

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département: Biologie Animale.

قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et contrôle de populations d'insectes

Intitulé :

Les insectes ravageurs des denrées stockées

Présenté et soutenu par: - *KHELLAF Abdelmalek* - *KERMICHE Abdelmouaiz*

Le : 20/09/2020

Jury d'évaluation :

Rapporteur : Dr. MADACI Brahim (Grade « MCB » - UFM Constantine).

Examineurs : - Dr KOHIL Karima (Grade « MCA » - UFM Constantine).
- Dr BENKENANA Naima (Grade « MCA » - UFM Constantine).

*Année universitaire
2019- 2020*

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à :

Nos chers parents : Qui n'ont jamais cessé de nous encourager et nous conseiller,

Ils nous ont beaucoup aidé tout en long de notre chemin, grâce à leur amour,

leur compréhension, leurs sacrifices, leur tendresse, leurs prières et leur patience

sans jamais nous quitter des yeux ni baisser les bras

et leurs soutien moral et matériel, on ne saurait jamais traduire ce qu'on ressent vraiment envers eux.

*{Un hommage à mon feu frère « **KHELLAF Abdesslem** » que je pleure son absence}*

Nos chers frères et sœurs : Pour leurs encouragements permanents,

et leur soutien moral, pour leur indulgence en notre faveur qu'ils

touchent ici l'affection la plus intime qu'on ressent à leur égard.

*Nos chers amis et collègues « **H. IMED EDDJNE** » et « **B. RAFIK** »;*

Pour leur compagnie et bons moments passés ensemble,

nous vous aimons beaucoup

*Spécial dédicace à « **B. RAYEN** » Pour son grand soutien*

Et tous ceux qui nous sont chers...

Merci d'être toujours là pour nous.

Que Dieu vous garde.

Abdelmalek et Abdelmouaiz

Remerciements

Nous remercions avant tout *dieu* tout puissant, de nous avoir guidé toutes les années d'étude et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Nous tenons également à exprimer nos remerciements à nos familles, et plus particulièrement à nos parents qui nous ont soutenus et nous ont toujours poussés à poursuivre nos études.

Au terme de ce modeste travail, nous voudrions tout d'abord remercier très chaleureusement notre encadreur et chef de département « *Mr MADACI Brahim* » à l'université Mentouri de Constantine malgré ses multiples responsabilités et occupations, il a mis minutieusement, ses remarques et corrections tout au long de ce document.

Nous tenons à remercier le professeur « *Mme. BENKENANA Naima* » pour l'énorme soutien qu'elle nous a accordé.

Son sens de travail méthodique, ses conseils, suggestions et remarques pertinentes nous ont toujours poussés à mieux faire.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à « *Dr. BENKENANA Naima* » et « *Dr. KOHIL Karima* » pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions

Nous voulons aussi témoigner notre reconnaissance et exprimer toute notre gratitude à nos professeurs qui ont grandement participé à notre formation.

Enfin, nous adressons un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des tableaux

Tableau 1: Variétés botaniques constituant l'espèce <i>Cicer arietinum</i> Algérie	17
Tableau 2: La valeur nutritive de quelque variété locale du pois chiche	18
Tableau 3: Taxonomie de l'orge (Hugo, 1960 et ITGC, 1995)	22
Tableau 4: Valeur calorique et teneur en éléments nutritifs de l'orge	23
(Pour 100g de grains)	
Tableau 5: Principaux insectes déprédateurs des céréales stockées	25
Tableau 6: Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie	25
Tableau 7: Réponse des insectes des produits entreposés à la température	45
Tableau 8: Insecticides employés en protection des denrées stockées	48

Liste des figures

Figure 1 : La production céréalière en Algérie 1962/2012	7
Figure 2 : Vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura)	10
pour le stockage des céréales capacité 1.8 m ³	
Figure 3 : Sacs de blé entreposé en tas	11
Figure 4 : Stock de blé en vrac.....	12
Figure 5 : Silo en béton armé.....	15
Figure 6 : Silo métallique.....	15
Figure 7 : Plante de pois chiche (OMS, 2011).....	17
Figure 8 : Adulte de <i>Rhyzopertha dominica</i> F.....	27
Figure 9 : Grains de blé infectés par le <i>R. dominica</i> F.....	29
Figure 10 : Adulte de <i>Callosobruchus maculatus</i> F.....	31
Figure 11 : Les dégâts causés par <i>Callosobruchus maculatus</i> F.....	32
Figure 12 : Différents caractères morphologiques distinctifs des Bruchidae.....	35
Figure 13 : Femelle de <i>Callosobruchus maculatus</i>	36
Figure 14 : Graine attaquée par <i>Callosobruchus macculatus</i>	38

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I: Généralité sur les céréales et le stockage

I.1.Généralités sur les céréales	4
---	----------

I.2. Les principaux pays producteurs des céréales	5
--	----------

I.3. Importance de la céréaliculture en Algérie	5
--	----------

II. Le stockage des céréales	8
---	----------

II.1. Généralités	8
--------------------------------	----------

II.2. Pourquoi stocker ?	8
---------------------------------------	----------

II.3. Modes de stockage	9
--------------------------------------	----------

II.3.1. Le stockage dans des silos souterrains ; (Matmoura)	10
--	-----------

A- Avantage	10
--------------------------	-----------

B- Les inconvénients	11
-----------------------------------	-----------

II.3.2. Stockage en sac	11
--------------------------------------	-----------

A. Les avantages	12
-------------------------------	-----------

B. Les inconvénients	12
-----------------------------------	-----------

II.3.3. Stockage en vrac (courte durée)	12
--	-----------

II.3.4. L'entreposage en silo (longue durée)	13
---	-----------

▪ La différence entre un silo en béton armé et un silo en métal	13
--	-----------

1. Silo métallique.....	13
--------------------------------	-----------

A. Avantage	14
--------------------------	-----------

B. Les inconvénients	14
-----------------------------------	-----------

2. Silos en béton armé	14
-------------------------------------	-----------

Chapitre II: D'autres denrées stockées

I. Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)	16
I.1. Taxonomie du pois chiche (<i>Cicer Arietnum</i>)	16
I.2. Biologie du pois chiche	16
I.3. Méthodes de stockages	18
A- Stockage traditionnel	18
B- Stockage en vrac	19
C- Stockage en silos	19
II. Le niébé (<i>Vigna unguiculata</i>L)	19
II.1. Description de <i>Vigna unguiculata</i> L	20
II.2. Valeur alimentaire et importance économique du niébé	20
II.3. Le stockage	20
III. L'orge (<i>Hordeum vulgare</i>)	20
III.1. Position systématique	20
III.2. Importance de l'orge	22
➤ Valeur alimentaire	22

Chapitre III: Les insectes ravageurs des denrées stockées

I. Principaux groupes et espèces d'insectes signalés ravageurs	24
I.1. Dans le monde	25
I.2. En Algérie	26
I.3. Ordre des coléoptères	27

