REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA
FACULTE DES SCIENCES



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention de diplôme de Master en sciences agronomiques
Option : phytopathologie

Thème:

ÉVALUATION DE L'EFFICACITE DES BIOPRODUITS SUR LES PRINCIPAUX BIO-AGRESSEURS DES DENRÉES STOCKÉES.

Présenté par :

- CHOUIHI Houda
- GASMI Khadidja

Soutenu à distance Devant le jury composé de:

-M^{me} F.Z.TCHAKER	M.C.B	Univ. Médéa	Promotrice
-M^{me} H. MOSTAFAOUI	M.C.B	Univ. Médéa	Examinatrice
-M^{me} H. BENDOUMIA	M.C.B	Univ. Médéa	Examinatrice

Année universitaire:2019/2020

RÉSUMÉ

ÉVALUATION DE L'EFFICACITE DES BIOPRODUITS SUR LES PRINCIPAUX BIO-AGRESSEURS DES DENRÉES STOCKÉES.

L'utilisation des phytopréparations dans le contrôle des insectes ravageurs des denrées stockées constitue de nos jours, une alternative à l'utilisation abusive des pesticides de synthèse.

La présente étude est mené dans le cadre de valoriser l'utilisation des extraits de plantes dotées d'activité biocide. L'étude a pour but d'évaluer l'activité insecticide des extraits éthanolique et queux issus de trois espèces végétales *Marrubium vulgare L.*; *Artemisia herba-alba Asso; Atriplex nummularia* Lindl. à l'égard du charançon de blé *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) et du *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797).

Les recherches bibliographiques réalisées, ont monté une action biocide importante des espèces végétales étudiées. Sur la base de ces recherches, nous remarquons que le *Marrubium vulgare L.*; *Artemisia herba-alba Asso; Atriplex nummularia* Lindl. peuvent constituer un moyen alternatif encourageant dans la protection des stockes.

Mots clés:

Artemisia herba-alba; Atriplex nummularia; Extraits aqueux; Extraits éthanolique; *Marrubium vulgare; Sitophilus granarius; Tribolium castaneum.*

ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BIOPRODUCTS ON THE MAIN BIO-AGGRESSORS OF STORED FOODSTUFFS.

The use of phytopreparations in the control of insect pests of stored food is nowadays an alternative to the excessive use of synthetic pesticides.

This study is carried out in the context of enhancing the use of plant extracts endowed with biocidal activity. The aim of the study is to evaluate the insecticidal activity of ethanolic and queux extracts from three plant *species Marrubium vulgare L .; Artemisia herba-alba Asso; Atriplex nummularia Lindl.* with regard to the wheat weevil *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) and the *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797).

The bibliographical research carried out showed a significant biocidal action of the plant species studied. On the basis of this research, we notice that *Marrubium vulgare L .; Artemisia herba-alba Asso; Atriplex nummularia Lindl.* can constitute an encouraging alternative means in the protection of stocks.

Keywords:
Artemisia herba-alba; Atriplex nummularia; Aqueous extracts; Ethanolic extracts; *Marrubium vulgare; Sitophilus granarius; Tribolium castaneum.*

ملخص

تقييم فعالية المنتجات الحيوية على العوامل الحيوية الرئيسية للأغذية المخزنة.

يعتبر استخدام المستحضرات النباتية في مكافحة الآفات الحشرية للأغذية المخزنة في الوقت الحاضر بديلاً عن الاستخدام المفرط لمبيدات الآفات الاصطناعية.

أجريت هذه الدراسة في سياق تعزيز استخدام المستخلصات النباتية التي تتمتع بنشاط مبيد حيوي. الهدف من الدراسة هو تقييم فعالية المبيدات الحشرية لمستخلصات الإيثانول والماء من ثلاثة أنواع نباتية *Artemisia herba-alba Asso; Atriplex .vulgare Marrubium nummularia* Lindl. فيما يتعلق بسوسة القمح *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) و *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797).

أظهر البحث الببليوغرافي الذي تم إجراؤه تأثير مبيد حيوي كبير للأنواع النباتية التي تمت دراستها. على أساس هذا البحث، نلاحظ أن *Marrubium vulgare L*؛ *Artemisia herba-alba Asso;* *Atriplex nummularia* Lindl؛ . يمكن أن تشكل وسيلة بديلة مشجعة في حماية المخزونات.

الكلمات المفتاحية:

Artemisia herba-alba, Atriplex nummularia;. مستخلصات مائية, مستخلصات ايثانولية.*Marrubium vulgare, Sitophilus granarius, Tribolium castaneum*.

Remerciement

*Nous adressons en premier lieu reconnaissance à **ALLAH** notre **DIEU** tout puissant, de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Nous exprimons nos profonds remerciement à notre promotrice Mme **TCHAKER F.Z** pour l'aide qu'il nous a apportée ,pour sa patience et la disponibilité dont il fait preuve à notre égard et de son œil critique qui nous a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire ,nous le remercions vivement et nous espérons que nous efforts et nos résultats ont été a la mesure de son attente.*

Nous tenons également à remercier les membres du jury, qui ont bien voulu accepter de porter leur jugement sur ce modeste travail que nous souhaitons à la mesure de leur satisfaction.

*Nous remerciements s'étendent aussi à tous nos **professeurs** qui nous ont enseigné et qui par leur compétence nous ont soutenu dans la poursuite de nous études et qui ont contribué à ce couronnement.*

*Nos remerciements s'étendent aussi à la **C.C.L.S.** (Coopérative des céréales et légumes secs) de Berrouaghia (Médéa).*

Merci…

DEDICACE

Je dédie ce mémoire :

*A ma **mère** pour tous ces sacrifices.*
*A mon **père** pour tous ces encouragements.*
*A mes très chers **frères**.*
*A mes très chères **sœurs***
*A mes très chers **amis***

HOUDA…

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

Ma ***mère****, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa Présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il L'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

A mes chères ***sœurs****, pour leurs encouragements permanents Et leur soutien moral*

A toute ma ***famille***

Ma grande mère et grand père

Khadidja…

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ
ABSTRACT
ملخص
REMERCIEMENTS
DÉDICACES
TABLE DES MATÈRES
LISTE DES FIGURES
LISTE DES TABLEAUX
INTRODUCTION GENERALE …….. 1
Chapitre I: Données générales sur le blé tendre..... 3
Introduction…….. 3
I.1. Aire de répartition des céréales..... 3
I.1.1. Dans monde…… 3
I.1.2. Dans Algérie……..... 4
I.2. Classification ……. 4
I.3. Variétés et utilisation des céréales……. 5
I.3.1. Blé …….. 5
I.3.2. Maïs ……..... 5
I.3.3. .Riz ……..... 6
I.4. Importance des céréales …… 6
I.4.1. Production céréalière ……. 6
I.4.2. Industries de transformations…….. 7
I.4.3. Consommation ……..……. 7
I.4.4. Importations …… 7
I.5. Types de stockage des céréales ……. 7
I.5.1. Stockage traditionnel …….. 8
I.5.2. Stockage en sac ……... 8
I.5.3. Stockage en vrac ……. 9
I.5.4. Entreposage en silo (longue durée)……. 9
I.5.4.1. Silos métalliques …….. 10
I.5.4.2. Silos en béton armé ……..... 10
I.6. Altération de la qualité des grains stockés ……..……... 10
I.6.1. Altération due aux facteurs abiotiques…… 11
I.6.1.1. Température ……..…..... 11
I.6.1.2. Humidité relative……..…… 11
I.6.1.3. Teneur en oxygène et en gaz carbonique……..... 11
I.6.1.4. Altération physique ……..... 11
I.6.1.5. Altération chimique……..... 12
I.6.2. Altération due aux facteurs biotiques ……. 12
I.6.2.1. Altérations d'origine enzymatique……..…..... 12

I.6.2.2. Altérations d'origine biologique ……..…..... 12
Vertébrés ……..…..... 12
Moisissures ……..…..... 13
Bactérie ……..…..... 13
Arthropodes ……..…..... 13

Chapitre II : Données bibliographiques sur les ravageurs des denrées stockées étudiés…… 15

Introduction……... 15

II.1. Présentation de *Sitophilus granarius* ……..... 16

II.1.1. Présentation taxonomique de *Sitophilus granarius L*…….. 16

II.1.2. Origine et répartition géographique de *Sitophilus granarius L*……... 16

II.1.3. Description morphologique de *Sitophilus granarius L* ……..……... 17

II.1.3.1. Adulte ……..…..... 17

II.1.3.2. Nymphe ……..…… 17

II.1.3.3. Larve ……..... 17

II.1.3.4. Œuf ……..... 18

II.1.4. Cycle biologique de *Sitophilus granarius L* ……..……... 18

II.1.5. Plante hôte de *Sitophilus granarius L* ……..……... 19

II.1.6. Dégâts de *Sitophilus granarius L* ……..……... 19

II.1.7. Lutte contre *Sitophilus granarius (L.)*……. 20

II.2. Présentation de *Tribolium castaneum* ……... 20

II.2.1. Présentation taxonomique de *Tribolium castaneum H* …….. 20

II.2.2. II.2.2. Origine et répartition géographique de *Tribolium castaneum H*……..... 21

II.2.3. Description morphologique de *Tribolium castaneum* ……..…….. 21

II.2.3.1. Adulte ……..…..... 21

II.2.3.2. Nymphe ……..…… 21

II.2.3.3. Larve ……..... 22

II.2.3.4. Œuf ……..... 22

II.2.4. Cycle biologique de *Tribolium castaneum H* ……..…… 22

II.2.5. Plante hôte de *Tribolium castaneum* H ……..……. 23

II.2.6. Dégâts de *Tribolium castaneum* ……..…… 23

II.2.7. Lutte contre le *Tribolium castaneum* ……. 24

CHAPITRE III. NOTION DE LUTTE BIOLOGIQUE……. 26

Introduction ……. 26

III.1. Inconvénient des pesticides …….. 26

III.2. Lutte biologique …… 27

III.2.1. Définition de lutte biologique ……..... 27

III.2.2. Types de lutte biologique …….. 28

III.3. Bio-pesticides ……... 29

III.3.1. Définition …… 29

III.3.2. Types de biopesticides …….. 29

III.4. Insecticides d'origine botanique (Biocide inerte)…… 30
III.4.1. Huiles essentielles …….. 30
III.4.2. Extraits aqueux …….. 31
III.4.3. Poudres des plantes ……..... 32
CHAPITRE IV. MATERIEL ET METHODES……. 34
Introduction …….……. 34
IV.1. Objectif……... 34
IV.2 Matériel d'étude ……... 34
IV.2.1. Matériel animal ……... 34
IV.2.2 Matériel végétal ……. 35
Marrubium vulgare L …… 35
Artemisia herba-alba Asso …… 36
Atriplex nummularia Lindl …… 37
IV.3. Méthodes d'étude …….. 38
IV.3.1. Préparation des extraits …… 39
IV.3.1.1. Extraits aqueux …… 39
IV.3.1.2. Extraits éthanolique…….. 39
IV.3.2. Dispositif expérimental, techniques de traitements.……..... 39
IV.3.3. Détermination de taux d'humidité ……..... 41
IV.3.4. Détermination du taux de rendement ……..... 41
IV.3.5. Détermination de l'indice d'acidité PH ……..... 42
IV.3.6. Estimation du taux de mortalité ……..... 42
IV.3.7. Détermination de la DL 50 et de la TL 50 ……..... 42
IV.3.7.1. Détermination de la dose létale (DL50)…… 42
IV.3.7.2. Détermination du temps létal (TL 50)……... 43
CHAPITRE V. EFFET THERAPEUTIQUE DE PLANTES ETUDIEES……. 44
V.1. Evaluation de l'effet thérapeutique de *Marrubium vulgare* L……. 44
V.2. Evaluation de l'effet thérapeutique d'*Artemisia herba-alba Asso*……. 45
V.3. Evaluation de l'effet thérapeutique d'*Atriplex nummularia* Lindl …… 46
CONCLUSION……..... 48
RÉFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES…….…… 49

LISTE DES FIGURES

Figure. I.1.	Les principaux producteurs de céréales (incluant le riz) dans le monde…….	3
Figure I.2.	Zones céréalières en Algérie (ITGC, 2006)……	4
Figure I.3.	Vue en coupe d'un silo souterrain (Matmoura) pour le stockage des céréales capacité1.8m3……..	8
Figure I.4.	Stockage de céréales……	9
Figure I.5.	Entreposage en silo…….	10
Figure. II.1.	Succession des agents biologiques dans les céréales stockées……	15
Figure II.2.	Différents stades de *Sitophilus granarius*…….	18
Figure II.3.	Cycle évolutif du *Sitophilus granarius*(*L.*)……	19
Figure II.4.	Dégâts causés par *Sitophilus granarius (L.)*.....	20
Figure II.5.	Différents stades de *Tribolium castaneum*…….	22
Figure II. 6.	Cycle de développement de *Tribolium castaneum*……	23
Figure. IV.1.	Dispositif d'élevage du matériel entomologique ……..……..	35
Figure.IV.2.	*Marrubium vulgare* L.……	36
Figure. IV.3.	*Artemisia herba alba* Asso ……	36
Figure. IV.4.	*Atriplex nummularia* Lindl ……....	37
Figure IV.5.	Séchage et broyage du matériel végétal……	38
Figure. IV.6.	Schéma récapitulatif de la logique des traitements appliqués……	38
Figure .IV.7.	Différentes étapes de la préparation des extraits……	40
Figure. IV.8.	Méthode de détermination du taux d'humidité de plantes étudiées	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV.1.	Table de transformation des pourcentages en probit…….....	43

LISTE DES ABREVIATIONS

- **C.C.L.S.** Coopérative des céréales et légumes secs
- **Cd**: Cadmium
- **CL50** : Concentration Létale 50
- **DL 50**: dose létale 50
- **DL90**: dose létale 90
- **F.A.O**: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- **Hcl** : Acide Chlorydrique (Chlorure d'Hydrogène)
- **HE**: Huile essentielle
- **I.T.G.C**: Institut Technique des Grandes Cultures
- **KoH** : Hydroxyde de potassium
- **O.M.S**: Organisation Mondiale de la Santé
- **pH** : Potentiel d'Hydrogène
- **Ppm**: partie par million
- **TL 50**: temps létaux 50
- **tr** : Le tour
- **U.S.D.A**: United States Department of Agriculture

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GENEGALE

Les céréales représentées depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'Homme et des animaux domestiques dans plusieurs pays dont les pays en voie de développement à l'instar du l'Algérie. La connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage sont déterminantes pour la survie de la population mondiale qui enregistre des taux d'accroissement à peine concevables faisant passer l'humanité de 1,5 milliards d'individus vers 1850 à plus de 7 milliards aujourd'hui (Mason *et al.,* 2017).

Les céréales sont produites sur une base saisonnière et ne sont généralement récoltées qu'une seule fois par an. Leurs conservations indispensables sont assujetties aux conditions climatiques et ne sont donc pas à l'abri de mécanismes d'échecs. Pratiquement, afin de garantir une alimentation permanente de la population mondiale en matière de céréales, les récoltes doivent être stockées dans des entrepôts durant des périodes variables, allant de quelques jours à plus d'un an. Le stockage des céréales occupe donc une place essentielle dans l'économie des pays développés et en voie de développement (Bettahar, 2016).

Depuis les origines de l'agriculture, les récoltes céréalières stockées, destinées à la consommation humaine peuvent être mises en péril en raison d'incidences causées par des ravageurs en tout genre. Parmi ces ravageurs, on identifie des animaux nuisibles (les insectes, les acariens, les nématodes, les rongeurs, les limaces, les escargots et les oiseaux), des agents pathogènes de plantes (virus, bactéries, champignons) et de mauvaises herbes, collectivement appelés parasites des produits végétaux. Face à ces dangers, les agriculteurs ont cherché et mis en œuvre différentes méthodes et outils afin de réduire les risques de pertes causées par ces influences parasites, et si possible de les éradiquer (Bettahar, 2016).

Parmi ces ravageurs, les insectes sont sans doute les plus redoutables notamment lorsque qu'un certain nombre de facteurs sont réunis. Il est difficile de donner des chiffres exacts sur les pertes causées par les insectes mais cela peut dépasser les 10% de la récolte. Les insectes, en plus de consommer le grain, provoquent notamment des montées de température et de moisissures en raison de leurs activités métaboliques, conduisant au développement de points chauds et de microflores dans le grain. Le grain fortement infesté est non seulement inconsommable mais perd aussi sa capacité germinative (Bettahar, 2016). Dans la gamme très large des insectes ravageurs, les coléoptères notamment *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera / Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera / Tenebrionidae) sont parmi les espèces majeurs qui provoquent des pertes poste-récolte (Diouf *et al.,* 2014; Nanfack *et al.,* 2015).

Pour lutter contre les insectes ravageurs de stock de récolte, la méthode la plus utilisée est l'usage d'insecticides de synthèse (carbamates, organophosphorés,

organochlorés, pyréthrinoïdes, …). Ces méthodes utilisées pour limiter les pertes dans les stocks peuvent induire une intoxication chronique des consommateurs, une résistance chez les ravageurs et avoir un impact négatif sur l'environnement (Diouf *et al.,* 2014).

Suite à l'augmentation de l'attention de la collectivité scientifique nationale et internationale sur les risques relatifs aux usages des pesticides chimiques, il y eut la nécessité de rechercher des méthodes alternatives moins toxiques pour lutter contre les organismes nuisibles, notamment l'utilisation des préparations à base de certaines plantes (Kemassi *et al.,* 2019). Il serait impérieux d'envisager un remplacement progressif des pesticides de synthèse par des substances naturelles moins polluantes, moins toxiques et moins coûteuses pour conserver les denrées alimentaires. Dans le monde rural, les paysans producteurs recourent à plusieurs techniques rationnelles en ajoutant aux denrées stockées, les produits tels que la cendre de bois, les huiles végétales, les feuilles ou extraits de plantes pour lutter contre les infestations multiples (Aïboud, 2012; Kayombo *et al.,* 2015). A cet effet, l'utilisation des plantes biopesticides pour le stockage des denrées alimentaires sera une pratique qui protégera à la fois les utilisateurs et les consommateurs, par conséquent réduira la pression sur la santé humaine et l'environnement (Kayombo *et al.,* 2015).

Dans ce travail, nous sommes intéressés à évaluer le pouvoir insecticide *in vivo* des extraits aqueux et éthanolique issus de trois plantes spontanées *Marrubium vulgare L.*; *Artemisia herba-alba Asso; Atriplex nummularia* Lindl. sur le taux de mortalité de deux ravageurs l'un primaire *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera / Curculionidae) et l'autre secondaire *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera / Tenebrionidae).

Notre travail est structuré comme suit :

- Le chapitre I est un bilan synthétique des connaissances concernant les céréales et les différents modes de stockage.

- Dans le second chapitre, nous présenterons les principaux ravageurs des denrées stockées *Sitophilus granarius L.* et le *Tribolium castaneum H.*

- Les inconvénients des pesticides et la notion de la lutte biologique seront présentées dans le Chapitre III.

- Le chapitre IV concerne l'expérimentation, les matériels et les méthodes utilisées au cours de cette investigation.

- Le Chapitre IV sera dédié à la présentation de l'effet thérapeutique des trois plantes étudiées.

- en fin, une conclusion générale clôture le travail.

CHAPITRE I
DONNEES GENERALES SUR LES CEREALES

CHAPITRE I
DONNEES GENERALES SUR LES CEREALES

- ***Introduction***

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humain dans la plus part des pays du monde du fait qu'elles apportent la plus grande part calorique et protéique de la ration (Godon, 1981). Les céréales constituent environ 30% des sources énergétiques alimentaires dans les pays développés, contre plus de 50% dans les pays en voie de développement, atteignant parfois 90 % dans certains pays d'Afrique (Nedjah, 2015). Le nord de l'Afrique et peut être tout le bassin méditerranéen est riche de toute une gamme de produit céréalières obtenus de façon artisanale. Ces produits sont à base de plats locaux typique profondément ancrés dans la tradition culinaire et culturelle. L'art culinaire a également excédé dans l'inversion de modes de préparation des plats savoureux et appétissants à base de céréales ou de produits céréalières (Laraba, 1989). Les céréales sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'albumen amylacé, réduit en farine, est consommable par l'homme ou par les animaux domestiques (Nedjah, 2015).

