléine. Porter à ébullition, A température encore élevée neutraliser (en utilisant une burette) avec précaution tout en agitant l'Erlen Mayer avec la solution à 0.1mol /l de KOH jusqu'à apparition d'une coloration rose persistant pendant au moins 10 secondes.

Dans un Erlen Mayer 2 peser 10g d'huile .Ajouter l'éthanol neutralisé (contenu de l'Erlen Mayer1). Mélanger soigneusement .Porter le contenu à ébullition et titrer avec la solution de KOH (burette), en agitant vigoureusement le contenu de l'Erlen Mayer pendant le titrage .Arrêter le titrage quand la coloration rose persiste pendant au moins 10 secondes, Noter la chute de burette (volume de KOH).

▪ **Calcul de l'acidité :**

Acidité (A%)=V.C.M /10.m

Où :

V : volume en ml de la solution de KOH utilisé pour le titrage.

C : concentration exacte en mol /l de la solution de KOH.

M : masse molaire (g/ mole) de l'acide gras retenu pour l'expression du résultat (acide oléique : 282g / mole).

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

Annexe 06 :

Détermination de l'indice de peroxyde.

▪ Principe

C'est la quantité de substances de l'échantillon qui oxyde l'iodure de potassium. L'indice de peroxyde est généralement exprimé en milliéquivalents (méq) d'oxygène actif par Kilogramme d'échantillon. La méthode utilisée est basée sur le traitement d'une prise d'essai en solution dans de 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.

▪ Réactifs

- Chloroforme
- Acide acétique
- Solution aqueuse d'iodure de potassium saturé
- Thiosulfate de sodium 0.01N
- Solution d'amidon

▪ Verrerie

- 1 Erlen Meyer
- Pipettes 1ml, 1ml, 10ml, 15ml
- 1 Bécher
- 1 Burette de 10ml ou 25ml

▪ Matériel

- Balance analytique
- Agitateur magnétique

▪ Protocole expérimental

- Peser 2g d'huile dans un Erlen Meyer.

- Ajouter 10ml de chloroforme + 15ml d'acide acétique tout en agitant afin de dissoudre l'échantillon.
- Ajouter 1ml de la solution de KI. Boucher aussitôt. Agiter énergiquement pendant 1mn.
- Laisser 5mn à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15°C et 25°C.
- Ajouter 75ml d'eau distillée.
- Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium pour passer de la couleur orangée à jaune pâle.
- Ajouter 0.5ml de la solution d'empois d'amidon. Agiter énergiquement. Si une couleur violacée apparaît, il ya présence de peroxydes.
- Titrer tout en agitant, avec la solution de thiosulfate de sodium (0.01N) jusqu'à disparition de la coloration violette.
- Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions.

▪ **Calcul :**

L'indice de peroxydes est déterminé par la formule suivante :

$$IP \text{ (méq/kg)} = \frac{V - V_0 N}{P} * 100$$

P

Où :

V : est le volume de thiosulfate de Na de l'échantillon

V₀ : est le volume requis pour titrer le blanc

P : est la prise d'essai en grammes

Annexe 07 :

Détermination de l'indice d'iode :

L'indice d'iode est le nombre en gramme d'iode fixé par 100g de corps gras et dont le principe de détermination est basé sur la réaction de la solution de Wijs en excès dans une masse d'huile connue avec précision. Ce réactif s'additionne quantitativement sur les insaturations (ISO 3961 Troisième Edition 1996-06-01). Le mode opératoire détaillé avec l'expression des résultats est donné comme suit :

- Introduire 0.2g d'huile dans un flacon de 300 à 500ml bouché à l'émeri préalablement lavé et séché.
- Ajouter 25ml de réactif de Wijs, agiter légèrement
- Placer le flacon à l'obscurité pendant une heure
- Ajouter 20ml d'iodure de potassium à 10% avec 150ml d'eau et agiter
- Titrer l'iode libéré avec le thiosulfate de sodium à 0.1N en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon
- Faire en parallèle un essai à blanc dans les mêmes conditions
- Le calcul de l'indice d'iode est donné par la formule suivante :

$$I_i = \frac{(V_0 - V) \times N \times 12.96}{p}$$

Où :

I_i : indice d'iode.

V_0 : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc en ml/

V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour titrer l'excès d'iode en ml.

N : Normalité du thiosulfate de sodium.

P : le poids de l'échantillon d'huile utilisé

12.69 : masse d'iode correspondant à 1ml de thiosulfate de sodium pour 100g de corps gras.

Annexe 08 :

Détermination de la teneur en composées phénoliques :

▪ Principe :

La teneur en poly phénols totaux de l'huile d'olive est déterminée au moyen du réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols en mélange d'acide bleu de tungstène et de molybdène. L'intensité de la coloration est directement proportionnelle à la concentration des poly phénols dans la solution.