I.3.1. <i>Rhizopertha dominica</i> F.	27
I.3.1.1. Description de l'insecte	27
I.3.1.2. Origine et répartition géographique	28
I.3.1.3. Cycle de développement	28
I.3.1.4. Les dégâts causés	29
I.3.2. <i>Callosobruchus maculatus</i> F.	30
I.3.2.1. Description de l'insecte	30
I.3.2.2. Origine et répartition géographique	31
I.3.2.3. Cycle de développement	31
I.3.2.4. Les dégâts causés	32
I.3.3. <i>Oulema melanopus</i> (Criocère de l'orge)	33
✓ Dégâts	33
I.3.4. <i>Géotrogus deserticola</i> (vers blancs)	33
I.3.5. Bruchidae	34
1. Caractères généraux des Bruchidae	34
2. <i>Callosobruchus maculatus</i> (F)	35
➤ Les deux formes d'adultes de <i>C. maculatus</i> (F)	35
➤ Ecologie de l'espèce	36
➤ Pertes et dégâts	37
A. Pertes qualitatives	37
B. Pertes quantitatives	37
I.4. Ordre des hémiptères	38
I.4.1. <i>Sitobion avenae</i> (Le puceron des épis)	38
✓ Dégâts	39
I.4.2. <i>Rhopalosiphum padi</i> (Le puceron vecteur de la jaunisse nanisante)	40
✓ Dégâts	40
I.4.3. <i>Metopolophium dirhodum</i> (Le puceron du feuillage des céréales)	41

I.4.4. <i>Psammotettix alienus</i> (La cicadelle des céréales)	41
✓ Dégâts	42
I.5. Ordre des diptères	42
➤ <i>Agromyza nigrella</i> (La mouche mineuse des céréales)	42
I.6. Ordre des lépidoptères	43
➤ <i>Cnephasia pumicana</i> (La tordeuse des céréales)	43

Chapitre VI: La lutte

I. Méthode de lutte contre les insectes nuisibles des denrées stockées	44
I.1. Lutte physique	44
I.2. Lutte chimique	45
I.3. Les insecticides d'origine botanique	48
I.4. Lutte biologique	49
 Conclusion et perspectives	 51
 Références bibliographiques	 52

Introduction

On appelle céréale toutes les plantes de la famille des Graminées (Poacées) dont le grain possède une amande amylacée, susceptible d'être utilisée dans l'alimentation des hommes ou des animaux.

Seul le sarrasin dont la graine remplit un rôle identique, appartient à une famille différente, celle des Polygonacées (Godon .H, 1968).

La superficie mondiale consacrée aux céréales se situe autour de 692 millions d'hectares.

Le blé est avec 200 millions d'hectares la céréale la plus cultivée dans le monde.

La production mondiale des céréales est de l'ordre de 2.316 milliards de tonnes (United States Department of Agriculture 2011/2012); en augmentation d'environ 800 millions de tonnes par rapport à 1970.

Cette progression résulte de l'augmentation des superficies cultivées, mais surtout de celle des rendements à la suite des progrès techniques réalisés au cours des dernières décennies, amélioration variétale, utilisation croissante des engrais, méthodes de lutte contre les ennemis des cultures, mécanisations; irrigation.

La production de céréales s'est nettement accrue en Chine et aux États-Unis depuis le début des années 2000. (F.A.O, Eurostat, Agreste.2013)

En Algérie les superficies réservées aux céréales sont de l'ordre de 06 millions d'hectares. Chaque année 03 à 3.5 millions d'hectares sont emblavés soit 70% est destinée particulièrement à la culture du blé, l'orge, et l'avoine n'occupe qu'une faible superficie.

Le reste étant laissé en jachère c'est à-dire non cultivé.

La majeure partie de ces emblavures se fait dans les régions de Sidi Bel Abbés, Tiaret, Sétif et El Eulma.

Ces grandes régions céréalières sont situées dans leur majorité sur les hauts plateaux.

Ceux-ci sont caractérisés par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, et des gelées printanières, des vents chauds et desséchants (Belaid, 1968; Djekoun et *al*, 2002).

Les céréales occupent environ 2,9 millions d'ha (moyenne 2000-2012), soit près de 35% des terres arables.

Durant les années de (2008-2012) la production moyenne de céréales a légèrement dépassé 32 millions de quintaux avec un rendement aux alentours de 11q/ha selon la F.A.O ; 2012, cette production est basée sur le Blé avec 19 millions de q soit (60%) dont (70% blé dur et 30% de blé tendre) 13 millions de q d'orge soit (40%) généralement destiné à l'alimentation des bétails.

Puisque, les grains des céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et les animaux domestiques.

En Algérie, les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien.

En effet, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique, et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (Feillet P., 2000).

C'est pourquoi la connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage sont déterminantes pour la survie de millions de personnes.

Le regroupement des récoltes sous formes de stocks, effectué depuis la haute antiquité, crée un système écologique artificiel particulièrement vulnérable aux attaques des ravageurs animaux : rongeurs, oiseaux, insectes, acariens ...etc. (Sigaut 1978).

Les insectes sont les plus nuisibles, et ils sont très redoutés car leur seule présence est néfaste, et déprécie le stock tout entier, quelque soit leur nombre (Fleurrat-Lessard, 1982).

Les pertes dues aux insectes sur les céréales et les légumineuses sont de l'ordre de 10% à 40% dans des pays où les technologies modernes de stockage n'ont pas été introduites. (Hignar, 1985)

Les insectes d'entrepôt sont catégorisés; soit comme ravageurs primaires soit comme ravageurs secondaires.

Les insectes ravageurs primaires; sont ceux qui sont capables d'envahir des grains non endommagés et de les infester, même s'ils se nourrissent également de grains endommagés.

La plupart des ravageurs primaires sont également capables de lancer leurs attaques dans les champs, avant la récolte.

Les ravageurs secondaires attaquent ou s'établissent dans les grains qui ont déjà été endommagés ou attaqués par les ravageurs primaires d'entrepôt.

En général, une température et une humidité relative élevées influent considérablement sur l'évolution des infestations chez les ravageurs primaires mais aussi pour les ravageurs secondaires.

Les milieux combinant des températures entre 25°C et 34°C et une humidité relative d'environ 70 % sont considérés comme à risque.

L'objectif de ce travail

Male connu car il y a pas d études sur les ravageurs des denrées stockées en Algérie et dans la région de Constantine

Chapitre I

Généralité sur les céréales et le stockage

I.1. Généralités sur les céréales

Les céréales tiennent de loin, la première place quant à l'occupation des terres agricoles, parce qu'elles servent d'aliments de base pour une grande proportion de la population mondiale.

En Algérie, tout comme en Afrique du Nord, ces cultures représentent la principale spéculation et draine plusieurs activités de transformation; en semoulerie, en boulangerie et en industrie alimentaire.