I.1. Aire de répartition des céréales

I.1.1. Dans le monde

700 millions d'hectares de céréales sont cultivés dans le monde, soit 49 % des terres arables, 14 % de la surface agricole mondiale et 5 % des terres émergées du monde (Passion Céréale, 2019) (Figure I.1).

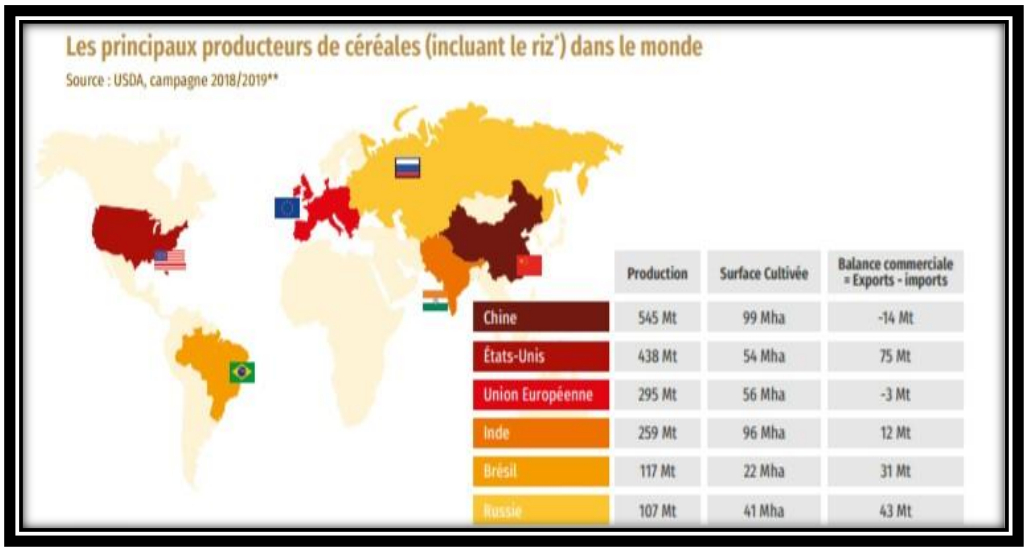


Figure. I.1. Les principaux producteurs de céréales (incluant le riz) dans le monde
Source : U.S.D.A, campagne 2018/2019

I.1.2. Dans l'Algérie

Les céréales occupent environ 2,9 millions d'ha (moyenne 2000-2012), soit près de 35% des terres arables (23% en moyenne 2009-2011, mais avec des écarts importants :14% en 2000, 42% en 2009, du fait de la pratique de la jachère). Leur production est pluviale (moins de 3% en irrigué) et majoritairement localisée en zone humide et sub-humide, dans le nord du pays. Les céréales concernent environ 590 000 producteurs (58% des exploitants agricoles). En Algérie, les exploitants agricoles sont majoritairement petits avec 717 000 exploitations de moins de 10 ha, soit 70% et 230 000 entre 10 et 50 ha, soit 23%. Les grands agriculteurs (20 000, soit 2%) occupent près du quart de la SAU (MADR, 2003). On peut estimer que la moitié de la production de céréales en Algérie est réalisée par des exploitations de taille modeste (moins de 50 ha) (Figure I.2)

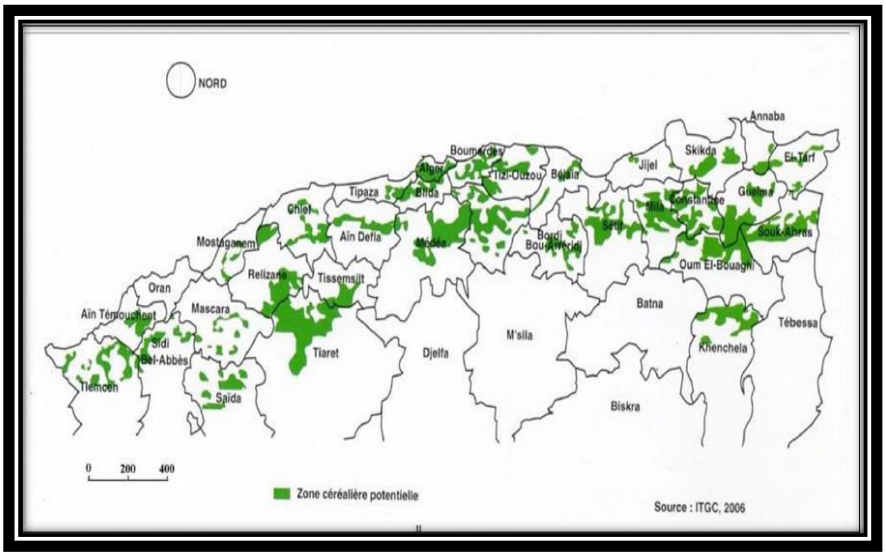


Figure I.2. Zones céréalières en Algérie (I.T.G.C, 2006)

I.2. Classification

On désigne sous l'appellation céréales différentes espèces de plantes appartenant à l'embranchement des Phanerogames (Règne Végétal) renfermant des plantes dont les organes reproducteurs sont apparents, au sous-embranchement des angiospermes regroupant les plantes à fleurs et à fruits typiques (Belyagoubi, 2006).

Famille: Graminées ou Poacées.

Les unes appartiennent à la sous-famille des Festucoïdées: blé, orge, avoine, seigle; les autres à la sous-famille des Panicoïdées: maïs, riz, sorgho, millet (Moule, 1971).

Espèces (Moule, 1971; Doumandji *et al.,* 2003; Belyagoubi, 2006):

- Blé tendre: *Triticiunz vulgare* ou *Triticiunz aestivum*

- Blé dur: *Trilicium durum*
- Maïs : *Zea nwys.*
- Riz: *Oryra saliva*
- Orge : *Hordeum vulgare*
- Sorgho: *Sorghom sp*.
- Millet: *Panicum miliaceum*
- Avoine: *Avena sativa*
- Seigle: *Secale cereale*

I.3. Variétés et utilisation des céréales

Les trois principales céréales cultivées et consommées dans le monde sont le blé, le maïs et le riz. Puis l'orge, le seigle, l'avoine, le sorgho et le millet.....Au sein des céréales, on distingue généralement trois groupes: le blé, le riz et l'ensemble des autres céréales regroupées sous l'appellation céréales secondaires. Le riz en Asie, le maïs en Amérique latine, le blé dans les plaines européennes et nord-américaines, le mil en Afrique marquent encore les différentes modèles de consommation de ces différentes régions (Duron, 1999 *in* Belyagoubi, 2006). Dans les céréales, ce sont classiquement les grains que l'on utilise pour l'alimentation humaine et animale. Le reste de la plante est par fois valorisée en alimentation animale soit à l'état sec sous forme de paille pour certaines céréales, soit à l'état frais ou en ensilage pour les autres (Godon, 1991 *in* Belyagoubi, 2006).

I.3.1. Blé

Le blé est à l'origine même de l'agriculture. Il reste, après des millénaires, la première plante cultivée au monde (Mosiniak *et al.*, 2001 *in* Belyagoubi, 2006). Il existe deux espèces de blé (Duron, 1999 *in* Belyagoubi, 2006):

- L'espèce la plus cultivée, le *Triticum vulgare* ou froment (3x14 chromosomes), qui est celle de tous les blés dits tendres. Il est essentiellement utilisé par l'industrie meunière pour la fabrication de farines destinées à l'alimentation humaine (panification) et animale, ainsi que la pâte utilisée en biscuiterie et en pâtisserie est prépare à partir de blés tendres.

- L'espèce *Triticum durum*, "blé améliorant" ou blé dur (2x14 chromosomes), contienne une forte teneur en protéines. Cette espèce est utilisée d'une part par les semouleries et les industries de pâtes alimentaires et d'autre part pour en faire des aliments pour les animaux.

I.3.2. Maïs

Le mais constitue l'aliment de base des habitants de nombreux pays (notamment d'Amérique latine) (Cheftel et Cheftel, 1977 *in* Belyagoubi, 2006), il joue aussi un rôle

important dans le régime (alimentation, nourriture) des millions d'africains dus à ses rendements élevés par hectare, sa facilité de culture et d'adaptabilité de différentes zones agro-écologiques, utilisations alimentaires souples et aux caractéristiques de stockage (Fandohan, 2003 *in* Belyagoubi, 2006). Dans les pays développés, l'alimentation animale utilise une part croissante de la production de blé et surtout de maïs (Alias et Linden, 1997 *in* Belyagoubi, 2006). Riche en amidon et en gluten, le maïs à plusieurs utilisations dans les secteurs (Duron, 1999 *in* Belyagoubi, 2006):

- Alimentaire: huile de germe, préparations culinaires, farine, semoule, amidon, biscuiteries, confiserie, fabrication des glucoses et autres sucres, alimentation animale (des tourteaux à partir des germes, amidons ou le gluten et en fin la production d'alcool ou de boissons alcooliques.

- Non alimentaire: papeterie, cartons ondulés, pharmacie ou textile. On distingue le maïs blanc, le maïs jaune et le maïs hybride.

I.3.3. Riz

Le riz appartient, à la tribu des Oryzées qui ne comprend que quatre espèces toutes propres aux régions chaudes du globe dont le riz cultivé (*Oryza saliva*) comprend quatre types culturaux correspondant à des modes de culture et à des qualités différentes: *O. saliva dura*, *O. saliva montana* que l'on peut cultiver dans les zones montagneuses à climat très pluvieux, sans inonder, *O. saliva glulinosa* et *O. saliva fluitans* (Grandcourt, 1971 *in* Belyagoubi, 2006).

Le riz est la deuxième céréale du monde après le blé, il constitue la base alimentaire de vastes régions développées ou en voie de développement. Il est surtout utilisé pour l'alimentation humaine. Contrairement au blé, il est le plus souvent consommé sous forme de grains. Le riz est utiliser en Japon pour la préparation de boisson alcoolisé: le koji (Alias et Linden, 1997 *in* Belyagoubi, 2006).

I.4. Importance des céréales

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (Djermoun, 2009).

I.4.1. Production céréalière

La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile du pays, La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3 ,5 million d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures.

En matière d'emploi, plus de 500 000 emplois permanents et saisonniers sont procurés par le système céréalier (ministère de l'Agriculture) (Djermoun, 2009). Selon la FAO, l'Algérie est classée en quatrième position au niveau Africaines et à la dix-septième position au niveau mondial avec une production du blé de 2.4 millions de tonnes, colletée est constituée en moyenne de blé dur 58,7%, blé tendre 33% (F.A.O, 2014).

I.4.2. Industries de transformations

L'industrie de transformation occupe une place « leader » dans le secteur des industries agroalimentaires, en raison des capacités importantes de triturations dont elle dispose; (+230%) par rapport à la taille du marché domestique, réparties entre les moulins publics (95%) et privés (135%), soit respectivement une capacité de trituration de l'ordre de 19000 et de 27000 T/jour (Djermoun, 2009).

I.4.3. Consommation

La consommation des produits céréaliers se situé à un niveau d'environ 205 kg /hab/an. Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien, et elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire (Djermoun, 2009).

I.4.4. Importations

En relations avec le marché mondial, les produits céréaliers représentent plus de 40% de la valeur des importations des produits alimentaires. Les produits céréaliers occupent le premier rang (39,22 %), devant les produits laitiers (20,6%), le sucre et sucreries (10%) et les huiles et corps gras (10%) (Djermoun, 2009).

I.5. Types de stockage des céréales

Le bon stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains et graines. De nombreuses pertes sont encore constatées tant au niveau villageois chez les producteurs, qu'au niveau central dans les magasins. Les pertes sont essentiellement dues aux insectes, aux rongeurs, aux moisissures et bactéries. Certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative, la température, peuvent entraîner des pertes qualitatives par la dégradation de la qualité des denrées stockées. La connaissance et l'application de certaines règles permettent d'assurer un bon stockage et une bonne conservation, aussi pour Les conditions d'emballages, de stockage, d'entreposage et la gestion du stockage sont des facteurs très importants qui peuvent contribuer à une bonne ou une mauvaise conservation des grains et des graines. L'inspection, l'échantillonnage et l'analyse phytosanitaire doivent se faire suivant des règles bien définies. Elles permettent un suivi et bonne connaissance de la situation et de

l'état des denrées. Les résultats qui en découlent vont orienter les décisions des actions à pendre (Ndiaye, 1999).

I.5.1. Stockage traditionnel

Le mode de stockage traditionnel dépend des conditions climatiques, notamment du taux d'humidité ambiant, et des matériaux locaux disponibles. Les agriculteurs utilisent, en général, des greniers dont la description et l'efficacité pratique varient d'une région à l'autre. Dans les hauts plateaux algériens, le stockage traditionnel se fait au champ ou à proximité des habitations, dans des enceintes creusées de simple trous cylindriques ou rectangulaires construites dans des zones sèches, en sol stable , généralement argileux ou le niveau de la nappe phréatique est suffisamment bas ,c'est ce que l'en appelle (Elmatmoura) (Figure I.2.), la capacité de ces lieux de stockage est variable elle est de l'ordre de quelque mètres cubes, c'est une technique archaïque peut être encore utilisé dans certaines régions isolées (Doumaindji *et al,*1989).

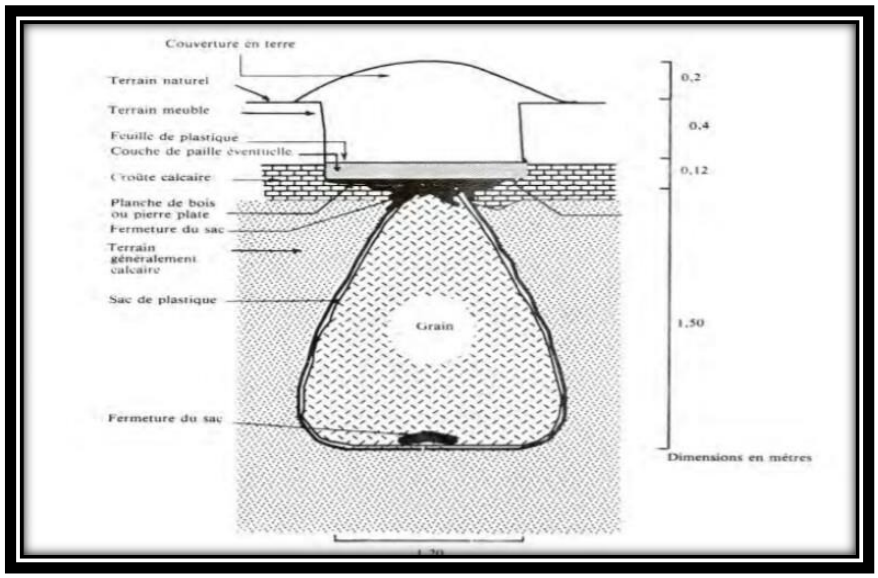


Figure I.3. Vue en coupe d'un silo souterrain (Matmoura) pour le stockage des céréales capacité 1.8 m3 (Bartali, 1989)

I.5.2. Stockage en sac

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute ou en polypropylène pour les semences. Les sacs doivent être bouillis dans de l'eau chaude et séchés au soleil. Les sacs troués doivent être jetés. Evitez l'absorption d'eau pendant le stockage du produit. Déposez le produit sur une feuille de plastique ou de papier goudronné. Pour le stockage en sacs, empilez les sacs de préférence sur palettes. Les palettes peuvent être faites de lattes de bois de différentes tailles, par exemple 200 × 5 × 10 cm ou 150 × 5 × 25 cm. Les sacs doivent toujours être bien empilés de façon à ce que l'air

puisse passer au travers pour sécher et refroidir le grain (Figure I.4.A.) (Doumandji *et al*., 2003).

I.5.3. Stockage en vrac

Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. Malheureusement les contaminations sont possibles; d'autant plus que dans ce type de construction. Ils demeurent toujours des espaces entre les murs et le toit, ainsi le libre passage des souris, des rats, des moineaux des pigeons et des insectes demeure possible. Par ailleurs l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours à craindre (Figure I.4.B.) stockées (Arab, 2009).

Quel que soit le mode de stockage en vrac ou en sac, le choix d'un bon site pour le stockage du grain est très important. Les magasins à grain doivent être construits sur un sol bien drainé pour éviter que le bâtiment ou conteneur ne soit inondé par les eaux souterraines lors des grandes pluies ou prenne trop l'humidité du sol le local de stockage doit être situé aussi loin que possible des champs de céréales. Cela contribue à protéger le grain contre les insectes qui font le va-et-vient entre les champs et la zone de stockage. Le magasin ne doit pas être construit à proximité d'endroits où sont gardés des animaux. Certains insectes qui rôdent près des animaux et de leur nourriture s'attaquent aussi aux céréales stockées (Aidani, 2015)



Figure I.4. Stockage de céréales (C.C.L.S Tlemcen; Aidani, 2015)
A: Stock de blé en sacs; B: Stock de blé en vrac

I.5.4. Entreposage en silo (longue durée)

Les silos font partie aux types de Stockage moderne. Ce sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal. Elles sont fermées à leur partie supérieure par un plancher sur lequel sont installés les appareils de remplissage des cellules. L'emploi des

silos réduit la main d'œuvre, augmente l'air de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux (Doumaindji *et al.*, 2003).On distingue deux types de silos:

I.5.4.1. Silos métalliques

Ils sont composés de cellules métalliques en tôles (4-6 mm d'épaisseur) d'acier galvanisé ou d'aluminium, planes ou ondulées, boulonnées ou serties, fixées sur un sol en béton étanche, utilisés généralement pour le stockage des céréales transformées, après broyage, en alimentation de bétail. Les diamètres des cellules varient entre 2 à 4 mètres et la hauteur pouvant atteindre 20 mètres (Figure I.5.A.) (Cruz *et al.*, 1988).

I.5.4.2. Silos en béton armé

C'est un matériau qui permet des constructions de grande hauteur; si avec les cellules métalliques les hauteurs sont couramment limitées à une vingtaine de mettre, on pourra en béton armé atteindre 35 - 40 m pour des cellules de 6 à 10 m de diamètre, ce développement de hauteur permet de réduire la surface au sol. C'est enfin un matériau qui assure une bonne isolation thermique du produit malgré les faibles épaisseurs mise en œuvre (épaisseur des parois des cellules 15-20 cm). Selon Cheniki et Yahia (1994), le silo en béton c'est le moyen de stockage le plus recherché, il résiste mieux aux pressions et chocs que les silos métalliques. Ces silos sont constitués de plusieurs cellules cylindriques en béton armé, mesurent 20 à 22 mètres de hauteur. L'humidité des grains contenus dans ces silos, ne doit pas dépasser 11% (Figure I.5.B.)

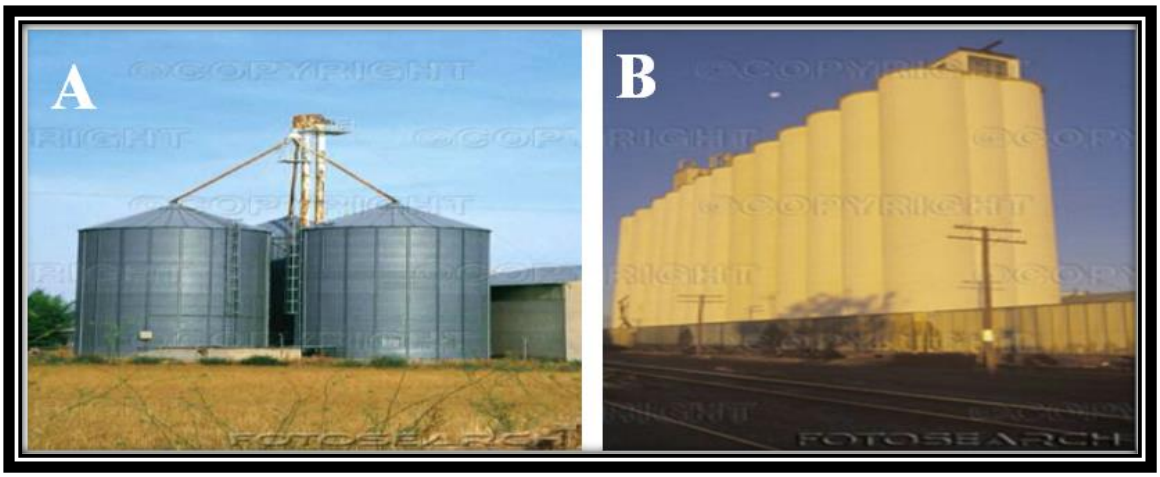


Figure I.5. Entreposage en silo (Source : http://www.fao.org/Wairdocs/X5161F/X5161FOC.JPG)
A:Silo métallique; B: Silo en béton armé

I.6. Altération de la qualité des grains stockés

Au cours de leur stockage, les grains stockés subissent des altérations diverses.