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

▪ Protocole expérimental

▪ Réactifs :

- Hexane
- Solution méthanol/eau (60/40)
- Eau distillée
- Folin-Ciocalteu
- Solution de Bicarbonate de sodium à 35%
- Acide gallique

▪ Préparation de la gamme étalon de l'acide gallique :

Préparer une solution mère d'acide gallique à une concentration de 400ppm (0.04g d'acide gallique dans 100g de la solution méthanol/eau (60/40).

- Préparer à partir de la solution mère, des solutions diluées de 5ml aux concentrations suivantes : 25ppm, 50ppm, 100ppm, 200ppm, 300ppm et 400ppm.
- Ajouter à chaque solution 0.5ml de Folin-Ciocalteu.
- Ajouter 5ml d'eau distillée et 1ml de la solution de Bicarbonate de sodium à 35%.
- Laisser à l'obscurité pendant 2heures, ensuite mesurer l'absorbance à 725nm.
- Réaliser en parallèle un essai à blanc.

▪ Extraction des composées phénoliques à partir de l'huile d'olive :

- Les dosages des phénols totaux se faisant en milieu aqueux, ceux-ci doivent tout d'abord être

- Extraits des huiles d'olives avant d'être dosés par le réactif de Folin-Ciocalteu.
- Peser 2.5 d'huile d'olive, ajouter 5ml d'hexane et 5ml de la solution méthanol/eau (60/40).

Annexe 09 :

Préparation des esters méthyliques d'acide gras : C P G

La composition en acide gras des différentes matières grasses peut être déterminée par une analyse chromatographique en phase gazeuse après méthylation des acides gras .

Parmi les techniques de méthylation utiles pour la préparation des esters méthyliques est celle de la norme NF T60/233/1977.

▪ Réactifs :

- La soude méthanolique 2N.
- Acide chlorhydrique méthanolique.
- Hexane pur.

▪ Appareillage :

- pipettes graduées de 0.2 ml et 1 ml.
- Un tube à essai à fond plat avec un bouchon vissant de 5 ml.

▪ Mode opératoire :

- Peser 0.2 g d'échantillon contenu dans un petit tube à essai , ajouter 1 ml d'hexane .Après agitation , nous rajoutons 0,2 ml de la solution méthanolique de la soude .
- Ensuite, nous portons les tubes à essai au bain-marie réglé à 50 °C pendant 20 secondes.

- Nous agitons encore pendant 10 secondes puis nous rajoutons 0,2 ml de la solution chlorhydrique méthanolique 2N .Après une agitation énergique, on laisse la solution subir la décantation.
- 02µl de surnageant est injecté dans le chromatographe gaz .Il est conseillé de maintenir la solution au réfrigérateur jusqu'à moment de l'analyse chromatographique .Il n'est pas recommandé de stocker la solution pendant plus de 12 heures.

Annexe 10 :

Les résultats de l'analyse de la variance des paramètres physico- chimiques des huiles traitées :

- Paramètre de l'humidité :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL	1.20	11	0.11				
Var facteur1	0.29	1	0.29	4.20	0.0725		
Var facteur2	0.13	1	0.13	1.83	0.2118		
Var facteur 1°2	0.22	1	0.22	3.12	0.1128		
Var résiduelle1	0.56	8	0.07			0.26	127.1%

Paramètre de l'acidité :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL	2.55	11	0.23				
Var facteur1	0.81	1	0.81	6.21	0.0364		
Var facteur2	0.64	1	0.64	4.93	0.0555		
Var facteur 1°2	0.05	1	0.05	0.37	0.5661		
Var résiduelle1	1.05	8	0.13			0.36	11.0%

Paramètre de l'indice de peroxyde :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL	356.42	11	32.44				
Var facteur1	24.08	1	24.08	2.65	0.1400		
Var facteur2	168.75	1	168.75	18.54	0.0027		
Var facteur 1°2	90.75	1	90.75	9.97	0.0132		
Var résiduelle1	72.83	8	9.10			3.02	25.3%

Paramètre de l'indice d'iode :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL	2448.38	11	222.58				
Var facteur1	518.37	1	518.37	7.25	0.0267		
Var facteur2	17.35	1	17.35	0.24	0.6389		
Var facteur 1°2	1340.49	1	1340.49	18.74	0.0026		
Var résiduelle1	572.17	8	71.52			8.46	10.5%

Paramètre de la teneur en composés phénoliques :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL	4340.30	11	394.57				
Var facteur1	12.92	1	12.92	0.63	0.4562		
Var facteur2	4107.37	1	4107.37	199.23	0.000		
Var facteur 1°2	55.08	1	55.08	2.67	0.1383		
Var résiduelle1	164.93	8	20.62			4.54	7.0%

Paramètre de l'indice de saponification :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL	1534.66	11	139.54				
Var facteur1	86.73	1	86.73	1.07	0.3326		
Var facteur2	780.53	1	780.53	9.64	0.0143		
Var facteur 1°2	19.81	1	19.81	0.24	0.6376		
Var résiduelle1	647.92	8	80.99			9.00	5.1%