Elles constituent également la base de l'alimentation et occupent une place privilégiée dans les habitudes alimentaires des populations aussi bien dans les milieux ruraux qu'urbains.

En effet, la consommation individuelle est évaluée en 2000, à 205 Kg/ an en Tunisie, 219 Kg/ an en Algérie et 240Kg/ an au Maroc (Boulal et al., 2007).

Cultivées depuis fort longtemps comme l'attestent les restes trouvés dans certaines régions et dont certains datant de la période néolithique, les espèces des céréales cultivées ont les centres d'origines suivantes :

- Centre ouest de la Chine : le millet.
- Asie du sud-est : seigle, riz.
- Asie centrale : blé tendre.
- Moyen orient : blé dur, seigle avoine.
- Abyssinie : Orge.
- Amérique centrale : Maïs.

Les céréales ont constitué la base principale de l'alimentation de ces premières civilisations; riz ; pour les civilisations Asiatiques, blé ; pour celle des bassins Méditerranéens et du Proche-Orient (Ait Slimane, S. Ait Kaki & al., 2008).

Le rôle important que les céréales ont joué dans le développement de ces civilisations tient à leur valeur énergétique (autour de 3 400 Kcal/kg de matière sèche).

Une teneur en protéine proche des besoins des organismes, et leur facilité de transport et de stockage.

Réservées à l'origine à l'alimentation humaine, les céréales ont vu leur usage progressivement s'étendre à l'alimentation animale et à des usages industriels (Balaid, 1986).

La F.A.O estime qu'actuellement un peu moins de 40% de la production mondiale est destinée à l'alimentation humaine, environ 50% à l'alimentation animale, et le reste à des usages industriels.

L'usage en alimentation humaine concerne principalement le blé (dur et tendre) le riz et le maïs, l'orge est surtout utilisé en brasserie.

La superficie mondiale consacrée aux céréales se situe autour de 692 millions d'hectares.

Le blé est avec 200 millions d'hectares.

La production mondiale des céréales est de 2.316 milliards de tonnes d'après en augmentation d'environ 800 millions de tonnes par rapport à 1970. (USDA 2011/ 2012).

Cette progression résulte de l'augmentation des superficies cultivées, mais surtout de celle des rendements à la suite des progrès techniques réalisés au cours des dernières décennies, amélioration variétale, utilisation croissante des engrais, méthodes de lutte contre les ennemis des cultures, mécanisations irrigation ...

I.2. Les principaux pays producteurs des céréales

Le maïs, le blé et le riz sont les trois principales céréales cultivées dans le monde.

En 2013, la Chine confirme son rang de premier producteur mondial de céréales (18% du total), devant les États-Unis (16%), l'Union européenne (11 %) et l'Inde (9%).

La Chine et l'Inde concentrent à elles seules la moitié de la production mondiale de riz.

Les autres principaux pays producteurs de céréales sont les pays de la mer Noire (Russie, Ukraine), le Canada et certains pays d'Amérique du Sud (Brésil, Argentine).

La production de céréales s'est nettement accrue en Chine et aux États-Unis depuis le début des années 2000 (F.A.O, Eurostat, agreste.2013)

I.3. Importance de la céréaliculture en Algérie

Dans plusieurs régions d'Algérie, les céréales représentent les ressources principales du Fallah, elles constituent la base de la nourriture des Algériens (Lerin François, 1986).

Les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien.

En effet, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique, et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (Feillet P., 2000)

En Algérie, les superficies réservées aux céréales sont de l'ordre de six (06) millions d'hectares, chaque année trois (03) à 3,5 millions d'hectares sont emblavés, les restes étant laissés en jachère (non cultivée).

Soit, 70% est destinée particulièrement à la culture de blé, l'orge, et l'avoine n'occupe qu'une faible superficie, même quand les conditions climatiques sont favorables, la superficie récoltée est moins que celle emblavée.

La majeure partie de ces emblavures se font dans les régions de : Sidi Bel Abbés, Tiaret, Sétif, El Eulma.

Ces grandes régions céréalières sont situées dans leur majorité sur les hauts plateaux.

Ceux-ci sont caractérisés par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gelées printanières et des vents chauds et desséchants (Belaid, 1996 ; Djekoun et *al.*, 2002).

La production de céréales en Algérie est marquée par une forte irrégularité, elle-même conditionnée par les aléas climatiques

Ainsi, sur les 40 dernières années, on enregistre un écart de 1 à 5 entre une année calamiteuse (9,7 millions de q en 1994) et une année d'abondance (52,5 millions de q en 2009) (Fig. N° 1).

Cependant, les progrès technico-économiques, s'ils ne parviennent pas à stabiliser la production du secteur, ont permis de l'augmenter significativement.

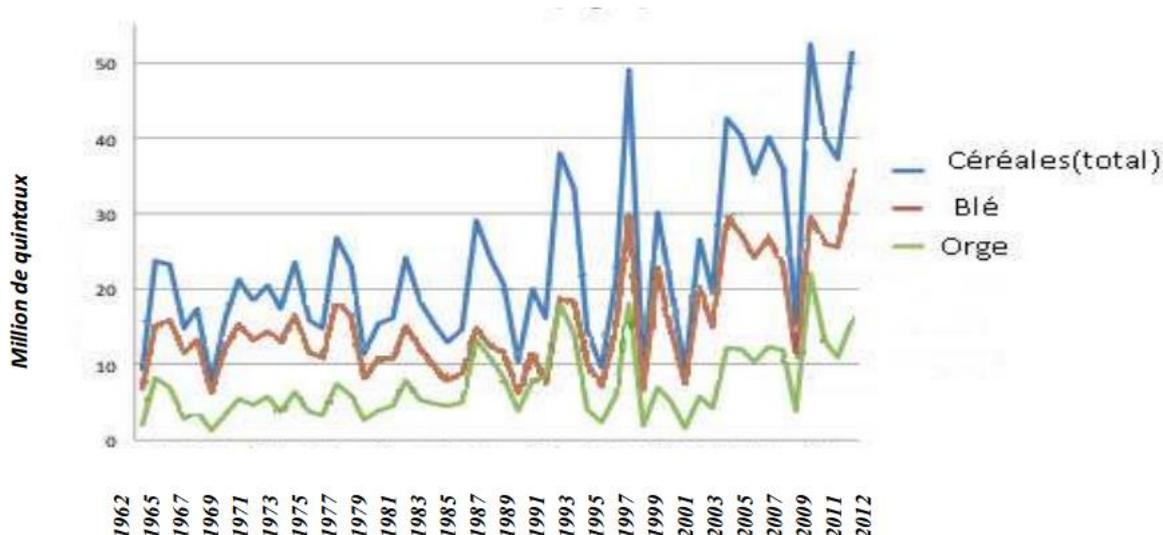


Fig. N°1 : la production céréalière en Algérie 1962/2012

Source : F.A.O stat 2012

La moyenne décennale a ainsi presque doublé entre 1981-90 (18,2 millions de q) et 2001-2010 (34,9 millions de q), avec une progression régulière qui a permis d'accompagner la progression démographique (de 19 à 38 millions d'habitants entre 1980 et 2012) (Jean-Louis Rastoin & El Hassan Benabderrazik Mai 2014).