I.6.1. Altération due aux facteurs abiotiques

I.6.1.2. Température

La température est le facteur clé responsable des pertes post récoltes. Ce facteur est, lui-même, lié au degré hygrométrique de l'air ambiant. Lorsque le degré hygrométrique décroît, la température de l'air s'élève (Multon, 1982). Elle exerce une forte influence sur le taux de respiration des grains stockés et celui des organismes parasites, et sur le taux de croissance et de développement des ravageurs des stocks. En effet, les insectes nuisibles de grains ne peuvent achever leur cycle complet de développement à des températures inférieures à 10°C ou supérieures à 35 °C (Camara, 1991; Meghazi, 2012).

I.6.1.3. Humidité relative

Le facteur humidité de l'air est lié à un autre facteur, la teneur en eau des grains. Cette teneur en eau varie selon la nature des grains stockés. La détérioration du produit au cours de son stockage dépend de sa teneur en eau parce qu'une forte teneur en eau favorise la mobilité des constituants à l'intérieur des graines, donc permet un meilleur contact enzyme-substrat, point de départ des réactions de dégradation interne (Multon, 1982). Généralement, les grains sont stockés à une humidité inférieure ou équivalente à ≤ 0.70 de l'activité de l'eau pour éviter la détérioration par les micro-organismes, notamment les moisissures (Sharma et Bhandari, 2014 *in* Meghazi, 2012).

I.6.1.3. Teneur en oxygène et en gaz carbonique

En présence d'oxygène, si la température et/ou l'humidité sont élevées, l'amidon est transformé en sucres libres au cours de la respiration du grain, ce qui va produire de la vapeur d'eau, du gaz carbonique et de la chaleur. Quand l'air se trouvant entre les grains est renouvelé avec apport d'oxygène par une faible ventilation ou par tirage naturel, la production de chaleur peut devenir très importante et provoquer un échauffement jusqu'à 55-60°C (Berhaut *et al.,* 2003 *in* Meghazi, 2012).

I.6.1.4. Altération physique

L'altération physique représentée par la présence des différentes impuretés, débris et grains endommagés ou même de grains et graines d'espèce autres que celles stockées. Plusieurs facteurs sont à l'origine de la présence des corps étrangers : la perte d'objets par les opérateurs dans le stock, la détérioration du matériel de manutention ou le mauvais nettoyage des locaux de stockage. Ces corps étrangers peuvent causer des nuisances au consommateur final comme la cassure des dents dans le cas de matières dures, provocation d'allergies dans le cas d'une altération par une matière allergène (Bettahar, 2016).

I.6.1.5. Altération chimique

Le grain stocké peut être contaminé par des substances chimiques néfastes à la santé humaine et animale. La contamination chimique se résume par la présence de métaux lourds, de résidus de produits phytosanitaires ou de produits de désinfection. Les métaux lourds sont des éléments métalliques naturels dont la masse volumique est supérieure à 5 g/cm3 présents naturellement dans l'environnement ou provenant des activités humaines et industrielles. Ces éléments de par leur capacité d'accumulation, se trouvent dans notre alimentation. Les pesticides par leur nature même, sont toxiques. Fréquemment, leurs cibles biochimiques sont communes à la fois à l'organisme contre lequel le pesticide est conçu pour agir et à l'organisme humain. Les résidus chimiques présents dans le grain sont la cause de plusieurs problèmes sanitaires, notamment des problèmes neurologiques (Bettahar, 2016).

I.6.2. Altération due aux facteurs biotiques

I.6.2.1. Altérations d'origine enzymatique

Elles sont essentiellement provoquées par les enzymes propres du grain. En mauvaises conditions de stockage, ces derniers entrent en activité et favorisent la dégradation de l'amidon et le rancissement des lipides (Berhaut *et al.,* 2003 *in* Meghazi, 2012). Ce sont des hydrolases agissant sur les protéines (protéases), les lipides (lipases) et les glucides (glucosidases) ainsi que l'ensemble des équipements enzymatiques complexes qui régissent les phénomènes de respiration et de fermentation (Multon, 1982).

I.6.2.2. Altérations d'origine biologique

Les facteurs biologiques contaminants le grain sont nombreux. Nous ne citerons ici que les principaux.

- **Vertébrés**

Divers petits vertébrés (rongeurs, oiseaux), peuvent vivre aux dépens des stocks de grains mal protégés, dont ils peuvent consommer des quantités considérables (Multon, 1982). Les oiseaux se trouvent en bandes à proximité des grands silos, il s'agit essentiellement de pigeons et de tourterelles ainsi que de moineaux et parfois d'étourneaux.

Les rongeurs font partie des ravageurs les plus répandus. Dans un certain nombre de pays, ils provoquent autant, sinon plus de dégâts que les insectes nuisibles. Les pertes réelles provoquées par les rongeurs sont beaucoup plus élevées que le montant des produits consommés par ces animaux, car ils contaminent la marchandise stockée avec l'urine, les matières fécales, les poils et des agents pathogènes. Comme il est difficile, voire

impossible, d'enlever la souillure produite par les rongeurs dans le grain, les lots infestés doivent souvent être signalés impropres à la consommation humaine ou radiés comme pertes totales. En outre leurs déjections peuvent servir de vecteurs à des germes pathogènes (Multon, 1982). Il y a environ 50 maladies transmissibles à l'homme par les rongeurs, parmi lesquelles la typhoïde, la paratyphoïde, la trichinose, la gale, la peste et les fièvres hémorragiques comme le virus Ebola (Bettahar, 2016).

- **Moisissures**

Plus de 150 espèces des moisissures et des levures filamenteux ont été ont rendu compte dans les grains de céréale. La contamination par les moisissures (champignons), cause à la fois des dégâts quantitatifs et qualitatifs dans les stocks de grains, certaines moisissures développant des métabolites toxiques, les mycotoxines, qui sont a priori dangereuses pour la santé humaine et animale, provoquant des maladies connues sous le nom de mycotoxicose (Bettahar, 2016).

- **Bactérie**

En plus de certains des mycètes thermophiles, les bactéries sont responsables des étapes finales du chauffage microbiologique qui se produit en grains et graines. De nombreuses bactéries peuvent atteindre plusieurs millions par gramme sur les grains fraîchement récoltés. La population bactérienne est essentiellement constituée par des eubactéries qui renferment une très forte proportion d'Entérobactéries, notamment de coliformes pigmentés ou" bactéries jaunes", toujours abondantes sur les céréales (RichardMolard *in* Multon, 1982; Bettahar, 2016).

- **Arthropodes**

Les arthropodes et particulièrement les insectes sont en effet responsables des pertes les plus importantes et parfois même de la perte totale des céréales entreposées (Multon, 1982; Meghazi, 2012; Bettahar, 2016).

Les insectes, endommagent l'enveloppe des grains, ce qui favorise la pénétration des moisissures à l'intérieur de la graine. Les principaux insectes déprédateurs des denrées stockées appartiennent à deux ordres (Waongo, 2009):

- Les coléoptères (*Sitophilus spp, Rhizoperta spp, Prostephanus truncatus*, trogoderme, *Trogoderma granarium*, et Tribolium) possèdent des ailes membraneuses protégées par des «élytres». Ce qui les rend relativement résistants et leur permet de se déplacer dans une masse de grains.

- Les lépidoptères ou papillons (*Sitotroga cerealella*, *Ephestia cautella* et *Plodia interpunctella*) possèdent deux paires d'ailes (à écailles) fragiles et n'infestent que la couche superficielle des masses de grains.

Les acariens de stockage appelés aussi acariens des denrées alimentaires entreposées, ont une prédilection pour les aliments conservés dans des lieux humides, ils se nourrissent essentiellement de moisissures. Ils appartiennent principalement à la famille des Acaridae et des Glycyphagidae, se reproduisent selon un rythme accéléré et ils ont une fécondité élevée. Leur cycle de développement est très court avec seulement 10 à12 jours entre 23 à 25°C. Chez les acariens, les seuils de températures nécessaires à leur multiplication sont inférieurs à ceux des insectes, ils se situent entre 8 et 35 °C, mais il leur faut au minimum 70% d'humidité relative, soit dans les grains à 17-18 % de teneur en eau (Meghazi, 2012).

CHAPITRE II.
DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES RAVAGEURS DES DENREES STOCKEES ETUDIES

CHAPITRE II.
DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES RAVAGEURS DES DENREES STOCKEES ETUDIES

- ***Introduction***

Comme dans tout écosystème, on trouve au sein des denrées stockées divers groupes écologiques dont notamment des espèces cléthrophages, psichophages, mycétophages, des parasites et enfin, au sommet du réseau trophique, des prédateurs se nourrissant de proies vivantes (harpactophages) ou de leurs cadavres (nécrophages) (Huchet, 2019). Les insectes des denrées stockées sont classiquement répartis en trois catégories : les espèces primaires, secondaires et tertiaires (Figure II.1.). Les premières se développent à l'intérieur du grain et se nourrissent de l'endosperme, ce sont les espèces les plus fréquentes et également les plus nuisibles. Au sein de cette catégorie figurent quelques espèces cléthrophages hyper-spécialisées ne pouvant effectuer leur évolution complète en dehors des denrées (ex. *Sitophilus* sp.). Les ravageurs secondaires vivent des débris et des grains déjà entamés par leurs prédécesseurs, mais se développent à l'extérieur de ces derniers et les espèces mycétophages consomment les moisissures présentes sur les grains endommagés. Enfin, les espèces tertiaires comptent essentiellement des espèces prédatrices qui vont se nourrir des larves et adultes des deux premiers groupes. Si ces derniers ont certes leur utilité dans la régulation des ravageurs, leur présence au sein des grains pose toutefois d'indéniables problèmes sanitaires (Huchet, 2019).

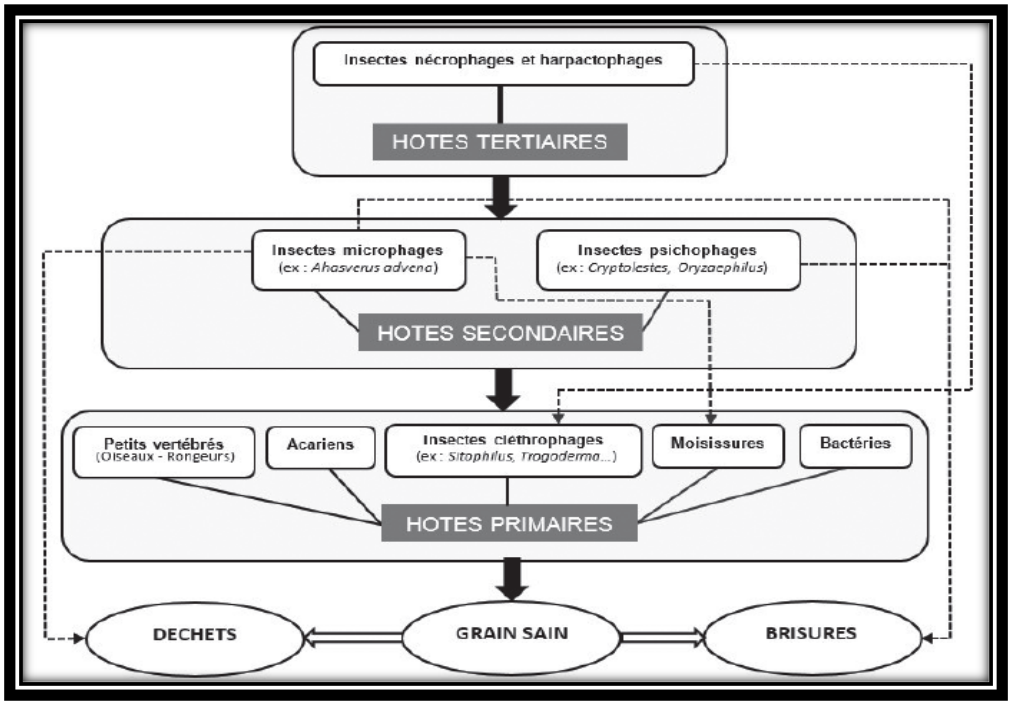


Figure.II.1. Succession des agents biologiques dans les céréales stockées (Cangardel 1978 *in* Huchet, 2019).

Les denrées alimentaires sont infestées, essentiellement, par des Coléoptères dont la présence est, sans doute, en rapport avec les températures et le degré hygrométrique constamment élevés auxquels sont soumis les stocks de céréales d'après Kouassi (1991 *in* Gueye *et al*. 2015). En effet, les insectes ravageurs peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockées (Bounechada, 2011 *in* Gueye *et al*. 2015).

Parmi ces ravageurs, il y a le *Sitophilus granarius L.* et le *Tribolium castaneum H.* qui sont, parmi les insectes des stocks, les plus ubiquiste, les plus polyphage et les plus redoutable.

Les charançons fréquentant les denrées stockées figurent incontestablement parmi les principaux ravageurs primaires des céréales et sont responsables de pertes considérables à l'échelle du globe. Au sein du genre Sitophilus, trois espèces, aujourd'hui cosmopolites, colonisent et altèrent les grains: *Sitophilus granarius* (L.), le charançon du blé ou Charançon des grains, *S. oryzae* (L.), le charançon du riz et *S. zeamais* Mots., le charançon du maïs (Huchet, 2019).

Tribolium castaneum est considéré comme un ravageur secondaire strict causant d'importants dégâts sur les stocks (Roorda *et al.*, 1982 *in* Gueye *et al*., 2015; Huchet, 2019).

II.1. Présentation de *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758)

II.1.1. Présentation taxonomique de *Sitophilus granarius L.*

Selon Zipcodezoo (2014), la position systématique de *Sitophilus granarius L.* est la suivante :

- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Coleoptera
- Sous-ordre : Polyphaga
- Famille : Curculionidae
- Genre : *Sitophilus*
- Espèce : *Sitophilus granarius* Linnaeus, 1758

II.1.2. Origine et répartition géographique de *Sitophilus granarius L.*

A la faveur des échanges internationaux de grains depuis les temps les plus anciens, la dissémination des charançons s'est réalisée dans le monde entier et il est difficile de connaitre les origines exactes des ces espèces. *S. granarius* serait originaire des régions

méditerranéennes selon Cotton (1920 *in* Grenier *et al.,* 2000) ou de l'Asie occidentale selon Lepesme (1944 *in* Grenier *et al.,* 2000). Il a été trouvé sur de l'orge dans des tombes gallo-romaines en Angleterre (Osborne, 1977 *in* Grenier *et al.,* 2000). Il se rencontre dans les régions tempérées froides du globe et est d'une importance particulière dans les régions méditerranéennes. Dans les zones plus chaudes, son habitat se restreint à la haute altitude (Longstaff, 1981 *in* Grenier *et al.,* 2000). Ce ravageur a été signalé aussi au Royaume-Uni, en France, en Italie, en Espagne, au Danemark, en Suède, en Pologne, en Algérie, en Irak, en Yémen, au Canada, aux États-Unis, au Chili, en Argentine, au Swaziland, en Afrique du Sud, en Australie, en Russie et en Thaïlande selon Champ et Dyte (1976) et Haines (1981).

II.1.3. Description morphologique de *Sitophilus granarius L.*

Sitophilus granarius L., est un insecte holométabole dont le cycle de développement comporte les stades suivants (Figure II.2.):

II.1.3.1. Adulte

L'adulte est un coléoptère de petite taille, 3 à 4 mm de long, de couleur brun foncé, pratiquement noir, avec une apparence luisante; antennes à 8 articles; prothorax pourvu de piqûres distinctes, oblongues et ovales ; absence d'ailes postérieures (Robinson, 2005 *in* Brahim, 2018). La tête est prolongée par un rostre au bout duquel se trouvent les pièces buccales broyeuses avec lesquelles ils creusent des trous dans les grains pour se nourrir ou, pour la femelle, y déposer un œuf (Cruz *et al*., 2016).

II.1.3.2. Nymphe

Avant la métamorphose, la larve se transforme en prénymphe de forme cylindrique, aux trois tergites thoraciques bien distincts des segments abdominaux. La nymphe, dont la taille est voisine de celle de l'imago, brunit à mesure qu'elle vieillit, son aspect préfigure celui de l'adulte (Balachowsky *et al.,* 1963).

II.1.3.3. Larve

La larve est blanche et apode, se développe à l'intérieur des grains (Cruz *et al*., 2016). Elle est d'une longueur de 2 à 3mm, très bombée en dessus et plate en dessous avec une tête brunâtre et hémisphérique porte des mandibules à pointes plus foncée et munies d'une dent subapicale interne très prononcée et précédée d'une autre petite dent (Balachowsky et Mesnil, 1936).

II.1.3.4. Œuf

L'œuf est piriforme, sa couleur est blanche et brillant. Il mesure de 0 ,5 à 0,8 mm de longueur et de 0,2 à 0,3 mm de largeur (Balachowsky *et al.,* 1963).

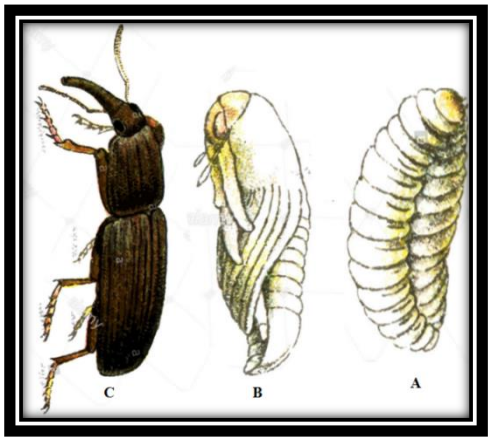


Figure II.2. Différents stades de *Sitophilus granarius*
(Source: https://www.alamyimages.fr/charancon-du-ble-d-insectes-sitophilus-granarius)
Larve (A), Nymphe(B) et Adulte (C)

II.1.4. Cycle biologique de *Sitophilus granarius L*

Le charançon du blé *Sitophilus granarius L* ne peut se reproduire que dans un grain dont le taux d'humidité est supérieur à 9,5%, sur une plage de températures allant de 13 à 35°C. La femelle pond environ 200 œufs, à une cadence de 2 ou 3 par jour, en fonction de la température et de l'humidité, en plaçant chacun d'eux dans un petit trou creusé dans le grain et en scellant celui-ci avec un bouchon de salive mucilagineux. A 18-20°C, les œufs éclosent après 8 à 11 jours pour donner naissance à de petites larves blanches, dépourvues des pattes et qui se nourrissent de l'endosperme du grain. Les larves ne vivent jamais à l'air libre et se développent entièrement à l'intérieur du grain. Elles muent quatre fois, pour finalement se transformer en nymphes au sein des graines, après 6 à 8 semaines. Les adultes émergent après 5 à 16 jours supplémentaires et vivent environ 9 mois. S'ils sont dérangés, ils feignent la mort en repliant leurs pattes sur leur corps et en restant dans cette position. A une température de 15°C et avec un taux d'humidité du grain égal à 11,3%, le cycle de vie complet s'étend sur 6 mois (Figure II.3.) (Robinson, 2005 *in* Brahim, 2018).