Paramètre de la teneur en caroténoïde :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL	1.66	11	0.15				
Var facteur1	0.55	1	0.55	4.02	0.0778		
Var facteur2	0.00	1	0.00	0.02	0.8872		
Var facteur 1°2	0.00	1	0.00	0.01	0.9252		
Var résiduelle1	1.10	8	0.14			0.37	44.6%

Paramètre de la teneur en chlorophylle :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL	6.19	11	0.56				
Var facteur1	1.67	1	0.67	5.49	0.0460		
Var facteur2	1.38	1	0.38	4.54	0.0639		
Var facteur 1°2	0.72	1	0.72	2.35	0.1613		
Var résiduelle1	2.43	8	0.30			0.55	21.9%

Paramètre de la viscosité :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL		11	16.67				
Var facteur1	1.64	1	1.46	0.07	0.7970		
Var facteur2	1.06	1	1.06	0.05	0.8249		
Var facteur 1°2	6.08	1	6.09	0.28	0.6160		
Var résiduelle1	174.75	8	21.84			4.67	6.1

Paramètre de la densité :

	S C E	D D L	Carres moyens	Test F	Probabilité	E T	C V
VAR TOTAL		11	16.67				
Var facteur1	1.64	1	1.46	0.07	0.7970		
Var facteur2	1.06	1	1.06	0.05	0.8249		
Var facteur 1°2	6.08	1	6.09	0.28	0.6160		
Var résiduelle1	174.75	8	21.84			4.67	6.1

Annexe 11 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5% pour l'effet de l'huile d'olive suivant les facteurs origine, dose, et cueillette sur la fécondité des femelles de *C. maculatus* :

Région Dose	Ouacif		Mekla	
	Cueillette sur arbre	Ramassage au sol	Cueillette sur l'arbre	Ramassage au sol
0ml	210.00±0.00	184.00±0.00	207.00±0.00	141.00±0.00
0.1ml	112.37±34.53	129.33±32.04	169.00±46.81	112.67±15.57
0.2ml	109.67±35.81	64.00±62.95	100.67±10.21	45.33±6.81
0.4ml	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

Annexe 12 : le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose, sur la viabilité post- embryonnaire des *C. maculatus* :

Région Dose	Ouacif		Mekla	
	Cueillette sur arbre	Ramassage au sol	Cueillette sur l'arbre	Ramassage au sol
0ml	210.00±0.00 (a)	144.00±0.00 (c)	160.00±0.00 (b)	102.00±0.00 (d)
0.1ml	3.33±1.53 (efgh)	3.67±1.53 (efg)	5.00±0.00 (e)	4.33±0.00 (ef)
0.2ml	1.00±1.00 (gh)	2.00±2.00 (fgh)	1.00±1.00 (gh)	1.33±1.15 (fgh)
0.4ml	0.00±0.00 (h)	0.00±0.00 (h)	0.00±0.00 (h)	0.00±0.00 (h)

Annexe 13 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5% pour l'effet de l'huile d'olive suivant les facteurs origine, dose, et cueillette sur la fécondité des femelles de *C. maculatus* :

Région Dose	Ouacif		Mekla	
	Cueillette sur arbre	Ramassage au sol	Cueillette sur l'arbre	Ramassage au sol
0ml	210.00±0.00	184.00±0.00	207.00±0.00	141.00±0.00
0.1ml	112.37±34.53	129.33±32.04	169.00±46.81	112.67±15.57
0.2ml	109.67±35.81	64.00±62.95	100.67±10.21	45.33±6.81
0.4ml	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

Annexe 14 : le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, pour l'effet de l'huile d'olive suivant le facteur dose, sur la viabilité post- embryonnaire des *C. maculatus* :

Région Dose	Ouacif		Mekla	
	Cueillette sur arbre	Ramassage au sol	Cueillette sur l'arbre	Ramassage au sol
0ml	210.00±0.00 (a)	144.00±0.00 (c)	160.00±0.00 (b)	102.00±0.00 (d)
0.1ml	3.33±1.53 (efgh)	3.67±1.53 (efg)	5.00±0.00 (e)	4.33±0.00 (ef)
0.2ml	1.00±1.00 (gh)	2.00±2.00 (fgh)	1.00±1.00 (gh)	1.33±1.15 (fgh)
0.4ml	0.00±0.00 (h)	0.00±0.00 (h)	0.00±0.00 (h)	0.00±0.00 (h)

Annexe 15 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5% concernant l'effet de facteur dose sur la perte en poids des graines de *V. unguiculata*.

Région Dose	Ouacif		Mekla	
	Cueillette sur arbre	Ramassage au sol	Cueillette sur l'arbre	Ramassage au sol
0ml	14.00±0.00 (g)	16.00±0.00 (f)	13.00±0.00 (g)	9.00±0.00 (h)
0.1ml	18.33±0.58 (e)	20.00±1.00 (de)	19.67±0.58 (de)	19.00±1.00 (de)
0.2ml	18.33±0.58 (e)	22.00±1.73 (bc)	19.67±0.58 (de)	20.67±0.58 (cd)
0.4ml	24.00±0.00 (a)	24.00±0.00 (a)	25.00±0.00 (ab)	25.00±0.00 (ab)