La production moyenne de céréales des 5 dernières années (2008 à 2012), qui a légèrement dépassé 32 millions de quintaux selon la Fao, se répartit de la façon suivante :

- Blé : 19 millions de q (60%)
- Orge : 13 millions de q (40%)

La production de blé se répartit entre blé dur (70% en 2012) et blé tendre (30%), avec une importante variabilité interannuelle. Le blé dur reste ainsi la céréale prépondérante en Algérie. Généralement bien adapté aux conditions locales, sa production progresse au même rythme que celle du blé tendre (+ 47% entre les moyennes quinquennales 2000-2004 et 2008-2012), contre + 84% pour l'orge, qui reste plus importante que le blé tendre, à plus de 13 millions de quintaux en 2008-2012, contre 8 pour le blé tendre et 19 pour le blé dur (Jean-Louis. R & E. H. Benabderrazik, 2014).

Les rendements céréaliers demeurent faibles et très irréguliers : 13,5 q/ha pour le blé (dure et tendre) en moyenne sur 2001-2010, et 13,2 pour l'orge, ce qui se situe loin derrière la

productivité des pays méditerranéens de l'Europe et s'explique à la fois par des causes naturelles (sol et climat), techniques (semences, pratiques culturales) et humaine (organisation et formation des producteurs).

On note par ailleurs en Algérie une forte « régionalisation » des conditions de production et donc des niveaux de récolte contrasté d'Est en Ouest, la même année (Jean-Louis. R & Benabderrazik, 2014).

II. Le stockage des céréales

II.1. Généralités

Les grains des céréales et les grains constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et des animaux domestiques ; c'est pourquoi la connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage est déterminante pour la survie de millions de personnes.

Pendant très longtemps et jusqu'à une époque récente, la moisson était faite à la faux ou avec des machines à traction animale les céréales fauchées étaient mises en gerbes sur le champ : les grains protégés par leurs enveloppes était mis à l'abri sous hangar.

Ultérieurement le battage permettait de séparer les enveloppes et les pailles des grains qui étaient ensuite stockées en sac plus rarement en vrac, dans des greniers ou des magasins sans aménagement particulier.

L'évolution économique du secteur stockage au cours des dernières années, a été caractérisée dans la plupart des pays développés par ; la mécanisation de la récolte par ; l'augmentation considérable du volume de la collecte (lié à l'accroissement des rendements à l'hectare obtenu grâce à la sélection variétale, aux engrais, aux techniques culturales par la concentration des entreprises de stockage. (DELOBEL et TRAN, 1993).

II.2. Pourquoi stocker ?

Le stockage des céréales durant plusieurs mois est une pratique courante.

Sa nécessité vient du décalage entre leurs productions saisonnières et leurs utilisations par la meunerie tout au long de l'année.

D'autre part pour régulariser le marché en fonction des récoltes, les pays producteurs conservent des stocks plus longtemps.

Selon le CIC (2012)(conseil internationale de céréales) les stocks mondiaux en céréale sont en moyenne de 400 million de tonnes sur une production mondiale (hors riz) qui atteindre un record historique de 1,98 milliards de tonnes en 2013 soit 20.20%.

Le stockage de ces blés est assuré principalement par les collecteurs agréés mais aussi par les meuniers, les stockeurs intermédiaires et les exportateurs.

En fin, certaines quantités des céréales peuvent être conservées plusieurs années pour des raisons stratégiques.

Si l'on destiné le blé à l'alimentation humain, il importe assez peu que le grain ait perdu de son pouvoir germinatif, mais il faut éviter qu'il ait subi tout début de germination même imperceptible, qui le rend impropre à la panification, et toute atteinte par les moisissures dont le goût se communiquerait à la farine et rendrait le pain immangeable, et si le blé est destiné à l'alimentation des animaux, il faudra éviter que le grain ait un goût de fermenté, mais là encore, la valeur germinative importera peu, et en fin si le blé conservé pour faire de la semence, c'est la faculté et l'énergie germinative qui auront une importance primordiale.

Des essais de stockage de longue durée 10-15 ans ont été réalisés pour préciser les conditions nécessaires à la bonne conservation des qualités meunières et boulangeries surtout dans le cas du blé. (Dupin, 1989)

II.3. Modes de stockage

Les conditions d'entrepôts sont importantes car si les grains de blé sont stockés dans de mauvaises conditions, il y a un risque de germination et de prolifération des moisissures.

La teneur en eau des grains la plus favorable pour l'entreposage est de 10 à 15%.

Afin d'obtenir un taux d'humidité correcte, il est parfois nécessaire que les grains de blé subissent un séchage par ventilation d'air chaude.

Mais la température à laquelle s'effectue ce séchage ne doit pas dépasser 65°C, sinon il y a un début d'altération des protéines du gluten et de destruction des enzymes nécessaires pour la panification. (Dupin, 1989)

II.3.1. Le stockage dans des silos souterrains ; (Matmoura)

Le paysan Algérien, sur les hauts plateaux, conservait tant bien que mal, le produit de ces champs d'orge et de blé, dans des enceintes creusées de simple trous cylindriques ou rectangulaires construites dans des zones sèches, en sol stable, généralement argileux ou le niveau de la nappe phréatique est suffisamment bas ,c'est ce que l'en appelle (El Matmoura) à un endroit surveillé ou proche de la ferme, la capacité de ces lieux de stockage est variable elle est de l'ordre de quelque mètres cubes, c'est une technique archaïque peut être encore utilisé dans certaines régions isolées (Doumaïndji A et al, 1989).