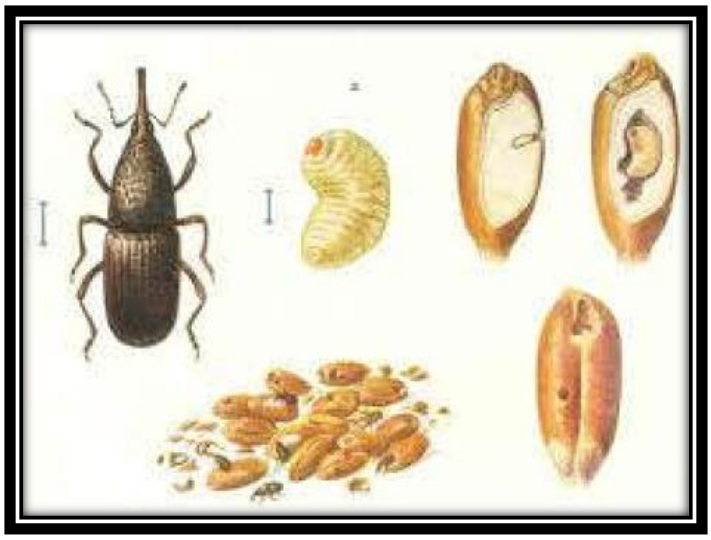


Figure II.3. Cycle évolutif du *Sitophilus granarius* (*L.*) *(*Brahim, 2018).

II.1.5. Plante hôte de *Sitophilus granarius L.*

Le charançon du blé *S. granarius* se montre très polyphage et peut effectuer son cycle biologique au détriment de très nombreuses denrées d'origine végétale : l'orge, le seigle, le maïs, le sarrasin, le sorgho, le riz décortiqué, l'avoine, le tournesol, le millet ou encore le pois chiche (Huchet, 2019). Parmi les diverses ressources nutritionnelles exploitées, l'espèce montre cependant une attirance marquée pour le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) (Mebarkia *et al.* 2009 *in* Huchet, 2019).

II.1.6. Dégâts de *Sitophilus granarius L.*

Pendant le stockage, la récolte de céréale subit généralement la perte de qualité, qui est caractérisée par susceptibilité accrue à l'infection par les mycètes, les insectes et les acarides (Fonte, 1989 *in* Ominski, 1994).

Le charançon du blé est *considéré* parmi les insectes les plus nuisibles au milieu de stocke, non seulement en raison de leurs propres déprédations, mais aussi parce qu'ils ouvrent la porte à tout un cortège de détritivores qui parachèvent leurs dégâts (Figure II.4.) (Balachowsky *et al.,* 1963).

Des dégâts importants, sont occasionnés par les adultes qui détruisent le germe et l'albumen avec les aspérités du thorax et leurs mandibules. Ils mordent l'enveloppe des grains, et sitôt arrivés dans la partie amylacée, ils l'abandonnent pour en attaquer un autre jusqu'à le vider complètement. Leurs excréments contiennent l'amidon non digéré, ce qui porte à croire que leur alimentation est constituée essentiellement de pulpe. Ces insectes ne laissent à la place des grains que les enveloppes qui s'envolent au moindre souffle et une poudre souillée d'excréments et d'exuvies (Merzouki, 1998 *in* Brahim, 2018).

Selon Cruz *et al*., (2016), le développement d'un charançon dans un grain réduit sa masse d'environ 35 à 40%. Le même auteur signale que, les principaux dégâts sont font par les larves en croissance.



Figure II.4. Dégâts causés par *Sitophilus granarius (L.)*
Source: https://www.alamyimages.fr/photo-image-charancon-du-ble-grenier-a-grain-charancon-charancon-schwarzer-kornkafer-sitophilus-granarius-calandra-granaria-la-prune-contractus-92839606.

II.1.7. Lutte contre *Sitophilus granarius (L.)*

Parmi les méthodes utilisées pour limiter les pertes dans les stocks sont généralement les insecticides chimiques le plus souvent organophosphorés et pyréthrinoïdes, qui peuvent induire une intoxication chronique des consommateurs, une résistance chez les ravageurs et avoir un impact négatif sur l'environnement. Pour réussir une protection efficace des denrées au cours du stockage, il faut trouver une alternative qui n'engendre pas des problèmes de santé ou toute nuisance aux consommateurs et à l'environnement (Ngamo et Hance, 2007).

La lutte contre les ravageurs des cultures et des denrées stockées par le biais des biopesticides botanique est observée depuis bien longtemps. Kassemi, (2014), montre que la poudre des feuilles de *Nepeta nepetella* est très efficace avec une mortalité de *77.57%* contre *Sitophilus granarius. Pseudocytisus integrffolius* possède également un effet toxique très élevé contre les différents ravageurs en présentant un taux de mortalité *59.32%* contre *Sitophilus granarius (*Kassemi, 2014).

II.2. Présentation de *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797)

II.2.1. Présentation taxonomique de *Tribolium castaneum H.*

D'après Perrier (1961 ,1964) et Weidner et Rack (1984) la position systématique de *Tribolium castaneum H.* est la suivante :

- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Coleoptera
- Sous-ordre : Polyphaga
- Famille : Tenebrionidae
- Genre : *Tribolium*
- Espèce : *Tribolium castaneum* Herbst 1797

II.2.2. Origine et répartition géographique de *Tribolium castaneum H.*

Tribolium castaneum est une espèce cosmopolite et commensale de l'homme, très fréquente en contexte archéologique, serait originaire de l'Inde où elle se trouve en milieu naturel (Dia, 2019; Huchet, 2019). Le *T. castaneum* trouve dans toutes les parties du monde. Il existe là ou les céréales stockées existent sous forme de grains ou de farine. Il est très abondant dans les régions tropicales. Sous climats froids, il est présent uniquement dans les stockages à température élevée (Christine, 2001).

II.2. 3. Description morphologique de *Tribolium castaneum H.*

Tribolium castaneum H., est un insecte holométabole (à métamorphoses complètes) dont le cycle reproducteur comporte les stades suivants (Figure II.5):

II.2. 3.1. Adulte

L'adulte mesure de 3 à 4 mm, de couleur uniformément brun rougeâtre (Figure II.5.). Il est étroit, allongé, à bords parallèles, à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebordé antérieurement (Camara, 2009). Le dernier article des antennes est légèrement renflé. Le prothorax a généralement des bords tranchants et les ailes sont fréquemment réduites. Les tarses antérieurs et moyens comportent 5 articulations, a lorsque les tarses postérieurs n'en ont que quatre. Les angles sont simples, mais denticulés. Les téguments sont presque toujours très robustes et de teinte foncée (Christine, 2001). Il est très difficile de distinguer les mâles des femelles sauf au stade nymphal. Hinton (1948 *in* Arab, 2009) rapporte qu'il est possible de les séparer, le mâle porte au niveau des pattes une épine à soie. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres.

II.2. 3.2. Nymphe

La nymphe a une forme cylindrique. Elle est de couleur blanchâtre virant vers le jaune. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (Christine, 2001).

II.2. 3.3. Larve

La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (Camara, 2009).



Figure II.5. Différents stades de *Tribolium castaneum* (Gueye *et al*., 2015)
Larve (A), Nymphe(B) et Adulte (C)
Échelle : 1mm

II.2. 3.4. Œufs

Les œufs sont blanchâtres ou sans couleur, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface.il y a une paire de courts (Arab, 2009). Ils mesurent 0,61 à 0,7 mm de longueur et 0,35 à 0,4 mm de largeur (Leelaja *et al.*, 2007).

II.2. 4. Cycle biologique de *Tribolium castaneum H.*

La longévité de l'insecte est de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques. Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves sont mobiles et circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphoses sans cocon. À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation (Camara, 2009).

C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33°C, son développement cessant au dessous de 22°C et qui résiste très bien aux basses hygrométries. La femelle pond entre 500 et 800 œufs. La durée du cycle dure environ un mois. Adultes et larves sont capables de cannibalisme vis-à-vis des œufs et des nymphes. Ils peuvent se nourrir de champignons qui pourraient envahir le stock et d'une infinie variété de matières végétales sèches et sont toujours présents dans les stocks (Figure II.6.) (Camara, 2009).

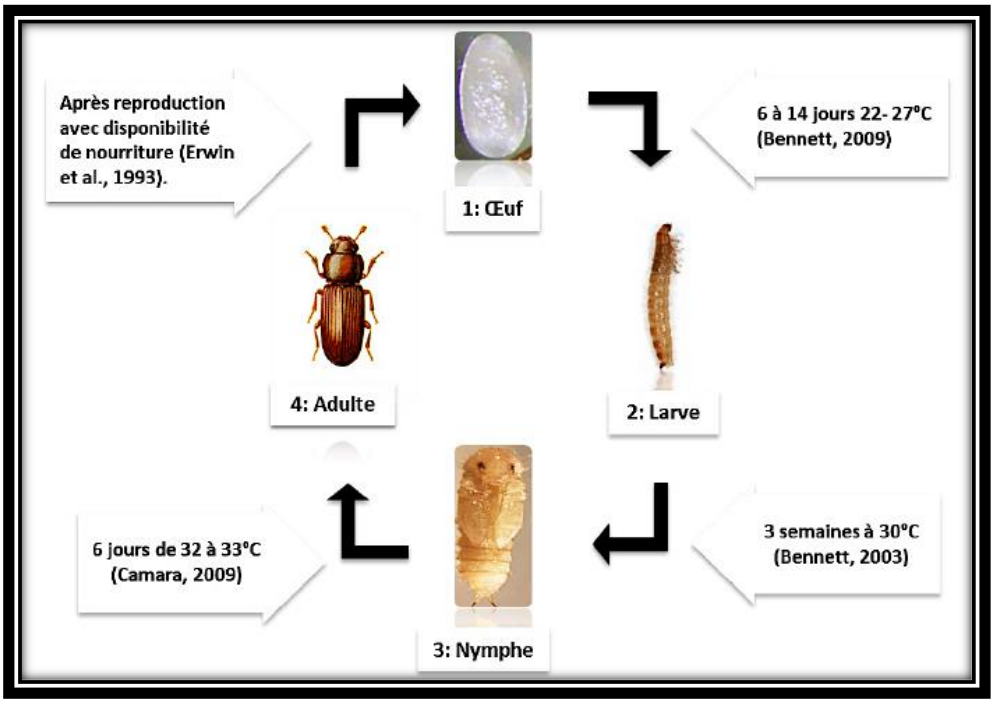


Figure II. 6. Cycle de développement de *Tribolium castaneum* (Dia, 2019)

II.2.5. Plante hôte de *Tribolium castaneum* H

C'est un insecte cosmopolite, qui affectionne les farines dans lesquelles il creuse des galeries. Le Tribolium roux *T. castaneum* H. s'attaque au riz, blé, son et farine de riz et de blé, maïs, orge, sorgho, mil, millet, manioc, tapioca et farine de manioc, sagou, igname, fruits séchés, toutes légumineuses, sous forme de farine, arachide, coprah, graines de coton, ricin, cabosses de cacao, chocolat, noix de muscade, poivre, gingembre, insectes en collection, etc. Sur les graines d'arachide, Tribolium castaneum provoque un accroissement notable de la teneur en acides gras libres dans l'huile qui en est extraite (Christine, 2001; Camara, 2009).

Bien que les denrées infestées soient très variées, les *Tribolium* montrent une très nette préférence pour les farines, qu'elles soient de céréales ou de légumineuses (Huchet, 2019).

II.2.6. Dégâts de *Tribolium castaneum*

Tribolium castaneum est considéré comme un ravageur secondaire strict causant d'importants dégâts sur les stocks.

Avec les méthodes de stockage aussi variées, les mauvais réglages des machines de battage (Mbengue, 1986 *in* Dia, 2019) entrainant une augmentation du taux de brisure favorisent le développement de *T. castaneum*. Il s'attaque à une grande variété de produits tels que les grains

endommagés, la farine, les céréales, les fruits séchés, les noix et le chocolat, pour ne nommer que ceux-là. Il se nourrit surtout de produits farineux (Pageau, 2006 *in* Dia, 2019).

Les larves s'enfoncent dans les grains et y mangent à l'abri. Elles engendrent des excréments grumeleux et une farine semblable à de la poussière. De plus, cet insecte a des glandes odoriférantes qui sécrètent un liquide nauséabond et donnent une odeur désagréable aux denrées alimentaires (Pageau., 2006 *in* Dia, 2019). Selon Karunakaran et *al*. (2004), ces odeurs affectent la qualité technologique en détériorant la qualité du gluten de la farine.

Karunakaran et *al*. (2004) rapportent que l'infestation causée par le *T. castaneum* dans les grains non traités durant 9 mois de stockage, réduisent la germination et augmente les dommages sur le grain de 9% à 39%.

II.2.7. Lutte contre le *Tribolium castaneum*

T. castaneum est un insecte capable de résister à toutes les classes d'insecticides (Bonneton, 2010 *in* Dia, 2019), pour cela le contrôle de ce ravageur nécessite de nouvelles stratégies de lutte. Il existe différentes méthodes de lutte dont la plus utilisée est la lutte chimique. Les produits utilisés pour cette méthode de lutte peuvent être classés en deux grands groupes selon Seck (2009 *in* Dia, 2019) dont les fumigants et les insecticides de contact. Les fumigants ont la capacité de diffuser et pénétrer à l'intérieur des denrées et s'en échapper ensuite par diffusion (Bond, 1990 *in* Dia, 2019) alors que les insecticides ont peu d'exigence pour leur application en milieu rural où ils sont plus avantageux du fait qu'ils ne demandent peu ou pas de modification des infrastructures de stockage (Hindmarsh *et al*., 1978 *in* Dia, 2019).

Relinger *et al.* (1988 *in* Dia, 2019) et Sahaf et *al., (*2008), ont monté que les pesticides chimiques s'avèrent être les plus efficaces mais des problèmes de stockage, de coût d'application, des perturbations de l'environnement, de résurgence des ravageurs, de résistance des ravageurs aux pesticides, et des effets mortels sur les organismes non ciblés se posent lors de leur utilisation.

D'autres méthodes de luttes sont utilisées même si la lutte chimique la plus efficace et la plus utilisée. Nous pouvons citer par exemple la résistance variétale dont la variation des facteurs physiques, chimiques et environnementaux et la source géographique de la résistance sont testées afin de voir la variété qui entrainerait une diminution de l'incidence des ravageurs. Seck (2009 *in* Dia, 2019) a montré l'importance de la taille (facteur physique) des céréales et légumineuses sur l'attaque des insectes. L'irradiation est une autre méthode de lutte qui est également utilisée et qui connait un grand succès dans le domaine rural. Il s'agit, par divers procédés, de jouer sur la sensibilité des ravageurs aux radiations, aux températures extrêmes et à la concentration de l'atmosphère des infrastructures de stockage en gaz (oxygène, dioxyde de carbone). Elle a des avantages particuliers par rapport aux autres méthodes de lutte. Son absence de résidus et de résistance, sa capacité de

pénétration dans des denrées même emballées et la rapidité de son application selon Ahmed (1990 *in* Dia, 2019) lui confèrent d'être la méthode la plus accepté selon les normes internationales de l'environnement et de santé publique. Selon Henon (1983 *in* Dia, 2019), l'irradiation n'altère aucune des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques de la denrée en respectant les doses prescrites. Cependant, elle présente deux limitations importantes, à savoir : un investissement initial très élevé et la réticence des consommateurs face à ce type de traitement.

La lutte biologique avec auxiliaires est également utilisée pour lutter contre les insectes ravageurs. Ainsi, *Bacillus thuringiensis* est utilisé dans la lutte contre *T. castaneum* (Diome, 2014 *in* Dia, 2019). La lutte biologique sans auxiliaires fait intervenir l'utilisation des huiles essentielles. Ainsi elles ont des activités insecticides en fonction de leur nature, des volumes utilisées et du temps d'exposition. Camara, (2009), l'huile d'*Ocimum basilucum* pourrait être retenue comme lutte efficace contre les Triboliums. Mondal & Khalequzzaman (2009 *in* Dia, 2019) ont montré que l'huile de Cardamom (*Elletaria cardamomum*) empêche le développement des larves de *T. castaneum* jusqu'au stade adulte et l'utilisation de l'huile de *Azadirecta indica* contre *T. castaneum* entraine une mortalité de plus de 52,66% à une concentration et à une durée d'exposition élevée dans la farine. L'effet toxique de ces huiles est nettement plus remarquable si l'huile est en contact direct avec le milieu alimentaire. Jbilou et al. (2008), ont montré que les extraits de plante Peganum harmala provoque une activité biocide sur les larves Tribolium castaneum. D'après Jilani et Su, (1983 *in* Camara, 2009), l'extrait du rhizome de Safran des Indes réduit la production de progéniture de *Tribolium* Castaneum H.

CHAPITRE III
NOTION DE LUTTE BIOLOGIQUE

CHAPITRE III.
NOTION DE LUTTE BIOLOGIQUE

- ***Introduction***

Pour combattre les insectes ravageurs des cultures et des stocks de récoltes, les agriculteurs recourent souvent à la lutte chimique, qui représente pour eux la méthode de protection la plus efficace pour sauvegarder leurs productions (Seck *et al.,* 1991; gueye *et al.,* 2011). Un mauvais usage de ces produits de synthèse conduit à la fois à de graves conséquences sanitaires et aussi à la pollution de l'environnement et des désordres écologiques **(**Regnaultroger *et al.,* 2002; Ngamo et Hance, 2007; Toumnou *et al.,* 2012; Adjalian *et al.,* 2014; Kayombo *et al.,* 2014).

Il existe plusieurs solutions pour remplacer de la lutte chimique. La lutte biologique est une rapproche qui semble rallier de plus en plus de producteur et de recherche scientifiques. Elle est basée sur les concepts écologiques, bien que la lutte biologique soit une solution relativement ancienne, récemment, de nombreuses études ont établi les bases indispensables à la mise en place de ce concept. Il est intéressant de noter que l'évolution de la lutte biologique suit de près celle de l'écologie. Toutes ces possibilités, de même que celles qui restent à découvrir pour faire face à nos besoins, sont cependant directement dépendantes du maintien de la biodiversité et de ses dynamiques d'évolution (Vincent et coderre, 1992 *in* Tchaker, 2011).

III.1. Inconvénient des pesticides

Ces dernier temps, la lutte chimique et l'utilisation des pesticides est la plus utilisée à grande échelle que ce soit sur les sols de culture ou dans les bâtiments de stockage. Plusieurs recherches de toxicologie, révèlent la répercussion de ces produits dangereux sur la sante humaine et sur l'environnement. Ces dangers ont conduits l'OMS (Organisation Mondiale de la Sante) a interdire l'usage de certains insecticides chimiques (Delimi *et al.,* 2013).

L'un des problèmes majeurs que rencontre l'écologie, c'est de trouver un palliatif à l'usage intensif de la lutte chimique contre les ravageurs de cultures et de denrées stockées. Cette lutte chimique présente un inconvénient de taille concernant l'équilibre des écosystèmes et des milieux naturels. En effet, ces produits chimiques présentent des taux de toxicité très élèves induisant la contamination de l'environnement et ayant des répercussions sur la sante des écosystèmes et par là, la sante humaine même à très faibles doses (Delimi *et al.,* 2013).

L'utilisation inconsidérée des pesticides chimiques a eu d'autres conséquences néfastes, notamment la réduction de la biodiversité, la destruction d'une grande partie des organismes utiles. Aussi, le nombre des espèces d'insectes nuisibles devenues résistantes aux pesticides a augmenté très significativement dans le temps (Camara, 2009). L'apparition de résistance pousse souvent les producteurs à utiliser de plus fortes doses pour les combattre qui occasionne une dépense inutile et nuit par conséquent à la rentabilité de la culture d'une part et d'autre part, élimine non seulement les ravageurs visés mais aussi d'autres espèces bénéfiques (Regnault-Roger, 2002). Ce qui a entrainé l'avènement d'un nouveau phénomène appelé infestation secondaire de ravageurs : ce sont des insectes qui étaient déjà éliminés par des espèces bénéfiques, et qui souvent après être passés inaperçus, commencent à apparaître dans des proportions épidémiques (Regnault-Roger, 2002).