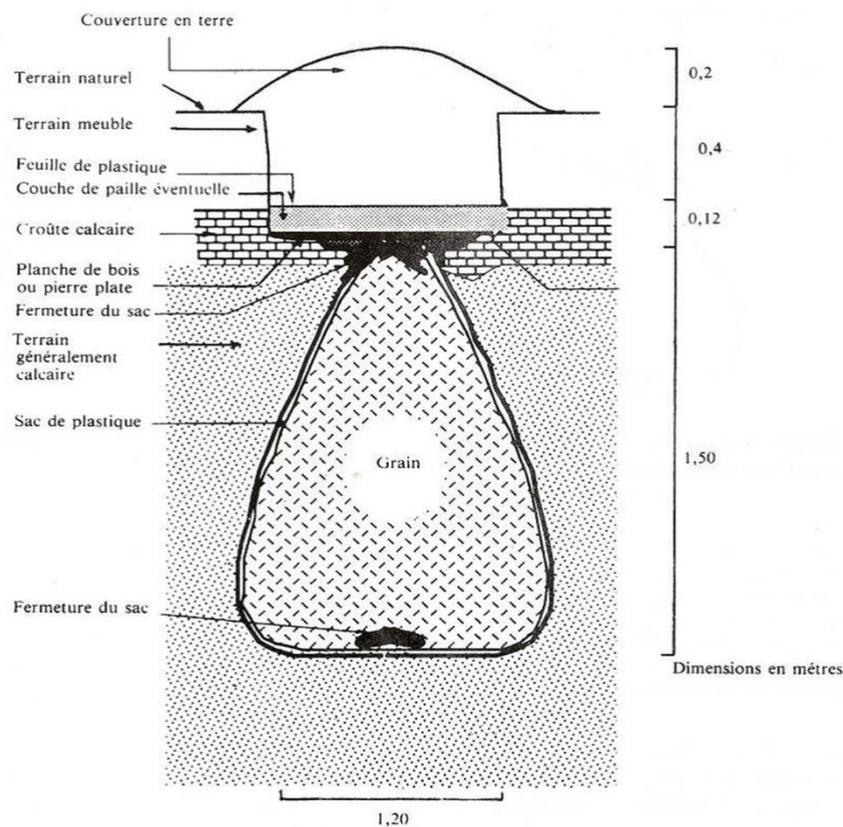


Fig. N°02: Vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura) pour le stockage des céréales capacité 1.8 m3. (E.Bartali)

A. Avantage

Ce mode de stockage est intéressant du fait de sa relative facilité de construction, de son faible coût, de sa bonne isolation thermique, de la protection qu'il apporte contre les attaques de rongeurs, de la diminution de l'activité des insectes et de la protection contre une infestation grâce à l'étanchéité relative à l'air qui réduit les échanges gazeux avec l'extérieur.

B. Les inconvénients

Les principaux inconvénients de ce type de stockage sont : La difficulté à vider la fosse, les dommages causés par l'humidité s'infiltrant par le sol et la condensation d'eau à la partie supérieure bien que dans certains cas l'apport d'humidité crée une prolifération, des champignons en surface qui diminue la concentration en oxygène de l'atmosphère interstitielle et permet donc une conservation correcte du reste du stock (Shejbal, et Baislambert, 1982)

II.3.2. Stockage en sac

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute ou en polypropylène pour les semences.

Les sacs sont entreposés en tas dans divers locaux, magasins ou hangars. Souvent ce type de stockage est provisoire.

Dans le cas de forte production et de saturation des divers locaux de grande capacité, l'utilisation des sacs et locaux annexes (hangars et magasins) devient nécessaire (Doumaindji et *al*, 1989)



Fig. N° 03: Sacs de blé entreposé en tas

C. Les avantages

Le stockage en sac permet d'employer des bâtiments existants ; Les sacs de jute permettent une bonne aération des grains stockés.

D. Les inconvénients

D'après (Cryz et *al*, 1988), les majeurs inconvénients sont : La faible isolation des sacs contre l'humidité, la température, et les différents déprédateurs (insectes, oiseaux, rongeurs.) ;

La nécessité d'une main d'œuvre importante et entraîné qui augmente le coût de cette opération ; Opération de chargement et déchargement difficile.

II.3.3. Stockage en vrac (courte durée)

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 (Doumandji et *al*, 2003).



Fig. N° 04: Stock de blé en vrac (Source : photo original CCLS)

Quel que soit le mode de stockage en vrac ou en sac, la topographie des lieux est à prendre en compte.

On évitera les zones basses, inondables, pour leur préférer un point haut, d'où les eaux de pluie s'évacuent facilement, mais d'accès facile en gardant à l'esprit qu'il faut prévoir des voies d'accès ouvertes par tous temps et pouvant supporter des véhicules lourdes, l'implantation devra donc se faire près des voies de communication pour limiter l'élévation de température produite par le rayonnement solaire, le magasin doit être orienté Est –Ouest dans le sens de la longueur, c'est-à-dire qu'il ne se présentera pas au rayonnement du matin et du soir, les façades étant orientées Nord –Sud tel que les portes opposées soient dans l'axe des vents dominants (Cryz et al, 1988)

II.3.4. L'entreposage en silo (longue durée)

Les silos 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 (Doumandji et al, 2003).

Il existe plusieurs types de silos, citons :

- Silos de ferme : ils peuvent contenir entre 500-10000 quintaux.
- Silos coopératifs : leurs capacités varient entre 10000 -50000 quintaux.
- Silos portières : leurs capacités dépassent 50000 quintaux.

▪ La différence entre un silo en béton armé et un silo en métal

1. Silo métallique

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 (Cryz., Troud., Griffond ., Hebert ., 1988)

A. Avantage

Montage souvent facile et rapide ;

Construction légère ce qui permet d'implanter un silo sur des sols de mauvaise portance ;

Construction moins coûteuse.

B. Les inconvénients

Nettoyage des parois dans des conditions difficiles d'accessibilité et de température ;

Détérioration qualitative du produit ; risque de développement des mycotoxines qui sont dangereuses pour la santé des consommateurs ;

Joints déficients entre les toiles laissant s'infiltrer l'eau de la pluie ;

Condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air au-dessus du grain qui est liée aux variations de la température entre le jour et la nuit et qui peut alors provoquer une humidification des grains et création d'une zone favorable à la reprise d'activité des grains et des microorganismes.

2. Silos en béton armé

La plupart des silos de grande capacité en Algérie sont construits en béton armé.

Le béton armé présente des caractéristiques très intéressantes pour la construction d'installation de stockage. (Lerin, 1986)

C'est un matériau durable n'exigeant, ni revêtement, ni entretien donc pouvant être amorti sur une longue période.

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 mètre, 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).

Le béton armé présente toutefois quelques inconvénients : (Cryz et *al*, 1988) Il est poreux et permet donc des échanges gazeux avec l'extérieur ce qui posera des problèmes pour le traitement des stocks.

Il est lourd, il ne pourra donc être mis en œuvre que sur des sols ayant une bonne résistance à la pression.

Les constructions en béton peuvent présenter des fissures ou microfissures qui permettent des rentrées d'eau et d'être des milieux favorables pour les insectes donc il doit être mis en œuvre par des personnes qualifiées et des entreprises parfaitement équipées.

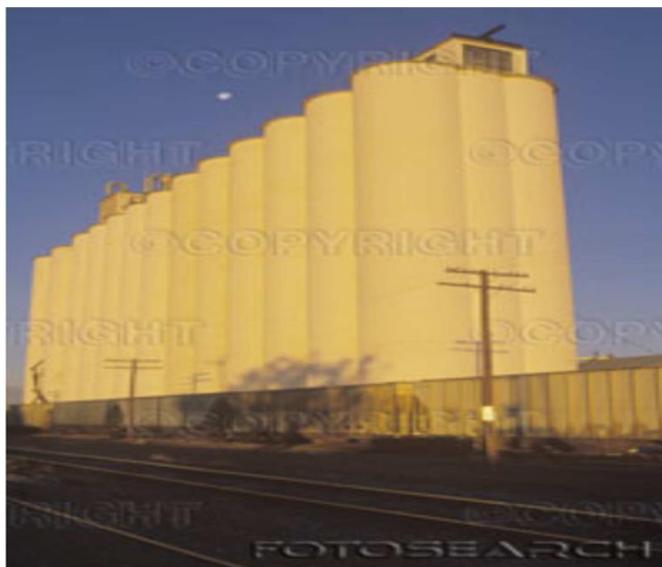


Fig. N° 05: Silo en béton armé

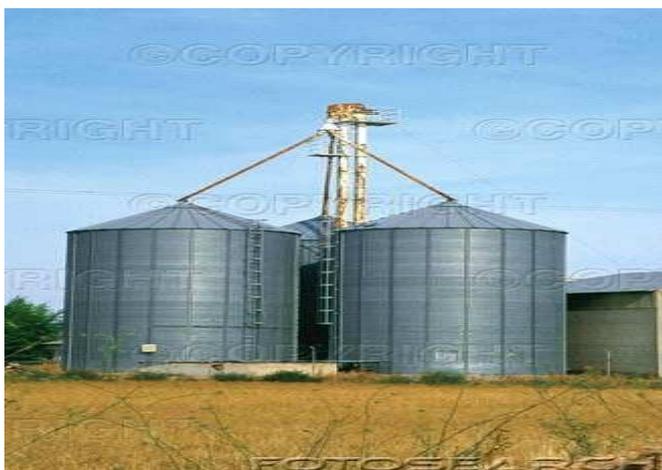


Fig. N°06: Silo métallique

Source : <http://www.fao.org/Wairdocs/X5161F/X5161FOC.JPG>

Chapitre II

D'autres denrées stockées

II. Pois chiche (*Cicer arietinum*)

I.1. Taxonomie du pois chiche (*Cicer Arietnum*)

Le pois chiche est une plante appartenant à la famille des fabaceae, sous famille de Papilionoideae, tribu de ciceracae, genre cicer (Paterson et *al.*, 2000).

Classe : Equisetopsida

Subclasse : Magnoliidae

Superordre : Rosanae

Ordre: Fabale

Famille : Leguminosae/ Fabaceae

Espèce : *Cicer Arietnum*

I.2. Biologie du pois chiche

Sur le plan botanique, il est décrit comme une plante herbacée annuelle; dressée ou rampante couverte de poils glanduleux.

Sa germination est du type hypogé (les cotylédons restent souterrains).

Ses racines peuvent atteindre un mètre de profondeur, mais la plupart se trouvent dans les premiers centimètres (Duke, 1981).

Sa tige anguleuse a une hauteur de 0.20 à 1 mètre de haut.

Ses feuilles se composent de 7 à 17 folioles ovales et dentées.

Les fleurs peuvent être blanches, bleues ou violettes.

Le poids de 1000 grains varie de 200 à 600 grammes (Vander, 1972).

Les taxonomistes se sont accordés à diviser le pois chiche cultivé en plusieurs types dont les principaux sont les deux variétés DESI et KABULL.



Fig. N°07: Plante de pois chiche (OMS, 2011)

Tableau n°01. Variétés botaniques constituant l'espèce *Cicer arietinum* Algérie

Espèce	Variétés botaniques	Noms communs	Caractéristiques du grain
	<i>C. arietinum</i> var <i>edule</i>	Pois chiche comestible	Gros, blanc, rosé ; sphéroïde, plus ou moins ridé
	<i>C. arietinum</i> var <i>globulosum</i>	Pois chiche rond	Gros, blanc, jaunâtre ; rond ; plus ou moins ridé
	<i>C. arietinum</i> var <i>commune</i>	Pois chiche commun	Oblong, ridé, anguleux, blanc, jaunâtre à roux foncé
	<i>C. arietinum</i> var <i>dentatum</i>	Pois chiche denté	Grain voisin du pois chiche commun mais à grain noir mat

Tableau n°02. La valeur nutritive de quelque variété locale du pois chiche

En % en matière sèche			
variétés	Teneur en protéines	Teneur en lipides	Somme des acides aminés
CUNIN 11	23 ,4	4,6	58,79
ISSER 537	21 ,80	4,8	60,19
ATEC 10	21 ,20	5,2	56,55
TESSALAH	20,40	6,4	56,55
ORAN PRECOCE	20,40	6,2	56,55
MISSERGHIN	20,40	6,2	50,92
RABAT 57	20,20	5,1	50,92
AIN TEMOUCHENT	18,90	6,1	52,66
ABDELLYS494	18,50	5,4	52,66
ABDELLYS493	17 ,10	5,3	52,66
MENEVILLE	16,60	4,9	76,19

I.3. Méthodes de stockages

Les graines depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et des animaux domestiques, c'est pourquoi la connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leurs stockages sont déterminant pour la survie de million de personnes (Multon, 1982).

D- Stockage traditionnel

En dehors de la conservation connue actuellement, persistent des méthodes bien plus anciennes qui consistent à stocker les graines à une certaine profondeur sous le sol comme l'usage de cavités sous terrains plus ou moins aménagées, de puis, de greniers et de pots en terre.

Sur les hauts plateaux, les agriculteurs algériens conservent leurs récolte dans des enceintes creusées dans un sol argileux généralement à endroit surélevé qu'on appelle « Elmatmora » (Domandji, 1982 in Righi ; 2010).

L'inconvénient majeur de cette méthode de stockage est la très forte humidité et l'infiltration des eaux qui favorisent le développement des moisissures et les phénomènes de fermentation bactérienne (Hayma ; 2004).

E- Stockage en vrac

Les grains en tas sont laissés à l'air libre sous des hangars ouverts à charpente métallique.

Malheureusement les contaminations sont possibles d'autant plus que dans ce type de construction il demeure toujours des espaces entre les murs et les toits ce qui permet le passage d'éventuels insectes ravageurs (Doumandji, 1977).

Cette méthode est peu répandue dans les pays en développement alors qu'elle est généralisée dans les pays développés, elle est partagée en deux types de cellules: cellules grillagées et cellules simples en panneaux (Righi, 2010).

F- Stockage en silos

Les silos sont des enceintes cylindriques en métal ou en maçonnerie couverte sur les parois internes d'une couche d'aluminium pour éviter les phénomènes de condensation.

C'est une nouvelle méthode pour le stockage des grains ; elle est efficace, diminue les dégâts et limite l'attaque des ravageurs (Jard, 1995 in Kassemi, 2006).

II. Le niébé (*Vigna unguiculata*L)

Vigna unguiculata L. est une des principales légumineuses alimentaires mondiales.

Elle est cultivée sur plus de 9 millions d'hectares, dans toutes les zones tropicales et dans le bassin méditerranéen.

La production de graines dépasse 2,5 millions de tonnes et provient pour les deux tiers d'Afrique.