Selon Kumar, (1991) et Ilboudo, (2009), les insecticides utilisés peuvent affecter et perturber également la relation ravageurs-ennemis naturels, dont la conséquence est non seulement la résurgence du ravageur, mais encore plus sa pullulation.

III.2. Lutte biologique

Les options alternatives aux pesticides chimiques notamment, la lutte intégrée, la lutte biologique en utilisant des substances naturelles actives et l'utilisation des plantes transgéniques ont réellement connu qu'un succès certain (Yovo, 2010); l'attention aujourd'hui, semble se porter sur l'utilisation des bio-pesticides comme une alternative plus viable que les pesticides chimiques. En théorie, la dénomination « insecticide bio » indique que le produit est utilisable en agriculture biologique soit pour le traitement des plantes soit pour le traitement des bâtiments. De ce fait, les huiles essentielles extraites par hydro-distillation ou bien les extraits des plantes aromatiques et médicinales sont utilisées à l'heure actuelle, pour leurs effets insecticides et elles sont considérées comme une véritable banque de molécules chimiques agissant comme insecticides.

III.2.1. Définition de lutte biologique

La lutte biologique est une méthode exploitant des mécanismes de régulation naturelle des ravageurs. D'après Cook et Baker (1984), la lutte biologique consiste à réduire la densité et/ou l'activité pathogène (le potentiel infectieux) en mettant en œuvre un ou plusieurs organismes vivants autres que l'homme. Elle est définie ainsi comme « l'utilisation des organismes vivants afin de combattre, de contrôler et de maintenir la densité des populations d'insectes ravageurs en dessous d'un niveau pouvant provoquer des dommages économiques». Autrement, c'est « l'utilisation des espèces antagonistes et concurrentes aux insectes ravageurs » (Lambert, 2010; Nanfack *et al*., 2015; Bettahar, 2016).

Les organismes, ennemis naturels des ravageurs visés, sont aussi nommés auxiliaires de lutte. Bien que certains auteurs considèrent l'utilisation des vertébrés comme les poissons ou les oiseaux comme agents de lutte biologique (Raymond, 1992 *in* Lambert, 2010), ils seront exclus en raison de la marginalité de leur utilisation et afin de faciliter l'analyse. Aussi, l'utilisation d'organismes vivants exclus l'utilisation de virus, de phéromones et de biocides inertes. Ces derniers sont des insecticides dont le composé actif est issu d'organismes vivants mais ne comprenant pas d'organismes capables de se répliquer (Cloutier et Cloutier, 1992). La lutte biologique est pour le but de réduire et de contrôler les populations de ravageurs en deçà d'un seuil d'intervention (Lambert, 2010).

La lutte biologique se base sur la régulation préventive et durable d'importants ravageurs par leurs ennemis naturels. Cette interaction se base alors sur trois éléments: le ravageur, l'auxiliaire (antagoniste ou ennemi naturel) et son habitat (Boller *et al.,* 2004 *in* Dib, 2010).

III.2.2. Types de lutte biologique

La lutte biologique peut être divisée en trois catégories bien distinctes : classique, par augmentation et par protection.

Selon Dajoz, (1982), **la méthode classique** de lutte biologique consiste en l'utilisation de micro-organismes, de prédateurs, de parasitoïdes. Elle vise l'implantation d'un antagoniste exotique dans un milieu où sévit un ravageur exotique d'après Cloutier et Cloutier (1992). En l'absence du ou des ennemis qui contrôlent les populations dans son aire de répartition, le ravageur n'a presque aucun obstacle à sa prolifération autre que la culture ou le milieu dont il dépend. C'est ainsi que plusieurs cas de lutte biologique ont été réalisés par l'introduction d'un ennemi naturel dans la nouvelle région, dans le but qu'il s'implante et se développe, pour contrôler le ravageur à long terme (Lambert, 2010). Quand l'ennemi utilisé est un insecte, ils 'agit d'une lutte à l'aide d'entomophages qui peuvent être des prédateurs ou des parasitoïdes. Par contre, si l'ennemi est un micro-organisme, il s'agit d'une lutte microbiologique (Dajoz, 1982). Des micro-organismes entomopathogènes, acarien, bactéries, champignons, nématodes, protozoaires et virus sont également introduits dans la lutte biologique selon le même auteur. Ce mode de lutte demande néanmoins beaucoup de recherche avant sa mise en place, surtout afin de s'assurer que l'espèce introduite s'acclimate et s'attaque spécifiquement au ravageur exotique et non aux organismes indigènes (Weeden *et al.,* 2007 *in* Lambert, 2010). Un exemple de lutte biologique classique serait l'introduction de la coccinelle asiatique, *Harmonia axyridis* Pallas, contre les pucerons (hémiptères de la Super-famille Aphidoidea). En Afrique du Sud, le charançon de l'eucalyptus *Gonipterus scutellatus* a été éliminé au moyen de l'introduction d'un parasite des œufs, *Patasson niteus*, en provenance de l'Australie du Sud (Kumar, 1991 *in* Nanfack et *al*., 2015).

Dans le cas de la lutte biologique **par augmentation**, le but est de contrôler un ravageur indigène en augmentant l'occurrence de son ou ses ennemis naturels, naturellement présents mais en quantité insuffisante (Cloutier et Cloutier, 1992 *in* Lambert, 2010) ou d'introduire à répétition un ennemi qui ne survivrait pas, par exemple, aux conditions hivernales. De grandes quantités d'antagonistes sont libérées, le plus souvent à plusieurs reprises, pour contrôler les ravageurs. Un exemple de lutte biologique par augmentation serait la libération de grandes quantités d'un champignon parasite naturellement présent dans les sols, *Beauveria bassiana*, contre la punaise terne, *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois (Jamal, 2008 *in* Lambert, 2010). Selon Hafez et *al.* (1988), l'introduction de l'acarien, *Blattisocius sp,* contre le *Tribolium castaneum.*

Les ravageurs indigènes ont toujours des ennemis mais ces derniers sont parfois défavorisés par certaines conditions du milieu. La **lutte par protection** vise à augmenter l'occurrence des ennemis naturels en changeant le milieu et les pratiques culturales. C'est sans doutes le mode de lutte biologique le plus important et facilement disponible car il demande souvent peu d'efforts et que les ennemis sont adaptés à l'environnement visé (Weeden et *al*., 2007 *in* Lambert, 2010).

III.3. Bio-pesticides

III.3.1. Définition

Les bioinsecticides ou agents de lutte biologique peuvent se définir au sens large comme des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers, et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie (Ferron, 1978 *in* Tchaker, 2011).

Autrement, ce sont des produits phytosanitaires dont le principe actif est un organisme vivant ou l´un de ses dérivés. Ils peuvent donc être constitués d´organismes (plantes, insectes, nématodes) ou de micro-organismes (bactéries, levures, champignons, virus) exerçant une activité protectrice sur les plantes vis-à-vis d´agents phytopathogènes, mais aussi de substances d´origine naturelle telles que des extraits végétaux, phéromones, etc… (Thakore, 2006 *in* Adam, 2008).

III.3.2. Types de biopesticides

Selon Philogène et Regnault-Roger (2002 in Ibis, 2010) les biopesticides désignent trois groupes de substances :

- Les pesticides biochimiques : issus essentiellement de substances d'origine naturelle. On peut citer parmi les plus connus : la nicotine, la roténone, les pyrèthres, les huiles végétales et les extraits de neem;

- Les biopesticides microbiens constitués de micro-organismes (bactérie, champignons, virus);

- Les composés protecteurs des plantes : ou substances pesticides synthétisés par les plantes génétiquement modifiées à cet effet, comme l'entomotoxine de Bacillus thuringiensis dans les feuilles de soja, maïs.

III.4. Insecticides d'origine botanique (Biocide inerte)

L'utilisation des substances végétales en tant que biopesticides dans la protection des cultures et des stockes contre les insectes a fait l'objet de nombreux travaux (Ngamo et Hance, 2007). Les plantes sont naturellement dotées de médiateurs chimiques permettant la communication entre les espèces et présentant divers effets. Beaucoup de molécules dans ces composés interviennent dans la défense du végétal contre les ravageurs. Ainsi plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides sont identifiées. C'est à partir du constat de la protection des plantes contre les déprédateurs qui importunent aussi l'homme que les premiers usages phytosanitaires des végétaux se sont développés. La tradition orale africaine rend difficile la datation du début de cette lutte chimique, cependant, les habitudes transmises de génération en génération montrent le rôle important joué par les plantes pour la préservation des denrées stockées dans les greniers traditionnels (Ngamo et Hance, 2007).

Les phyto-pesticides valorisables sous la forme des huiles essentielles ou des extraits présente un réel avantage du fait de leur faible rémanence, leur faible toxicité pour l'homme et de leur mode d'action sur les ravageurs (Ngamo et Hance, 2007). Plusieurs auteurs ont montré que les pesticides botaniques étaient moins toxiques vis-à-vis des ennemis naturels des ravageurs des cultures (Charleston *et al*., 2005 *in* Mondédji *et al*., 2016) et des mammifères. Ils sont biodégradables et sélectifs (Cloyd, 2004 *in* Mondédji *et al.,* 2016). Ces caractéristiques permettent de résoudre les problèmes de résidus posés par les pesticides de synthèse (Tano *et al.,* 2011 *in* Mondédji *et al.,* 2016) souvent à l'origine de l'intoxication alimentaire.

III.4.1. Huiles essentielles

Les huiles essentielles ou huiles aromatiques sont des produits de compositions généralement assez complexes, renfermant les principes volatils obtenus à partir d'une matière première végétale (Brunechon, 1987). Elles sont classées parmi les métabolites secondaires, leur synthèse et accumulation se font généralement au niveau des structures histologiques spécialisées.

Différents travaux font référence à l'utilisation d'huiles essentielles pour la protection des denrées stockées et des cultures contre les insectes ravageurs (Ngamo et

Hance, 2007). La toxicité des huiles essentielles s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti nutritionnelle et inhalatoire (Kéïta *et al.,* 2000 ; Regnault-Roger, 2002). Le limonène agit contre différents ravageurs, alors que le même composé présente une activité d'attraction pour les prédateurs et offre donc des perspectives intéressantes en lutte biologique. Les constituants des huiles essentielles sont des sources potentielles d'insecticides botaniques. Le safrole et l'eugénol ont des fortes activités insecticides sur les ténébrions et surtout le *Tribolium castaneum* ainsi que sur le bruche du haricot. En outre, les molécules issues du métabolisme secondaire des principaux constituants des huiles essentielles: polyphénols, terpènes, acaloïdes ou glycosides cyanogéniques sont facilement biodégradables (Ngamo et Hance, 2007).

Selon Benayad, (2008), les huiles essentielles n'ont pas une présence générale chez les végétaux, environ 1% des espèces élaborent des essences. Certaines familles se caractérisent par le grand nombre d'espèces à essences qu'elles regroupent et en particulier les labiés (Thym, Menthe, Lavande, Origan, Sauge, etc.), les Ombellifères (Anis, Fenouil, Angélique, Cumin, Coriandre, Persil, etc.), les Myrtacées (Myrthe, Eucalyptus), les Lauracées (Camphrier, Laurier-sauce, Cannelle)

Les extraits de *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) obtenus par hydro-distillation causent jusqu'à 80% de mortalité de *Callosobruchus maculatus* lorsque les huiles sont utilisées en fumigation. Une utilisation des huiles en formulation poudreuse conduit à une protection des stocks durant trois mois sans diminuer le pouvoir de germination des graines (Ngamo et Hance, 2007). Les monoterpènes sont des insecticides et inhibent la reproduction des insectes. Les plantes comme les conifères les utilisent pour leur propre défense contre les insectes, c'est le cas de l'oléfine et des résines d'acide diterpènique. Leur effet peut aussi être anti-appétent, anti-reproducteur ou retardateur de la reproduction et de la longévité des insectes. Elles agissent au niveau des récepteurs de l'acéthylcholine estérase des jonctions neuromusculaires (Ngamo et Hance, 2007).

III.4.2. Extraits aqueux

De nombreux travaux sont effectués dans ce contexte et ont montré une efficacité des extraits des plantes. En effet, les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (Bouzouita *et al.,* 2008 *in* Mondédji *et al.,* 2014).

Les extraits des plantes naturels sont utilisés dans nombreux pays pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures. Cette méthode de conservation couramment utilisée par les fermiers africains qui réalisent un trempage des feuilles de plantes dans l'eau pour obtenir une solution à effet insecticide (Gakuru et Fouabi, 1996).

Le règne végétal offre beaucoup de possibilités, plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées. Selon Gwinner *et al.* (1996) et Weinzeirl (1998 *in* Arab, 2009), les principaux extraits aqueux d'origine végétale utilisés comme répulsifs ou produits toxiques contre les ravageurs des cultures et des denrées stockées sont: les extraits de la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, de roténone, de pyrèthre, de neem, de poivron et les racines d'Annona.

D'après Philogène et *al.* (2002 *in* Arab, 2009), le neem *Azadirachta indica* est sans doute la plante la plus étudiée pour ses propriétés anti-appétantes, répulsives, toxiques et inhibiteur de la croissance des insectes. L'utilisation du neem est répertoriée depuis au moins 4000 ans. Plusieurs études ont montré que les composés de neem en général et des graines de cette espèce végétale en particulier, contenaient une quantité élevée d'azadirachtine, composé régulateur de la dynamique des insectes ravageurs des cultures et des stocks, mais aussi des insectes vecteurs (Mondédji *et al.,* 2014). Amtul (2014 *in* Mondédji *et al.,* 2014) a rapporté que *A. indica* renferme des composés agissant comme des inhibiteurs de l'enzyme digestive alpha-amylase chez l'insecte ravageur *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae). En plus de ces effets régulateurs, les extraits de neem sont sélectifs et moins toxiques pour les ennemis naturels des insectes ravageurs qui jouent un rôle dans la réduction des populations de ravageurs (Charleston *et al.,* 2005 *in* Mondédji *et al.,* 2014).

III.4.3. Poudres des plantes

Un nombre important de plantes aromatiques et médicinales a été testé sous forme de poudre et elles ont montré une action anti-appétant ou répulsive vis-à-vis de plusieurs insectes ravageurs des denrées stockées. Ces poudres peuvent provenir de différents organes (feuilles, écorces, graines, fruits,…etc) de plantes séchées (Gwinner *et al.,* 1996; Suleiman et Yusuf, 2011).

Guèye *et al*. (2012 *in* Cissokho *et al.,* 2015), ont quant à eux démontré l'efficacité par contact de poudre d'épis vides de maïs avec une efficacité équivalente à celle du pyrimyphos méthyl à une dose égale à 4% dans le contrôle de *Sitophilus zeamais*. Par ailleurs, il a été mis en évidence que quand les doses augmentent, l'application de la poudre d'épis allonge le développement larvaire et diminue à la fois l'intervalle de temps dans lequel les adultes émergent de 35à 96% et la fécondité de 89 à 99%.

Les résultats obtenus par Gakuru *et al.,* (2015), ont conduit à des résultats selon lesquels les poudres à base de *Citrus lemon* protègent efficacement les denrées en stock pendant six mois de conservation. Gakuru (1995 *in* Gakuru *et al.,* 2015) conclu aussi dans ces essais que *Capsicum frutescens, C. sinensis* et *Lantana camara* sont modérément efficaces sous forme des poudres. Les résultats de Haquet *et al*. (2000 *in* Gakuru et al,

2015) montrent une grande efficacité des graines de *Basella alba* et des feuilles d'Operculina *turpethum* sur *Sitophilus zeamais.*

CHAPITRE IV
MATÉRIEL ET MÉTHODES

CHAPITRE IV
MATÉRIEL ET MÉTHODES

- ***Introduction***

Les denrées alimentaires sont habituellement attaquées par les insectes au cours de leur entreposage depuis le début de la civilisation humaine. Les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de coléoptères, lépidoptères et acariens (Fleurat-Lessard et Throne, 1994). La protection des stocks vivriers et les semences a utilisé des méthodes drastiques reposant notamment sur l'utilisation d'insecticides chimiques. Cependant, ces derniers ont été l'objet de critiques substantielles en raison des effets défavorables sur l'environnement. Leur application provoque de nombreuses inquiétudes liées à leur toxicité ainsi qu'à leur influence négative sur la santé humaine (Bouderhem., 2015). Face à cette situation, le recours à des méthodes efficaces mais non chimiques peut atténuer entre autres les problèmes liés aux résidus présents dans les aliments. La recherche de méthodes alternatives de protection des denrées stockées par l'usage des produits dérivés de plantes et des bio-pesticides d'origine microbienne, l'utilisation de prédateurs et de parasitoïdes peuvent diminuer les préoccupations mondiales majeures quant à la protection de l'environnement.

IV.1.Objectif

L'objectif de la présente étude est d'estimer le pouvoir insecticide des extraits éthanoliques et aqueux issue de trois espèces végétales *Marrubium vulgare L.*; *Artemisia herba-alba Asso; Atriplex nummularia* Lindl. sur le taux de mortalité de deux ravageurs l'un primaire *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera / Curculionidae) et l'autre secondaire *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera / Tenebrionidae).

IV.2. Matériel d'étude

IV.2.1. Matériel animal

Le matériel biologique destiné à l'évaluation de l'efficacité des phytopréparations utilisés est limité aux individus de *Sitophilus oryzae* (Coléoptère: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coléoptère: Tenebrionidae) issu de la C.C.L.S. (Coopérative des céréales et légumes secs) de Berrouaghia (Médéa).

L'élevage des insectes ravageurs, est réalisé au laboratoire du département des sciences de la vie et de la nature de l'Université **Dr. Yahia Farès de MÉDÉA**. L'élevage du ravageur a été réalisé dans une étuve ventilée à une température de 30°C et une Humidité relative de 65%. Les individus de *Sitophilus granarius* sont mis dans un bocal en verre contient de blé recouvert d'un filet à fines mailles maintenu par un ruban permettant

la respiration des insectes et empêchant la fuite des individus alors que les individus de *Tribolium castaneum* sont mis dans un bocal en verre contient de semoule (Figure IV.1).

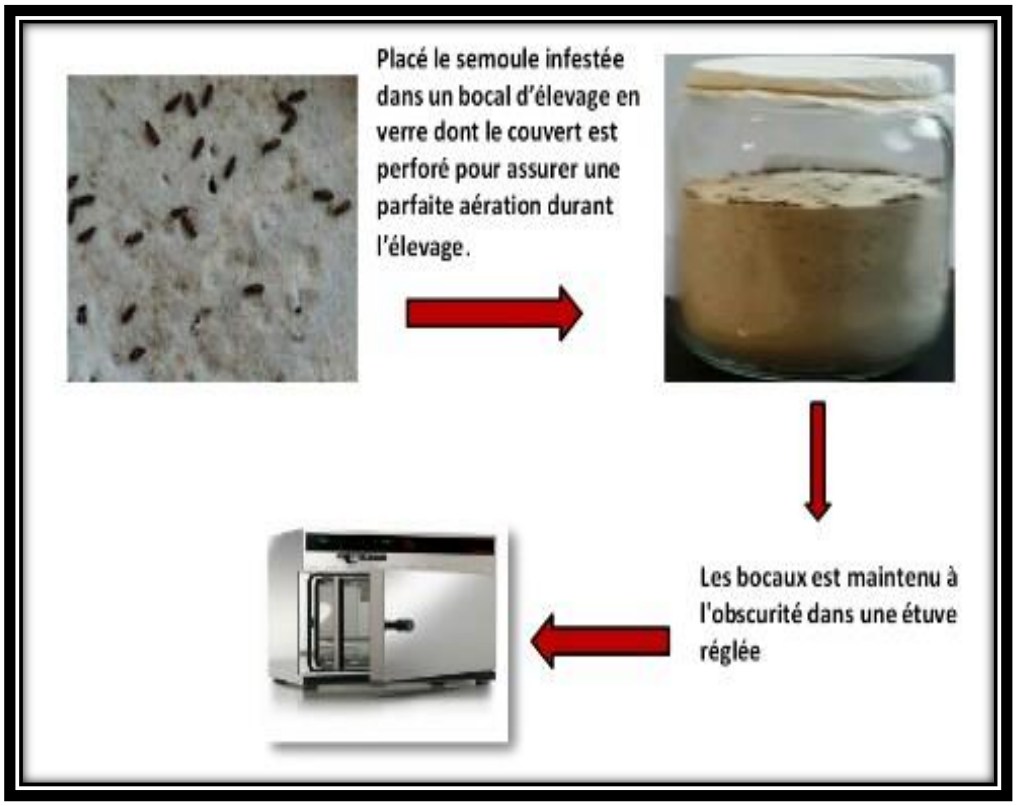


Figure IV.1. Dispositif d'élevage du matériel entomologique (Originale, 2020)

IV.2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal qui a été retenu pour la préparation des extraits s'est limité à trois plantes spontanées très fréquentes en région méditerranéenne *Marrubium vulgare L*. (Lamiaceae); *Artemisia herba-alba Asso* (Asteraceae) et *Atriplex nummularia* Lindl (Amaranthaceae).

- ***Marrubium vulgare L.***

Le marrube blanc *Marrubium vulgare L*. (Lamiales / Lamiacées), est une plante de couleur blanchâtre à odeur forte et désagréable, sa hauteur est de 30 à 80 cm.les fleurs sont blanches et petites.les feuilles ont un aspect velu sur la face inferieure. C'est une plante à tige vivace, épaisse, très feuillée, qui se multiplie par des bourgeons nés sur la tige souterraine (Figure IV.2.) (Kaabeche, 1990; Judd *et al.*, 2002). Elle pousse dans toute l'Afrique du Nord et presque dans toute l'Europe, au centre et au Sud ouest de l'Asie et au Canaries. Elle est naturalisée dans l'Amérique du Nord et dans l'Amérique du Sud (Bonnier, 1909).



Figure IV.2. *Marrubium vulgare* L. (Karahacane, 2015)

- ***Artemisia herba-alba Asso***

L'*armoise* blanche *Artemisia Herba-Alba* Asso (Astérales / Composeae), est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 50 cm, très feuillées avec une souche épaisse. Les feuilles sont petites, blanches et laineuses et à aspect argenté. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre (Figure IV.3.) (Quezel et Santa en 1963; Akouba et Aouanouk, 2012). En Afrique du nord, cette espèce couvre d'immenses territoires, elle pousse dans les zones limitrophes de la bande pré-désertique. C'est une espèce très répandue dans le sud du bassin méditerranéen, où elle affectionne les climats sec et chaud (Benjilali, et al, 1980; Messai, 2011). En Algérie, Artemisia herba alba Asso est très présente dans les hauts plateaux, les zones steppiques et au Sahara centrale dont le taux de recouvrement est estimé entre 10 et 60 %. On la trouve également dans des zones proches du littoral (Bendahou, 2007).



Figure IV.3. *Artemisia herba alba* Asso (Akouba et Aouanouk, 2012)

- ***Atriplex nummularia* Lindl**

L'arroche nummulaire *Atriplex nummularia* (Caryophyllales / Amaranthaceae) connue en arabe sous le nom de G'taf, est un arbuste érigé, ascendant, plus au moins rameux, de 1 à 3 m de haut, plante dioïque se propageant souvent par marcottage. Feuillées alternes, de 2,5 à 5 cm sur 2 à 5 cm, gris verdâtre, pétiolées, à poils vésiculeux blanchâtres et trinervées (Figure IV.4.). Inflorescences mâles en épis aphylles, groupées en panicules terminales, inflorescence femelles en grappes feuillées, parfois mélangé avec l'inflorescence mâle le long de l'axe. Valve fructifère presque libre, arrondies, épaisse et indurées à la base (Chadefaud et Emberger, 1960; Franclet et Le Houérou, 1971).

Généralement, cette espèce répartie dans les régions tempérées et subtropicales; on trouve également dans les régions polaires, bien qu'en nombre très réduit. *Atriplex nummularia* est associé habituellement aux sols salins ou alcalins et aux milieux arides, désertiques ou semi-désertiques (Rosas, 1989; Par-Smith, 1982).



Figure.IV.4. *Atriplex nummularia (Maalem, 2002)*.

Les espèces végétales ont été récoltées au stade de *Feuillaison* durant la période hivernale au niveau de la région de Chahbounia la wilaya de Médéa. Cette région est localisée au sud de la wilaya de Médéa à 14 km au nord de Sidi Ladjel (Wilaya de Djelfa) et 30 km au sud-ouest de Boughezoul. La daïra de Chahbounia se située a une altitude de 675 m, une longitude 2° 36′ 12″ E et une latitude 35° 32′ 41″N; cette région se caractérise par un climat semi-aride à hiver froid avec sol calcaire et steppique, ce qui lui donne une richesse énorme et très spécifique aux plantes aromatique médicinales (https:// www.climatdata.org).

Le matériel végétal collecté est mis en sacs en plastique étiqueté (date et lieu du prélèvement). Les plantes récoltées sont nettoyées, séchées à l'air libre à l'abri de la lumière et de l'humidité. La matière végétale est broyée en poudre par un mixeur à hélice

(MOLINEX) (Figure IV.5.). La poudre végétale est conservée pour la préparation ultérieure des extraits.



Figure IV.5. Séchage et broyage du matériel végétal (Originale, 2020)

IV.3. Méthodes d'étude

A partir du matériel biologique arrêté, nous avons essayé d'estimer l'activité biocide des differentes doses d'extrait éthanolique et aqueux sous différents régimes sur la population de Sitophilus oryzae et Tribolium castaneum. Pour mieux visualiser les différents volets de l'étude, nous avons établi le schéma directeur (Figure VI. 6).

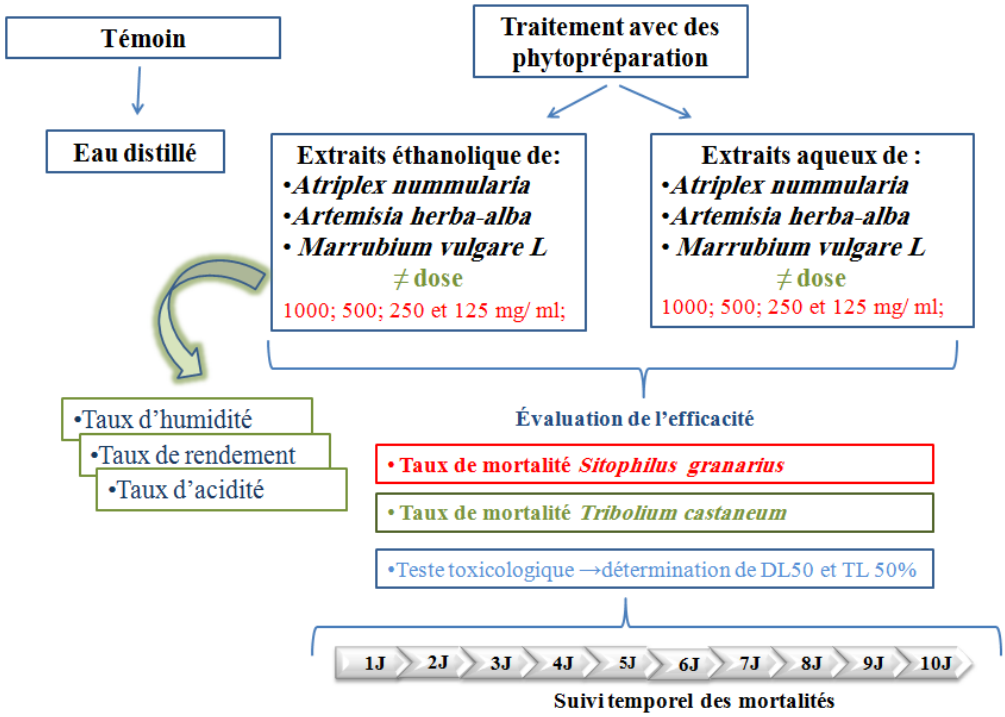


Figure IV. 6. Schéma récapitulatif de la logique des traitements appliqués (Originale, 2020).

IV.3.1. Préparation des extraits

Les plantes spontanées *Marrubium vulgare L.*; *Artemisia herba-alba Asso; Atriplex nummularia* Lindl réduites en poudre fine sera destinée à préparer des extraits éthanolique et aqueux.

IV.3.1.1. Extraits aqueux

La méthode d'extraction utilisée dans notre expérimentation est une macération aqueuse qui admets à réserver la plante en contact avec l'eau à une température ambiante pendant un durée plus ou moins long, dans le but de faire libérer et extraire tout les composants actifs existants chez les plantes à étudier (*Marrubium vulgare, Artemisia herba-alba ou Atriplex nummularia*). Une macération aqueuse a été effectuée où 10 à 30 g de poudre de végétal a été additionné à 100 ml d'eau distillé stérile à une température ambiante pendant 24 h. Après filtration sur un tissu mousseline, les filtrats sont centrifugés pendant 20 min à 4000 t/min à température ambiante, filtrés sur papier filtre N° 1, par la suite le filtrat est placé dans un évaporateur et conservés à 4 °C jusqu'à utilisation (Figure IV.7) (Mahmoudi *et al.,* 2013). Pour d'évaluer le pouvoir insecticide des extraits, quatre doses sont préparées par dissolution dans l'eau distillée à savoir 1000, 500, 250 et 125 mg/ml.

IV.3.1.2. Extraits éthanolique

L'extraction éthanolique à été effectuée selon le protocole décrit par Romani et *al*. (2006 *in* Mahmoudi *et al.,* 2013), mais avec quelques modifications. 10 à 30 g de la poudre sont macérés à température ambiante pendant 24 h avec 100 ml d'éthanol à 70 %. Après filtration sur un tissu mousseline, les filtrats sont centrifugés pendant 20 min à 4000 t/min à température ambiante, filtrés sur papier filtre N° 1, par la suite le filtrat est placé dans un évaporateur et conservés à 4 °C jusqu'à utilisation (Figure IV.7). Pour d'évaluer le pouvoir acaricide des extraits, quatre doses sont préparées par dissolution dans l'eau distillée à savoir 1000, 500, 250 et 125 mg/ml.

IV.3.2. Dispositif expérimental, techniques de traitements

Les différentes dilutions d'extrait aqueux et éthanolique (1000, 500, 250 et 125 mg/ml) des trois plantes végétales (*Marrubium vulgare, Artemisia herba-alba et Atriplex nummularia*) ont été appliquées sur les deux modèles biologiques étudiés *Sitophilus granarius et Tribolium castaneum*. Les bio-essais sont effectués au laboratoire dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur tapissées avec du papier filtre, dans des conditions ambiantes. L'effet par contact a été réalisé par introduction de 20 individus adulte de *Sitophilus granarius ou de Tribolium castaneum* par boite de pétri. Les boites de Pétri sont recouvertes avec de la moustiquaire pour éviter la fuite des insectes. Les différents traitements ont été apportés par pulvérisation des individus de *S. granarius*

ou de *T. castaneum* après leur introduction à l'aide d'un pulvérisateur à main. Pour le lot témoin, une pulvérisation à l'eau courante est appliquée. Trois répétitions sont effectuées pour chaque dose et le dénombrement des insectes morts est effectué toutes les 24 heures.



Figure. IV.7. Différentes étapes de la préparation des extraits (Originale, 2020)
a: Poudre ; b: Agitation; c: Filtration; d: centrifugation ; e: Filtration; f: évaporation

IV.3.3. Détermination de taux d'humidité

Le contenu en humidité de la plante a été déterminé par le procédé de séchage à l'étuve. Une quantité de plante fraîches a été exposée à une température de 105°C± 5 dans une étuve jusqu'à l'obtention d'un poids constant (Figure IV.8) (Bourkhiss *et al.,* 2009; Thomas, 2011.).

Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H\,\% = \frac{M - M'}{M} \times 100$$

Considérons :

- **o** M : Poids de la plante fraîche en gramme ;
- **o** M' : Poids de la plante sèche en gramme;
- **o** H% : Taux d'humidité exprimé en pourcentage.



Figure IV.8. Méthode de détermination du taux d'humidité de plantes étudiées (Originale, 2020).

IV.3.4. Détermination du taux de rendement

Le rendement est la quantité d'extrait obtenue à partir d'une matière végétale (Dinzedi, 2015 *in* Okou *et al.,* 2018). Il est exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche (poudre végétale) et a été calculé selon la formule :

$$R\% = \frac{M1}{M0} \times 100$$

- **o** M1 : Masse de l'extrait (en g);
- **o** M0 : Masse de poudre végétale (en g);
- **o** R : Rendement de l'extrait exprimé en pourcentage (%).

IV.3.5. Détermination de l'indice d'acidité PH

L'indice d'acidité de différentes phytopréparations (Extraits éthanolique et aqueux) de *Marrubium vulgare,* d'*Artemisia herba-alba et* d'*Atriplex nummularia* a été examiné à l'aide d'un PH-mètre digital **SELECTA**. Le PH des bioproduits à été ajusté par KoH et Hcl pour que tous les bioproduits devient neutres.

IV.3.6. Estimation du taux de mortalité

Selon Marmonier *et al.* (2006), le taux de mortalité est le taux de disparition d'individus dans des conditions d'environnement données (varie en fonction de la population considérée et des facteurs du milieu). Il est donné par la diminution de la population par mortalité / variation du temps. Le pourcentage de mortalité est calculé chez les adultes de Charançon *S. granarius* et de Tribolium *T. castaneum* par la formule suivante:

$$\text{Taux Mortalité } \% = \frac{\text{Nombre d'individus morts}}{\text{Nombre total des individus}} \times 100$$

IV.3.7. Détermination de la DL 50 et de la TL 50

Après l'application de différentes doses d'extrait aqueux et éthanolique (1000, 500, 250 et 125 mg/ml) les individus morts étaient comptés durant 10 jours. Cette expérimentation sur la toxicité a été conduite dans le but de déterminer les paramètres toxicologiques que sont la dose létale 50% (DL50) et le temps létaux 50% (TL50).

IV.3.7.1. Détermination de la dose létale (DL50)

La dose létale DL50 est dans sa forme la plus simple, la dose d'un composé qui provoque une mortalité de 50% dans une population d'animaux mis en expérience. C'est-à-dire ayant reçus une administration unique d'un produit dans des conditions expérimentales bien définies (Nouioua, 2017). Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité en fonction des logarithmes de la dose de traitement.

Ces transformations vont nous permettre à l'aide d'un Excel d'obtenir des équations de droites de régression de type (Tableau IV.1).

$$Y = ax + b$$

- y= probit du taux de mortalité;
- x= Logarithme décimale du temps;
- b=valeur constante;
- a= Pente.

A partir de ces équations, on calcule le DL50 en remplaçant y par le probit de 5.

Tableau II.1. Table de transformation des pourcentages en probit (Cavelier, 1976)

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.5	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.82	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.1	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	4.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.75	7.75	7.88	8.09

IV.3.7.2. Détermination du temps létal (TL 50)

Le temps létal 50 (TL50), correspond au temps nécessaire pour que 50% des individus d'une population meurent suite à un traitement par une substance quelconque. Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité en fonction des logarithmes du temps de traitement (Kemassi et *al*., 2010).

Remarque:

A l'instar de tous les pays du monde; l'Algérie connait des conditions sanitaires très particulières compte tenu de la pandémie du Covid-19 à cause desquelles des mesures de protection sont prises.

Parmi ces mesures, nous assistons à la fermeture de l'université chose qui a inhibé la partie expérimentale et par conséquent l'obtention de résultats.

CHAPITRE V

EFFET THERAPEUTIQUE DES PLANTES ETUDIEES

CHAPITRE V
EFFET THERAPEUTIQUE DE PLANTES ETUDIEES

Dans la recherche de méthodes alternatives de lutte, le règne végétal offre beaucoup de possibilités. De nombreuses études se développent actuellement pour isoler ou identifier des substances secondaires extraites de plantes qui ont une activité insecticides, répulsive ou antiappétante vis-à-vis des insectes (Hamdani, 2012).

Les recherches récentes ont montré que les extraits végétaux présentaient plusieurs propriétés (faible répercussion écologique, biodégradables…) leur permettent de s'inscrire dans les stratégies alternatives visant à limiter l'emploi des pesticides de synthèse dans l'agriculture (Regnault-Roger 2011; Glitho 2008).

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés aux espèces *Marrubium vulgare*; *Artemisia Herba-Alba* et *Atriplex nummularia* collectées au niveau de la région de Chahbounia la wilaya de Médéa. Nous avons recherché à mettre l'accent sur les potentialités de ces plantes en tant que biopesticide pour lutter contre les principaux ravageurs des denrées stockées *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) et *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797).

V.1. Evaluation de l'effet thérapeutique de *Marrubium vulgare* L.

Marrubium vulgare L. ou marrube blanc est une plante aromatique de la famille des *Lamiaceae* (*Labiateae*) (Abu-asab and Cantino, 1992). Selon De Buigne (1984), *M. vulgare* est une plante très connue et largement utilisée dans la médecine traditionnelle que dans la médecine moderne.

Les études phytochimique faite sur l'espèce *Marrubium vulgare* a permis de révéler la présence de plusieurs composés tels que diterpènes amers de la série des furano labdanes et surtout des composés de lactones : marrubiine principalement et son précurseur préfuranique, la prémarrubiine, mais aussi du pérégrinol, du vulgarol, du marrubénol et du marrubiol. Il y a également des Hétérosides flavoniques du quercétol, de la lurtéoline ou de l'apigénine, mais aussi des lactoylflavones, et quelques dérivés de l'acide ursolique. En outre, il y a des tanins spécifiques des Lamiacées et dérivés de l'acide hydroxycinnamique (juste à 7%) (Acide cholorogénique, caféique, caféylquinique, mais absence d'acide rosmarinique). Toutefois, on note la présence d'une faible quantité d'huiles essentielles comportant différents composés monotérpéniques (moins de 1% : α-pinène, camphène, lomonène) (Wichtlet Anton, 2003). La présence d'une quantité importante de sels de potassium, d'acides phénols, et de choline (0.2%) est signalée (Bézanger- Beauquesnes *et al.*, 1980).

Le *Marrubium vulgare* est connue pour ses activités anti-oxydantes (Tabet Zatla, 2017), antimicrobiens (Rigano *et al.,* 2006), antibactériennes (Kahlouche-Riachi, 2014), Antivirals (Edziri *et al.,* 2011), antifongiques (Tabet zatla, 2017), insecticides (Karahacane, 2015) et molluscicides (Salama *et al.,* 2012).