Dans certains pays tropicaux, le niébé fournit plus de la moitié des protéines consommées et joue un rôle clé dans l'alimentation.

Seuls parmi les pays développés, les Etats-Unis en produisent des quantités substantielles (Pasquet & Baudoin, 1997).

II.1. Description de *Vigna unguiculata* L

Le niébé est une plante herbacée dicotylédone, ayant une très grande diversité de formes, appartient au genre *vigna* (Timko & Singh, 2008).

C'est une plante autogame présentant de nombreuses variétés à port rampant, semi rampant ou érigé.

Le fruit est une gousse indéhiscence, longue de 7 à 15 centimètre, et large de 7 à 10 millimètre, renfermant 8 à 15 graines reliées par le hile avec la suture dorsale de la gousse (Alzouma, 1987).

II.2. Valeur alimentaire et importance économique du niébé

Le niébé est très important sur le plan alimentaire que sur le plan agronomique.

Ses graines sont riches en protéines (20 à 25% de leur poids sec) et contiennent la plupart des acides aminés nécessaire à l'alimentation humaine (Hignard, 1998 ; Archana & Jawali, 2007), également riche en éléments minéraux, sa capacité à fixer de l'azote atmosphérique lui confère un rôle important dans la fertilité des sols.

La réserve de blé et du niébé représente un élément important pour l'alimentation humaine.

Il constitue la principale source de protéine dans les pays sous-développés (Huingnard, 1985; Cheftel & Cheftel, 1992).

Malheureusement, des pertes énormes de céréales sont causées par les mauvaises conditions de stockage.

De ce fait, la connaissance et la maîtrise des techniques de stockage des céréales est essentielle (Multon, 1982).

II.3. Le stockage

Le stockage correspond à l'entreposage des graines dans une enceinte conçue à cet effet.

Les systèmes traditionnels se sont affirmés au cours du temps en s'adaptant aux conditions locales.

Les moyens et les formes utilisés sont très divers et dépendent de la disponibilité des matériaux de construction (Kossou & Aho, 1993).

D'après Safir (1999), le stockage doit éviter toute ré-humidification des graines et tout échauffement biologique.

L'entreposage des graines est très diversifié dans sa nature et dansses moyens ; c'est ainsi que l'on trouve divers types de stockage qui se sont développés simultanément (Multon, 1982).

Les premiers dispositifs de stockage sont les silos en maçonnerie, puis en bois, en métal, et en fin en béton (Gatel, 2003).

Pour conserver les semences, l'homme a utilisé des paniers tressés doublés de paille, des gourdes et toutes sortes de jarres de terre.

Aujourd'hui, des méthodes modernes sont utilisées pour stocker les céréales.

Ces dernières sont conservées selon deux modes de stockage : Stockage en sacs et Stockage en vrac (Bakour & Bendifelah, 1990).

Le bon stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains de blé et grains de niébé.

III. L'orge (*Hordeum vulgare*)

L'orge est la première céréale cultivée, on en trouve sa trace au Proche-Orient au moins 7000 ans avant notre ère (Botineau, 2010).

D'après Soltner (2005) l'orge est une monocotylédone, c'est une plante annuelle au cycle végétatif court 130 à 150 jours ou même moins, par rapport au blé 250 à 280 jours.

Qui s'adapte aux différents climats ; elle est résistante au froid, au manque d'eau et à la pauvreté des sols (Monette et Fortin, 2006).

Le genre *Hordeum* comporte 34 espèces, qui sont généralement diploïdes à $2n=14$ chromosomes, mais il existe des espèces sauvages tétra-ou hexaploïdes (Doré, 2006).

III.1. Position systématique

En Algérie, neuf variétés d'orge sont cultivées; Remada, Dahbia, Saida, Hamra, Tichedrett, Dahria, Rihane Nailia, Badia) (Institut technique des grandes cultures, 1995).

Variété Saida 183 est la variété qui est cultivée dans l'institut biotechnologie (ITMAS).

La classification de cette variété est représentée dans le tableau n°03 suivant :

Tableau N°03.Taxonomie de l'orge (Hugo, 1960 et ITGC, 1995)

Règne	<i>Plantae</i>	Genre	<i>Hordeum</i>
Embranchement	<i>Magnoliophyta</i> (ou Angiospermes)	Espèce	<i>Hordeum vulgare</i> (Linné, 1753)
Classe	<i>Liliopsida</i> (ou Monocotylédones)	Sous-espèce	<i>Hordeum vulgare</i> <i>hescastichum</i>
Ordre	<i>Cyperales</i>	Variétés	Saida 183
Famille	<i>Gramineae (Poaceae)</i>	Nom commun	Orge

III.2. Importance de l'orge

➤ Valeur alimentaire

Les céréales sont présentes partout dans toutes les cuisines du monde.

Pourtant, dans l'alimentation moderne (Fraival et al., 2011).

L'utilisation de l'orge pour la consommation humaine n'est pas très importante dans les pays occidentaux.

En Asie, en Afrique du nord et au Moyen-Orient, on l'utilise sous forme de farine ou de grains pour les porridges.

Dans les pays industrialisés, l'orge est principalement utilisée pour nourrir le bétail et pour la boulangerie, la brasserie (bière) et la distillerie (whisky) (Monette et Fortin, 2006).

En Algérie, les céréales sont la base alimentaire de la population (220Kg / individu / an) elles occupent la première place en surface agricole (Anonyme, 2004).

Selon Leureau (1999), la valeur calorique et la teneur en éléments nutritifs de l'orge sont mentionnées dans le Tableau n 04.

Tableau N°04. Valeur calorique et teneur en éléments nutritifs de l'orge (pour 100g de grains) (Leureau, 1999)

Eau (g)	Valeur calorique (g)	Protéines (%)	Matières grasses (g)	Ensemble des hydrates de carbones (g)	Calcium (mg)	Fer (g)	Thiamine (mg)	Acide Nicotinique
12	-	11	1.8	73	60	4	0.46	5.5

Chapitre III

Les insectes ravageurs des denrées stockées

I. Principaux groupes et espèces d'insectes signalés ravageurs

Ils sont considérés comme les déprédateurs les plus redoutables, puisqu'ils peuvent vivre sur des grains secs, de plus les céréales constituent un milieu favorable pour leur pullulation.

Cependant, l'origine de l'infestation des stocks est variable.

L'infestation peut débuter au niveau du champ pour certains insectes, comme elle peut également intervenir le long de la chaîne de post récolte empruntée par la denrée et enfin elle peut se faire dans les entrepôts.

En plus, la contamination de la denrée par les insectes à l'intérieur des lieux de stockage, peut être due aux insectes s'y trouvant dedans, provenant de la proximité ou encore par un mélange entre des grains sains et ceux contaminés.

Les insectes en question appartiennent à l'ordre des Coléoptères et des Lépidoptères.