L'extrait aqueux de *Marrubium vulgare* a montré un effet insecticide important sur les adultes de *Tribolium castaneum* le principal ravageur de denrées stockées (Karahacane, 2015). Selon Aouati (2016), l'extrait de *Marrubium vulgare L* a engendré un taux de mortalité de 59 % des larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae), après 72 h d'exposition. L'étude réalisée par Salama *et al.* (2012), montre que l'extrait de *Marrubium vulgare L* étant un bon larvicide et nymphicide à l'égard de différentes espèces culicidiennes. L'auteur indiquent que l'extrait peut agir sur les deux états aquatiques du moustique autrement dit contre les larves de *Culex pipiens* à des concentrations de 100 ppm/12hrs pour la DL50 et 200 ppm/12hrs pour la DL90 et contre les nymphes de *culex pipiens,* à des concentrations supérieures (DL50=200ppm/12hrs; DL90=400ppm/12hrs). Les résultats de Dib et Bouteldji (2017), montrent que l'extrait éthanolique de *Marrubium vulgare* possède un effet insecticide dramatique sur le puceron *Aphis nerii* (Homoptera / Aphididae). Ces résultats, montrent également une sensibilité importante des larves par rapport aux adultes. Selon Amiri et Nedjadi (2017), les extraits de feuilles de *M. vulgare* possèdent un effet toxique très important à l'égard deux espèces d'insectes *Ceratitis capitata* et *Ephestia kuehniella.* Les résultats obtenus montrent un taux de mortalité de 100% contre les adultes de *C. capitata,* et de 83.33 % contre les adultes d'*E. kuehniella.*

V.2. Evaluation de l'effet thérapeutique d'*Artemisia Herba-Alba* Asso

L'Armoise blanche *Artemisia herba alba* est une plante médicinale appartenant à la famille des Astéracée, cette espèce connue sous le nom de « chih », est très répandue dans le sud algérien. Plante très utilisée en médecine traditionnelle pour ses nombreuses vertus. Les plantes de la famille des Astéracées, auquel appartient *l'Artemisia herba-alba,* ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques par intérêt économique surtout pour leurs huiles essentielles. Les molécules identifiées sont les flavonoïdes, les sesquiterpènes, les lactoniques, les coumarines et les hydrocarbures acétyléniques (Da Silva, 2004; Messai, 2011; Bezza *et al.,* 2010). L'HE contient en majorité de l'acétate de cis-chrysanthényle (25,12 %), du 2E,3 Z-2-éthyliden-6-méthyl-3,5-heptadiènal (8,39 %), de l'α-thujone (7,85 %), de l'acétate de myrtényle (7,39 %), de la verbénone (7,19 %), de la chrysanthénone (4,98 %) (Bezza *et al.,* 2010).

L'*Artemisia herba-alba* est connue pour ses activités antioxydantes (Djeridane *et al.,* 2006; Al-Mustafa, 2008; Abid *et al.,* 2007; Suboh *et al.,* 2004), antiseptiques (Hubert, 2008), Antimicrobiennes (Sivropoulou *et al*. 1995; Sivropoulou *et al*. 1997; Mau, 2001; Hoffman, 2004; Mighri *et al.,* 2010; Kolai *et al.,* 2012), anti leishmaniose (Hatimi *et al*, 2001), antibactériennes (Yashphe *et al*, 1979; Sherif *et al.,* 1987; Marrif *et al.,* 1995;

Hifnawy *et al*, 2001; Ghanmi *et al.,* 2010), antifongiques (Mccutcheon *et al.,* 1994; Deferera *et al.,* 2000; Giordani *et al.,* 2008; Sridhar *et al*., 2003; Bouchra *et al.,*2003), antiparasitaire (Idris *et al.*, 1982; Al-Waili, 1988), nématicides (Al-Banna *et al*, 2004) et insecticides (Delimi *et al.*, 2013).

Les résultats obtenus par Delimi *et al.* (2013), montrent que l'huile essentielle de l'Armoise blanche *Artemisia herba alba* est considérée, comme un insecticide avec double effet. Apres une soumission des adultes d'insectes ravageurs des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera) a differentes doses de cette huile, un taux de mortalité significatif a été enregistre selon la dose et la durée d'exposition. En plus, une perturbation de la reproduction, après application topique de l'huile essentielle sur les chrysalides des leur exuviation nymphale, est notée. Ainsi, l'effet toxique varie selon la dose utilisée en prolongeant la durée de préoviposition et la durée du développement nymphal et en réduisant, en plus, la période d'oviposition. Une étude a été réalisée sur les huiles essentielles d'*Artemisia herba halba,* où leur pouvoir insecticides a été évalué contre les criquets adultes d'*Euchorthippus albolineatus* (Zaim *et al.*, 2012). Les résultats ont révélé un effet toxique sur la survie des criquets adultes. Le temps létal 50 (TL50) est de l'ordre de 1,67 j pour les mâles et 1,45 j pour les femelles. Cette toxicité se montre liée à une synergie entre les éléments de la composition chimique de cette essence végétale.

V.3. Evaluation de l'effet thérapeutique d'*Atriplex nummularia* Lindl

L'*Atriplex nummularia* utilisé comme une ressource alimentaire intéressante pour l'alimentation et la sauvegarde des animaux élevés dans des conditions difficiles. L'avantage de cet arbuste est qu'il est à usage multiple, disponible sur pieds tout au long de l'année, génère une biomasse consommable relativement importante, joue un rôle important au niveau de la lutte contre la désertification, utilise comme moyen de phytoremédiation et pourrait être utilisé comme moyen de lutte contre les déprédateurs des cultures (Kerfaoui, 2016; Boukhalfa et Bouraya, 2019).

Les études phytochimique réalisé sur l'*Atriplex nummularia* a permis de illustrer la présence de plusieurs composés tels que les alcools, les phénols, les esters, les cétones, les aldéhydes (Binet et Brunel, 2000). Les huiles essentielles est constituée par deux groupe exclusive: les terpènes et composé aromatique qui dérivé de phényle propane à moins fréquent (Bruneton ,1993).

Selon Kerfaoui (2016), le cadmium Cd entraîne une inhibition de la croissance pondérale, une réduction des pigments chlorophylliens, une augmentation de la teneur en proline ainsi qu'une diminution des teneurs en éléments nutritifs (Fe+0, Ca+0 et K+), avec une accumulation accrue du Cd au niveau de la partie aérienne. Sur la base de ces résultats, *A. nummularia* peut être considérée comme espèce accumulatrice de ce métal afin de l'utiliser dans la phytoremédiation.

L'étude de la toxicité de l'extrait aqueux de l'*Atriplex*, par contact sur les œufs et les larves L5 d'*Ectomylois ceratoniae,* révèle des effets toxiques perceptibles sur cet insecte. En ce qui concerne le test par l'extrait aqueux de l'*Atriplex* sur les œufs, les résultats montrent des taux d'éclosion de 16.67% et 48.65% respectivement parait faible que le témoin qui est 84.62%. Les résultats montrent un taux de mortalité de 66.67% obtenu après 8 jours chez les larves L5 traitées par contact par l'extrait aqueux de l'*Atriplex* tendis que pour les témoins est 10% durant la même période. Ces résultats indiquent que l'extrait de l'*Atriplex* possède un effet ovicide et larvicide sur *Ectomylois ceratoniae* et il pourri être alternative aux pesticides chimiques (Boukhalfa et Bouraya, 2019).

Les extraits méthanoliques des parties aériennes de l'*Atriplex* ont montré une activité antibactérienne contre diverses bactéries pathogènes Gram-positives et négatives (Abdel Rahman *et al,* 2011).

Nos recherches bibliographiques présentent que les trois plantes végétales utilisées *Marrubium vulgare*; *Artemisia Herba-Alba* et *Atriplex nummularia* peuvent constituer un outil alternatif très prometteur pour combattre les bio-agresseurs des stockes et des cultures.

CONCLUSION

CONCLUSION GÉNÉRAL

Au cours du stockage d'immenses quantités de céréales sont perdues en raison des attaques des insectes ravageurs d'où une perte quantitative qui s'explique par une diminution du poids et une perte qualitative qui déprécie la valeur nutritionnelle de ces aliments. Face à cette situation alarmante, l'usage de produits phytosanitaire qui a été perçu comme un progrès considérable pour la maîtrise de ces ressources alimentaires. Mais le revers de la médaille est apparu rapidement avec des effets négatifs sur les écosystèmes et la santé humaine. Pour répondre aux besoins alimentaires d'une population mondiale sans cesse croissante, une protection des denrées alimentaire efficace est indispensable. C'est le défi que tente de relever le bio-contrôle.

Dans cette étude nous avons essayé de mettre en évidence l'effet insecticide des extraits aqueux et éthanolique issue de trois plantes spontanées *Marrubium vulgare L.*; *Artemisia herba-alba Asso; Atriplex nummularia* Lindl. à l'égard de deux ravageurs des denrées stockées *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum.* Donc l'étude a pour le but de trouver d'autres alternatives à l'utilisation abusives des pesticides chimique afin de limiter les effets néfastes de ces derniers sur l'environnement et la santé humaine.

D'après les résultats des études précédentes sur l'étendue de l'influence des trois plantes étudiées contre les insectes ravageurs des denrées stockées, nous avons vu que ces plantes ont une activité insecticide intéressante sur ces ravageurs. A la lumière de ces recherches nous pouvons conclure que les extraits aqueux et éthanolique du *Marrubium vulgare* L.; *Artemisia herba-alba* Asso; *Atriplex nummularia* Lindl. présentent une potentialité insecticide évidente sur les ravageurs des denrées stockées.

En fin, il serait intéressant de tester l'activité de ces extraits sur d'autres ravageurs et agents pathogènes en particulier ceux listés de quarantaine qui constituent des organismes très redoutables pour les cultures et les stockes.

Il serait aussi d'intérêt de rechercher et caractériser les matières bioactives existantes chez chaque espèce spontanée étudiée afin de les formuler et les utiliser comme produits stables.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1- **Abdel Rahman, S.M., Abd-Ellatif, S.A., Deraz, S.F., Khalil, A.A., 2011.** Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterraneancoast, Egypt: natural alternatives for infectious disease treatment. Afr. J. Biotechnol.10, 10733e10743.

2- **Abid Z.B, Fekir M., Hédhili A., AND Hamdaoui M.H., 2007.** *Artemisia herba-alba Asso*(Asteraceae) has equivalent effects to green and black tea decoctions on antioxydant processes and some metabolic parameters in rats. Ann. Natr. Metab ; 51(3): 216-222.

3- **Abu-asab M.S. et Cantino P. D. 1992.** Pollen poymorphology in subfamilly *Lamiodeae* (*Labiateae*) and its phylogenetic implications. *In* : Advances in Labiate Science.Edits, R.M.Harley and T.Reynolds, Royal Botanic Gardens, Kew, pp : 97-112.

4- **Adam A., 2008**. Elicitation de la résistance systémique induite chez la tomate et le concombre et activation de la voie de la lipoxygénase par des rhizobactéries non-pathogènes, Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique, 165p.

5- **Adjalian E, Noudogbessi J-P, Kossou D, Sohounhloue D. 2014**. État et perspectives de lutte contre Sitotroga cerealella (Olivier, 1789), déprédateur des céréales au Bénin: synthèse bibliographique. *J. Appl. Biosci*., **79**:6955–6967.

6- **Afrique verte., 2004.**module de formation sur les techniques de stockage et de conservation des céréales. 1ère édition, tel-50 34 11 39 ,42p.

7- **Aïboud K., 2012.** Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de bruche de Niébé "*Callosobruchus maculates*" (Coleoptera: Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Mémoire, faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, Univ. de Tizi Ouzou, Algérie, 1-83pp.

8- **Aidani.H., 2015.** Effet des attaques de Capucin des grains (Rhizopertha dominica) sur les céréales stockées. « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de Master UNIV. Tlemcen, Algérie, 82p.

9- **Akouba Z., Aounou K.L., 2012.** Contribution à l'étude bibliographique sur l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso). Description et vertus médicinales, mémoire DEUSUMMTO, 45p.

10- **Al-Mustafa, A.H., Al-Thunibat, O.Y., 2008.** Antioxidant activity of some Jordanian medicinal plants used traditionally for treatment of diabetes. Pak. J. of biol. sci.: PJBS. 11(3) :351-358.

11- **Al-waili, N.S., 1988.** Artemisia herba-alba and diabetes mellitus. Clinical and Experim. Pharmacol. And Physiol. 15(6):497.

12- **Amiri.N et Nedjadi. R., 2017.** Etude de l'activité insecticide de l'extrait de *Marrubium vulgare* (L., 1753) à l'égard de deux espèces d'insectes *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) et *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879).Mémoire de Master UNIV. Bouira, Algérie, 62p.

13- **Anton, R. Wichtl, M et al., 2003**. Plantes thérapeutiques : Tradition, Pratique officinale, science et thérapeutique. Tec. Doc: Paris. 669.

14- **Aouati A., 2016.** Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *culex pipiens* (Diptera, Culicidae). . Thèse de Doctorat UNIV. Constantine, Algérie, 150p.

15- **Arab R., 2009.** Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera, Tenebrionidae). Mémoire de Magister UNIV. De Sétif, Algérie, 89p.

16- **Balachowsky A.S., 1963.**Entomologie Appliquées à L'Agriculture Tome I, Coléoptéres, Masson et Cie Eds, Paris.

17- **Bartali E.H., Afie S., Persoons E. (1989).** Stockage des céréales dans des entrepôts souterrains. Cereals en régions chaudes. Aupele-UREF. Eds John Libbey Eurotext. Paris : 27-38.

18- **Belyagoubi L., 2006.** Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Mémoire Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, Algérie, 85p.

19- **Benabderrazik E. et Rastoin J.L., 2014.** Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb Pour un co-développement de filières territorialisées Institut de prospective économique du monde méditerranéen 32p.

20- **Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées**.** Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Département de Chimie Faculté des Sciences de Rabat. Maroc.61p.

21- **Bendahou, M., 2007.** *Composition chimique et propriétés biologiques des extraits de quelques plantes aromatique et médicinales de l'ouest algérien.* Thèse de Doctorat, Université Aboubekr Belkaid-Tlemcen.

22- **Benjilali, B. and H. Richard., 1980.** *Etude de quelques peuplements d'Armoise blanche du Maroc Artemisia herba alba.* Rivista Italiana E.P.P.O.S., p. 69 - 74.

23- **Bettahar F., 2016.** Conception et prototypage d'un système complet pour la surveillance du grain dans les silos de stockage. Electronique. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, Français. ffNNT : 2016TOU20027ff. fftel-01376036v2f, 153p.

24- **Bézanger- Beauquesne L.; Pinkas M. et Torck M., 1980.** Plantes médicinales des régions tempérées. Ed. Maloine. 439.

25- **Bezza L.; Mannarino A.; Fattarsi K.; Mikail C.; Abou L.; Hadji-Minaglou F. et Kaloustian J., 2010.** Composition chimique de l'huile essentielle d'Artemisia herba-alba provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie,* 8: 277–281.

26- **Bonnier G., 1909.** La Végétation de la France, Flore Complète. Tome 09. Ed : Suisse et Belgique. Paris. pp. 25-26.

27- **Bouchra, C., A. Mohamed, I.H. Mina., M. Hmamouchi., 2003**. *Antifungal activity ofessential oils from several medicinal plants against four postharvest citrus pathogens.*Phytopathologia Mediterranea. **42**(3): p. 251-256.

28- **Bouderhem A. 2015.** Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiarealata*). Mém. Master Biochim. Appl., Univ. El Oued, Algérie, 90 p.

29- **Boukhalfa H. et Bouraya K., 2019.** Caractérisation phytochimique et activité insecticide des plantes spontanées du Sahara Septentrional Est Algérien: cas de *Atriplex halimus.L* et *Astragalus gombo.Coss et Dur.*Mémoire de Master UNIV. Biskra, Algérie, 65p.

30- **Bounneche H., 2014.** Fric : technologie de fabrication et qualité). Mémoire de Magister UNIV. De Constantine 1, Algérie, 88p.

31- **Bourkhiss M.; Hnach M.; Bourkhiss B.; Ouhssine M.; Chaouch A. et Satrani B., 2009.** Effet de séchage sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de Tetraclinis articulata (Vahl) Masters. AgroSolutions, 20(1), 45-48p

32- **Bouzouita N, Kachouri F, Ben Halima M, Chaabouni MM. 2008**. Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea. Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 10: 119-125.

33- **Brahim M., 2018.** Valorisation des effets thérapeutiques des huiles essentielles de quelques espèces de menthe cultivées en Algérie, optimisation des paramètres d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau et hydrodistillation. Thèse doctorat, Univ. D'Alger, Algérie, 168 p.

34- **Brinis A., 2016.** Etude de la variabilité génomique de trois espèces d'*Atriplex (halimus L, nummularia, canescens)* et sélection de caractères de tolérance au stress salin. Thèse de Doctorat UNIV. Annaba, Algérie, 145p.

35- **Brunechon J., 1987.** Pharmacognosie, Ecole technique de documentation, Ed.

36- **Camara A., 2009.** Lutte contre *Sitophilus oryzae L.* (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse de doctorat, UNIV. Québec à Montréal, 154p.

37- **Champ B.R. et Dyte C.E., 1976.** Report of the FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. FAO Plant Production and Protection Series No. 5. Rome, Italy: Food and Agriculture Organisation of the United Nations.

38- **Cheniki Z., et Yahia K., 1994.** Biologie de *Tribolium confusum* (Coleoptera :*Tenebrionidae*) et *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : *Curculionidae*) sur blé. Effet de l'infestation de ces deux espèces sur la qualité technologique des blés attaqués.Th. Ing. Agron. Instit. Alg. El Harrach.112 p.

39- **Cissokho P. S.; Gueye M.T.; Sow El-H. et Diarra K., 2015.** Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest; international journal of biological and chemical sciences. 9(3): 1644-1653.

40- **Cloutier C. et Cloutier C., 1992.** Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. *In* La lutte biologique, sous la direction de C. Vincent et D. Coderre, p.19-88. Chicoutimi, Québec, Canada: Gaétan Morin éditeur ltée.

41- **Cruz J., 1988.** Conservation des grains en régions chaudes.2ieme Edition Ted et Doc Apria, 41-54.

42- **D.J. Deferera, B.N. Ziogas and M.G. Polissiou.,2000.** "GC-MS Analysis of essential oil from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Pennicillium digitatum", Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 2576–2581.

43- **Da Silva J. A.,2004**. Mining the essential oils of the Anthemideae. African Journal of Biotechnology. 3(12), 706-720.

44- **De Buigne G.1984.** Larousse des plantes qui guérissent. Ed. Librairie Larousse, Paris, 254p.

45- **Debuigne G., 1984-** *Larousse des plantes qui guerissent.* Ed. Larousse, Paris, 254 p.

46- **Delimi A.; Taibi F.; Fissah A.; Gherib S.; Bouhkari M. et Cheffrour A., 2013.** Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemessia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera). *Afrique SCIENC,* 09(3) 82-90. ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info.

47- **Dia C. A. K. M., 2019.** Caractérisation morphogénétique des populations Ouest africaines de *Tribolium castaneum* Herbst, ravageur des céréales stockées : différenciation en races hôtes et écotypes. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, tel-02102989, 174p.

48- **Dib H., 2010.** Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera aphididae) en vergers de pommiers. Sciences agricoles. Université d'Avignon, Français. ffNNT : 2010AVIG0635ff. fftel-00665080f.

49- **Dib S. et Bouteldji M.R., 2017.** Effets insecticides de l'extrait des feuilles du *Marrubium vulgare L*. (Marrube blanc) sur le puceron *Aphis nerii* (Homoptera : Aphididae), Mémoire de Master UNIV. Bouira, Algérie, 67p.

50- **Diouf E. H. G.; Samb A.; Sylla O.; Kafia A. E.; Diop M.; Seck D. Et Nguessan K., 2014.** Test phytochimique et insecticide de trois extraits organiques de feuilles de *Ficus thonningii* sur *Callosobruchus maculatus* Fabricius. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(6): 2588-2596.

51- **Diouf El H. G., 2014.** Test phytochimique et insecticide de trois extraits organiques de feuilles de *Ficus thonningii* sur *Callosobruchus maculatus* Fabricius; international journal of biological and chemical sciences. 8(6): 2588-2596.

52- **Djahra A., 2015** Etude phytochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou *Marrubium vulgare* L. Thèse de Doctorat UNIV. Annaba, Algérie, 115p.

53- **Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Vidal N., Lesgards J. F. and Stocker P., 2006 .**Screening of some Algerian medicinal plants for the essentials oils and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.* 224: 801-809.

54- **Djermoun A., 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie.* 1: 45-53.

55- **Djidel A., Daghbouche.S., Benrima.A.,Djazouli .Z.E., 2018.,** évaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux brut de la fabacae *cytisus triflorus* l'her á l'égard de *tribolium castanium* (herbst, 1797) (coleoptera: tenebrionidae), *Revue Agrobiologia* **8**(2): 1093-1102.

56- **Doumandji A.; Doumandji-mitiche B. et Salaheddine D., 2003.** Cours de technologie des cereales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. Office des Publications Universitaites, pp. 1-67.

57- **Edziri H.; Mastouri M.; Mahjoub M.A.; Ammar S.; Mighri Z. et Gutmann L.; Aouni M., 2011.** Antiviral activity of leaves extracts of *Marrubium alysson* L. *Journal of Medicinal Plants Research,* 5: (3), 360-363.

58- **Feillet P., 2000.** Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.

59- **Fleurat-Lessard F. 1994.** Écophysiologie des Arthropodes nuisibles aux stocks de céréales en Afrique tropicale». In *Post-Récolte, principes et application en zone tropicale*, ESTEMIAUPELF Verstraeten, 1-61.

60- **Franclet A., Le Houerou HN., 1971.** Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture: 249-271.

61- **Gakuru S.; Kulimushi E. et Bahige P., 2011.** Étude de l'efficacité des poudres des quelques plantes locales dans la lutte post-récolte contre les insectes ravageurs des grains de mais (*Zea mays*) en conservation a Goma. *Cahiers africains des droits de l'homme et de la democratie.* 304-316.

62- **Ghanmi M.; Satrani B.; Aafi A.; Isamili M.R.; Houti H.; El Monfalouti H.; Benchakroun K.H. ; Aberchane M. ; Harki L.; Boukir A. et Chaouch A., Charrouf Z., 2010.** Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (Artemisia herba-alba) de la région de Guerçif (Maroc oriental) Phytothérapie 8: 295–301.

63- **Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A., Ismaili, M.R., Houtia, H., Manfalouti, H., Benchakroun, K., Abarchane, M., Harki, L., Boukir, A, Chaouch, A., & Charrouf, Z., 2010.** Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (Artemisia herba-alba) de la région de Guercif (Maroc oriental).Phytothérapie, 8(5): 295-301.

64- **Giordani, R., Y. Hadef, and J. Kaloustian., 2008.** *Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants.* Fitoterapia, 79(3): p. 199-203.

65- **Glitho L.A., Ketoh K.G., Nuto P.Y., Amevoin S.K. et Huignard 1., 2008.** Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest, 207-217.

66- **Godon B., 1981**. Le pain pour la science, 50. Paris.

67- **Goudjil M., 2016.** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques. Thèse de Doctorat UNIV. Ouargla, Algérie, 200p.

68- **Grenier A-M.; Wajnberg E.; Charles H. et Nardon P., 2000.** Variabilité de facteurs biologiques et comportementaux dans les populations des trois espèces de *Sitophilus* (Coleoptera : Curculionidae) inféodées aux céréales et produits dérivés, et leur importance dans la caractérisation des espèces. *Ann. Soc. Entomol. Fr (N.S.)*, 36(3):233-238.

69- **Gueye A.C.; Diome T.; Thiaw C. et Sembene M., 2015.** Évolution des paramètres biodémographiques des populations de *Tribolium castaneum* H. (Coleoptera, Tenebrionidae) inféodé dans le mil (*Pennisetum glaucum* Leek) et le maïs (*Zea mays* L.). *Journal of Applied Biosciences*, 90:8355- 8360.

70- **Gueye M.T.; Seck D. et Wathelet J.-P., 2010.** Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale ; *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2011 15(1), 183-194.

71- **Gwinner, J., Hamisch, R et Muck, O. 1996**. Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, GTZ, Eschborn, 368 p.

72- **Hafez S.M., Mallawani M.A. et Taher S.H., 1988.** Biological studies on *Blattisocius ntarsalis* keegan, a predacious mite inhabiting stored food in Egypt. *Ann. of Agric. Sci. Cairo,* 33(**2**), 1387-1393.

73- **Haines C.P., 1981.** Insects and arachnids from stored products: a report on specimens received by the Tropical Stored Products Centre 1973-77. Report of the Tropical Products Institute, L 54:73 pp.

74- **Hamdani D., 2012.** Action des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques du bruche du Haricot, *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae).Mémoire de Magister, Univ. de Tizi-Ouzou, Algérie, 97p.

75- **Hatimi S, Boudouma M, Bouchichi M, Chaib N et Idrissi NG., 2001.**Evaluation in vitro de l'activité antileishmanienne d'Artemisia herba alba Asso.*Bull.Soc.Exot*. 94,24-31.

76- **Hifnawy, M. S., Rashwan, O. A., & Rabeh, M. A., 2001.** Comparative chemical and biological investigations of certain essential oils belonging to families Asteraceae, Lamiaceae and Graminae. Bulletin of the Faculty of Pharmacy (Cairo University). 39(2): 35-53.

77- **Hoffman. B.R. H. DelasAlas.H R.E. Wiederhold and L. William., 2004.** "Screening of antibacterial and antifungal activities of ten medicinal plants from Ghana" *Pharmaceutical Biology* 42(1), 13–17.

78- **Hubert Richard., 2008.** « Épices et herbes aromatiques »*©"Vie", site ressource en Sciences de la Vie*.

79- **Huchet J-B., 2019.** Le Coléoptère, la Graine et l'Archéologue : approche archéoentomologique de quelques ravageurs des denrées stockées. 16th European Association of Forensic Entomology (EAFE) & the 3rd International Conference in Funerary Archaeo-Entomology (ICFAE) meetings, June 5-8, 2019 in Bordeaux, France. pp, 18-42.

80- **IBIS (Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricole), 2010.** Méthodes alternatives aux produits phytosanitaires, Pratiques, N°4, 6p.

81- **Idris, U.E., Adam, S.E., Tartour, G., 1982.** The anthelmintic efficacy of Artemisia herba-alba against Haemonchus contortus infection in goats. Natl. Inst. Anim. Health Q (Tokyo) 22, 138–143.

82- **Jbilou R., 2006.** L'activité insecticide de quatres plantes médicinales (*Peganum harmala*, *Ajuga iva*, *Aristolochia baetica* et *Raphanus raphanistrum*) contre Sitophilus granarius au Maroc, 56 p.

83- **Kaabeche.M., 1990.**les groupements végétaux de Boussaâda .essais de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse de doctorat en sciences biologiques fondamentales et appliquées .Université de Paris 11 Sud, Centre d'Orsay.104p.

84- **Kahlouche-Riachi F., 2014.** Évaluation chimique et activite antibacterienne de quelques plantes medicinales d'Algerie. Thèse de doctorat, Univ. de Constantine, Algérie, 128p.

85- **Kanana P.T.D et Muniengi B.I., 2018.** Effet insecticide des poudres de quelques plantes sur la conservation des semences de maïs contre les charançons *Sitophilus zeamais* Motsch, Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture ; 1(2), 10-13.

86- **Karahacane T., 2015.**Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes de blé en poste récolte. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A), 166p.

87- **Karunakaran C.; Jayas D.S. et White N.D.G. 2004**. Identification of wheat kernels damaged by the red flour beetle using x-ray images. Biosystems Engineering, 87(3): 267-274.

88- **Kassemi N., 2014.** Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques *(Pseudoeviisus integrifolius* **Salib et** *Nepera nepetella L.)* sur les ravageurs du blé et des légumes secs". Thèse doctorat, Unvi., Tlemcen, Algerie, 146p.

89- **Kayombo M.A.; Mutombo T.J. M.; Muka M.P.; Somue M.A.; Kalambaie Binm M. M., 2015.** Effet de la poudre de Tephrosia vogelii dans la conservation des graines de Niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) en stock contre *Callosobruchus maculatus* F. à Mbujimayi (RD. Congo). Journal of Animal &Plant Sciences, Vol.25, Issue 1: 3827-3835.

90- **Keïta S.M.; Vincent Jean-Pierre C.; Schmit J.P.; Ramaswamy S. et Bélanger A., 2000.** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research 36:355- 364.

91- **Kemassi A.; Boual Z.; Ould El Hadj- Khelil A.; Dadi Bouhoun M. et Ould El Hadj M. D. (2010).** Activité biologique de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae) sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae). *Annales des Sciences et Technologie.* 2: 61-70.

92- **Kemassi A.; Herouini A.; Hadj S. A.; Cherif R. et Ould Elhadj M. D., 2019.** Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien) sur le *Tribolium castaneum.* Journal Scientifique Libanais. 20(1) : 55-70.

93- **Kerfaoui F., 2016.** Phytoremédiation du chlorure de cadmium (CdCl2) par Atriplex nummularia Lindl. Mémoire de Magister, Univ. d'Alger, Algérie, 120p. URI: http://dspace.univ-djelfa.dz:8080/xmlui/handle/123456789/967.

94- **KERMICHE M., 2013.** Caractérisation de certaines souches microbiennes évoluant dans le blé fermenté et mise en évidence de leurs activités enzymatiques. Mémoire de Magister UNIV DE Constantine 1, Algérie, 123p.

95- **KOLAI.N, SAIAH.F, BOUDIA.A., 2012.** Effet inhibiteur *in vitro* de l'huile essentielle d'*artimesia herba alba* sur deux souches de *fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis lycopersici.* Laboratoire de protection des végétaux, Université Abed El Hamid Ibn Badis Mostaganem BP 300 Mostaganem 27000 Algérie.E-mail: kolainaouel@yahoo.fr, vol. 2, n°1,71-76.

96- **Kouassi M., 2001.** La lutte biologique: une alternative viable à l'utilisation des pesticides? *VertigO- la revue électronique en sciences de l'environnement* [Online], Vol. 2 N° 2, http://journals.openedition.org/vertigo/4101.

97- **Lambert N., 2010.** Applicabilité de la lutte biologique aux ravageurs au Québec. Univ. Sherbrooke, Québec, Canada, 87p.

98- **Laraba D., 1989.** Contribution à la composition du blé vert concassé et grillé ⱪfricⱪ d'une variété locale BIDI 17.Mémoire d'ingénieur d'état I.N.A.T.A.A. Université des frères Mentouri, Constantine. 86 pages.

99- **Leelaja B.C.; Rajashekar Y. et Rajendran S., 2007.** Detection of eggs of storedproduct insects in flour with staining techniques. Journal of Stored Product Research, 43(3): p 206-210.

100- **Maalem S. ; Khoufi S. ; Rahmoune C. ET Bennacer M. 2011.** Analyse moléculaire de la diversité génétique des plantes Xéro/ Halophytes du genre Atriplex moyennant RAPD- PCR. Algerian Journal of Environment. Vol1, no 1 . 50- 59

101- **Mahmoudi S.; Khali M. et Mahmoudi N., 2013.** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technologie,* 09:35-40.

102- **Marmonnier P.; Lagadeuc Y. et Aquilina L., 2006**. Introduction à l'écologie, 36p.

103- **Marrif H I., Ali B., Hassan K M.** Some pharmacological studies on Artemisia herba alba (Asso).in rabbits and mce..kwnal of ethnopharmacology.1995,49,51 55.

104- **Mason A.; Lee R.; Abrigo M. et Lee S. H., 2017.** Support Ratios and Demographic Dividends: Estimates for the World United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division Technical Paper No. 2017. P: 47.

105- **Mau J.L., Chen C.P. and Hsieh P.C., 2001.** Antimicrobial effect of extracts from Chinese chive, cinnamon and *Corni fructus*,' *Journal of Agricultural and Food Chemistry* .49, 183–188.

106- **Meghazi N., 2012.** Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les moisissures du blé stocké. Mémoire Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, Algérie, 99p.

107- **Messai L., 2011.** Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'Est Algérien (*Artemisia herba alba*). Thèse de doctorat, Univ. Constantine, Algérie, 96p.

108- **Mighri H.; Hajlaoui H.; Akrout A.; Najjaa H. et Neffati M., 2010.** *Antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia herba-alba essential oil cultivated in Tunisian arid zone. Comptes Rendus Chimie, 13(3), 380–386.* doi:10.1016/j.crci.2009.09.008.

109- **Mondedji A. D.; Nyamador W. S.; Amevoin K.; Ketoh G. K. et Glitho I.A. 2014.** Efficacité d'extraits de feuilles de neem *Azadirachta indica* (Sapindale) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae), *Hellula undalis* (Lepidoptera : Pyralidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) du chou *Brassica oleracea* (Brassicaceae) dans une approche « Champ Ecole Paysan» au sud du Togo. international journal of biological and chemical sciences, 8(5): 2286-2295.

110- **Mondédji A.D.; Kasseney B. D.; Nyamador W.S.; ABBEY G. A.; Amévoin K.; Ketoh G.K. et Glitho I. A., 2016.** Effets d'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) dans la production du chou au Sud du Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci*. 10(4): 1666-1677.

111- **Moule C., 1971.** Céréales. Phytotechnie Spéciale, Tom. II, LA MAISON RUSTIQUE. PARIS, 94p.

112- **Mulas M. et Mulas G., 2004.** Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *opuntia* dans la lutte contre la désertification. Université des études de Sassari groupe de recherche sur la désertification, 112p.

113- **Multon J. L., 1982.** Interactions entre l'eau et les constituants des grains et graines et produits dérivés ; pp : 115-116.

114- **Nanfack F. M.; Dongmo Y. Z. et Fogang M.A.R., 2015.** Les insectes impliqués dans les pertes post-récolte des céréales au Cameroun méthodes actuelles de lutte et perspectives offertes par la transgénèse ; *international journal of biological and chemical sciences*, 9(3): 1630-1643.

115- **NDIAYE.D.S.B,** Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux Atelier Autrichien de Développement (EWA).Aide au Développement Gembloux (ADG) et Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II , tel- (221) 952 - 13 - 03,61p.

116- **NEDJAH I., 2015.** Changements physiologiques chez des plantes (Blé dur *Triticum durum* Desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb). Thèse de doctorat 3ème cycle, UNIV. Annaba, Algérie, 144 p.

117- **Ngamo L.S.T. et Hance Th., 2007.** Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *TROPICULTURA*, 25, 4, 215-220.

118- **Nouioua W., 2017.** Ecologie, chorologie et phytochimie et activité biologique d'une Paeoniaceae endémique algérienne *Paeonia mascula* (L.)Mill. Thèse doctorat, Unvi., Sétif, Algérie, 115p.

119- **Okou O.C.; Yapo S.E-S.; Kporou K. E.; Baibo G. L.; Monthaut S. et Djaman A. J. 2018.** Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de feuilles de *Solanum torvum Swartz* (Solanaceae) sur la croissance in vitro de 3 souches d'entérobactéries. Journal of Applied Biosciences, 122: 12287-12295.

120- **Ominski, K. H.; Marquardt, R. R.; Sinha R. N. et Abramson D. 1994.** Ecological aspects of growth and mycotoxin production by storage fungi. Chapter 6. In Miller, J.D., Trenholm, H.L. (Eds), Mycotoxins in Grain. Eagan Press, St. Paul, MN. pp. 287-312.

121- **Par-Smith G.A., 1982.** Biogeography and evaluation of the shrubby Australian species of *Atriplex*. In: W.R. Barker and P.J. Greensdale (eds.) Evolution of the Flora and Fauna of Arid Australia. Peacock, Freville, S. Australia: 221-299.

122- **Passion Céréale, 2019.** Des chiffres et des céréales - www.passioncereales.*fr*, 23-25 avenue de Neuilly 75116 Paris, Tél. : 01 44 31 10 78.

123- **Quezel, P. and S. Santa., 1963.** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, C.N.R.S, Editor. Paris. France.

124- **Regnault Roger C. et Philogene B.J.R., 2002.** Biopesticides d'origine végétale. Ed. Tec et Doc. Lavoisier.

125- **Rigano D., Apostolides A. N., Bruno M., Formisano C., Grassia A., Piacente S., Piozzi F., Senatore F., 2006**. Phenolic compounds of *Marrubium globosum ssp. libanoticum* from Lebanon. Biochemical Systematics and Ecology. 34: 256-260.

126- **Rigano D.; Formisano C.; Basile A.; Lavitola A.; Senatore F.; Rosselli S. et Bruno M., 2006.** Antibacterial activity of flavonoids and phenylpropanoids from Marrubium globosum ssp. libanoticum, J. Phytother. Res., Vol. 21, 395-397.

127- **Robinson W.H., 2005.** Urban Insects and Arachnids: A Handbook of Urban Entomology .Edition Cambridge University Press ;1 edition, 480p.

128- **Rosas M.R., 1989.** El genero *Atriplex* (*Chenopodiaceae*) en Chile. Gayana Bot., 46 (1-2): 3-82.

129- **S.R. Sridhar, R.V. Rajagopal, R. Rajavel, S. Masiilamani and S. Narasimhan., 2003.** "Antifungal activity of some essential oils", *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 512, 7596–7599.

130- **Sahaf B.Z.; Moharramipour S. et Hadi M., 2008.** Meshkatalsadat Fumigant toxicity of essential oil from Vitex pseudo-negundo against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus oryzae* (L.), *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 11, 175–179.

131- **Salama M., Eman E.T. & EL-Bahy M., 2012 -** Molluscicidal and mosquitocidal activities of the essential oils of *Thymus capitatus* hoff. et lin k. and *Marrubium vulgare*. L. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo 54(5):281-286.

132- **Sherif, A., Hall, R.G., & El-Amamy, M. 1987.** Drugs, insecticides and other agents from Artemisia. Medical Hypotheses. 23:187-193.

133- **Sivropoulou S., Kokkini and T., Lanaras.,1995.** Antimicrobial activity of mint essential oil", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.43, 2384–2388.

134- **Sivropoulou, C. Nicolaou, E. Papanikolaou, S. Dokkini, T. Lanaras and M. Arsenakis., 1997.** Antimicrobial, cytotoxic and antiviral activities of *Salvia fruticosa* essential oil", *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 45 , 3197–3201.

135- **Suboh, Lantto, T. A., H. J. D. Dorman, A. N. Shikov, O. N. Pozharitskaya, V. G. Makarov, V. P. Tikhonov, R. Hiltunen et A. Raasmaja., 2004.** Chemical composition, antioxidative activity and cell viability effects of a Siberian pine (Pinussibirica Du Tour) extract." *Food Chemistry* 112(4): 936-943.

136- **Tabet Zatla A., 2017.** Caractérisations chimiques et étude biologiques d'extraits de quatre plantes aromatiques " *Daucus. carota ssp. sativus, Marrubium vulgare, Ballota nigra* et *Cynoglossum cheirifolium*" de la région de Tlemcen. Thèse de doctorat, Univ. de Tlemcen, Algérie, 156p.

137- **Tchaker F.Z., 2011.** Evaluation des effets des extraits aqueux d'*inula viscosa* en combinaison avec un bio-adjuvant sur la qualité phytochimique, la densité des sexupares de *chaitophorus leucomelas* (Homoptera: Aphididae) et sur la reprise biocénotiques. Mémoire de magister, Univ. Blida, Algérie, 241 p.

138- **Thomas M., 2011.** Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : application aux molécules bioactives de l'argousier (Hippophae rhamnoides). Alimentation et Nutrition. Université d'Orléans, Français. ffNNT : 2011ORLE2032ff. fftel-00677211f, 286p.

139- **Throne J.E. 1994.** Life history of immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on corn stored at constant temperatures and relative humidities in the laboratory. *Environ. Entomol*., 23 : 1459-1471.

140- **Waongo A., 2009.** Contribution à l'étude des contraintes de stockage des céréales en zone sud soudanienne du Burkina Faso. Univ. Ouagadougou, Burkina Faso, 150p.

141- **Yashphe J., Segal R., Breuer A., Erdreich-Naftali G., 1979.** Antibacterial activity of Artemisia herba alba. J. of Pharma. Sci. 68(7): 924-925.

142- **Zaim A., El Ghadraoui L. et Farah A., 2012.** Effets des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* sur la survie des criquets adultes d'*Euchorthippus albolineatus* (Lucas, 1849). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, n° 34 (2), p. 127-133.

Références web:

https://www.alamyimages.fr/charancon-du-ble-d-insectes-sitophilus-granarius Consulté le. 20 juillet 2020.20h12.

www.alamyimages.fr/photo-image-charancon-du-ble-grenier-a-grain-charancon-charancon-schwarzer-kornkafer-sitophilus-granarius-calandra-granaria-la-prune-contractus-92839606 Consulté le 20 juillet 2020.20h30.

Silo Métallique. et en béton armé http://www.fao.org/Wairdocs/X5161F/X5161FOC.JPG Consulté le 23 juillet 2020.13h25.

https:// www.climatdata.org Consulté le 2 septembre 2020.23h11.