Chez les Coléoptères, les larves et les adultes sont nuisibles au stock de céréales, alors que chez les Lépidoptères seules les chenilles sont nuisibles.

Les insectes qui attaquent les grains des céréales stockés se répartissent en trois catégories:

- Les ravageurs primaires, capables de s'attaquer à des grains sains et entiers.
De nombreux travaux leur ont été consacrés.
Ils ont abouti quelques fois et des formules permettant d'estimer les pertes en matière sèche.
Ainsi les dégâts causés par *Sitophilus oryzae* et *Ryzopertha dominica* ont pu être quantifiés (Bekon et Fleurat-Lessard, 1989)
- Les ravageurs secondaires ne peuvent déprécier les grains qu'à partir des dégâts causés par les ravageurs primaires, c'est le cas des *Tribolium*.
La perte en matière sèche des eaux attaques de ces ravageurs secondaires peut être difficilement estimée (Bekon et Fleurat-Lessard, 1989; Inge de Groot, 2004).
- Les ravageurs tertiaires se nourrissent de graines cassées, de poussières de graines et de la poudre laissée par les groupes précédents. (Inge de Groot, 2004)

I.1. Dans le monde

Selon Gahukar, (1989) in Fleuray-Leussard, (1978) et Christine, (2001), les principaux insectes signalés sur les grains des céréales stockées sont donnés dans le tableau n°05.

Il est à signaler que la richesse spécifique et l'abondance relative de ce type d'insectes diffèrent d'une région à une autre.

Les espèces les plus fréquentes au Canada sont celles qui appartiennent au genre *Tribolium* notamment *T. castaneum* alors que dans les régions tropicales se sont les espèces appartenant aux genres *Sitophilus* et *Trogoderma*.

Tableau N°05. Principaux insectes déprédateurs des céréales stockées (Christine, 2001)

Espèce	Nom commun	Céréalesattaquées
Ordre des Coléoptères		
<i>Sitophilus oryzae</i> L.	Charançon du riz	Blé orge, riz, maïs, sorgho, mil, millet
<i>Sitophilus zeamais</i> M.	Charançon du maïs	Blé, maïs
<i>Sitophilus granarius</i> L.	Charançon du blé	Blé
<i>Rhizopertha dominica</i> F.	Capucin des grains	Millet, orge, riz maïs, sorgho
<i>Trogoderma granarium</i> (Everst)	Dermeste des grains	Millet, riz, blé
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.	Silvain	Blé, maïs, millet
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Tribolium roux	Blé, maïs, riz, orge, sorgho, mil, millet
<i>Tribolium confusum</i> (Duval)	Tribolium sombre	Riz, millet
<i>Tenebroides mauritanicus</i>	Cadelle	Blé, maïs
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	petit cucujide plat	Blé
<i>Prostphanus truncatus</i> (Horn)	Grand capucin des grains	Maïs
<i>Carpophilus dimidiatus</i> F.	Carpophile des grains	Maïs
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliv.)	Alucite des grains	Maïs, blé
<i>A. leavigatus</i> (F.)	ténébrion du champignon	Maïs
<i>Alphitobius diaperinus</i> (Panz)	petit ténébrion mat	Maïs
<i>Corcyra cephalonica</i> (Staint)	pyrale du riz	Riz
Ordre des Lépidoptères		
<i>Sitotroga cerealella</i> (olivier)	Alucite	orge, blé, riz, mil, sorgho, millet
<i>Ephestia cautella</i> walker.	Pyrale des amandes	millet, riz
<i>Ephestia kuehneli</i> (zaller)	Mite de la farine	maïs
<i>Plodia interpunctella</i>	Pyrale des fruits secs	riz, maïs, sorgho, mil
<i>Corcyra cephalonica</i> (staniton)	Mite du riz	blé, maïs, riz, sorgho, millet
<i>Pyralis farinalis</i> L.	Pyrale de la farine	Blé

I.2. En Algérie

Un nombre important d'insectes des stocks ont été recensées sur les grains de céréales stockées dans différentes régions d'Algérie.

Mebarkia et al., 2001; Tazeroutiet al.,2001 rapportent que parmi les espèces les plus rencontrées sur les céréales stockées viennent en premier lieu *Tribolium castaneum* avec 30 % suivi de *Sitophilus granarius* avec 20 % et ensuite *Trogoderma granarium* avec 10 % les principaux insectes signalés en Algérie sont résumé dans le tableau n°06.

Tableau N°06. Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie (Mebarkia et al., 2001)

Nom scientifique	Céréale attaquée	Famille	Ordre
<i>Sitophilus granarius</i> L.	Maïs, blé dur et tendre	Curculionidae	Coleoptera
<i>Sitophilus oryzae</i> L.	blé dur, blé tendre	Curculionidae	Coleoptera
<i>Tribolium castaneum</i> H	blé dur, blé tendre	Tenebrionidae	Coleoptera
<i>Tribolium confusum</i> D	blé dur, blé tendre	Tenebrionidae	Coleoptera
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> S	blé dur, blé tendre	Cucujidae	Coleoptera
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.	blé dur, blé tendre	Cucujidae	Coleoptera
<i>Rhizopertha dominica</i> F	blé dur	Bostrychidae	Coleoptera
<i>Trogoderma granarium</i> E	blé dur, blé tendre	Dermestidae	Coleoptera
<i>Ephestia kuehniella</i>	blé dur, blé tendre	Pyralidae	Lepidoptera
<i>Plodia interpunctella</i> H	blé dur	Pyralidae	Lepidoptera

I.3. Ordre des coléoptères

I.3.1. *Rhyzopertha dominica* F.

Le capucin des grains a été décrit pour la première fois par Fabricius en 1792 sous le nom de *Synodendron dominicum*, puis en 1924, Lesne a donné le nom actuel de *Rhyzopertha dominica*, elle est communément appelé capucin des grains (France), « the lesser grains borer » (Angleterre et Etat Unis d'Amérique) (Delobel & Tranc, 1993).

I.3.1.1. Description de l'insecte

Originnaire de l'inde, *R. dominica* F. est devenue cosmopolite grâce au commerce des céréales (Guillaume, 1938 in khalfi-habes, 2007).

L'adulte est de couleur brune plus au moins rougeâtre, de forme cylindrique, allongée et étroite, avec des côtés nettement parallèles.

C'est un insecte de petite taille, de 2,3 à 2,8 millimètre de longueur (figure n°08), avec un prothorax qui couvre entièrement la tête d'où le nom du « capucin des grains ».

Les antennes sont constituées de dix articles, les trois derniers sont fortement dilatés, le pronotum se termine par une rangé de dents régulières (12 à 14).

Les adultes s'accouplent et pondent à plusieurs reprises (Steffan, 1978).

Les larves possèdent des pattes bien développées ce qui les rendent très agiles.

Elles sont cylindriques avec de longues soies, puis incurvées et duvetées à la fin de leur développement (Benayad, 2008. Delobel & Tranc, 1993), signalent l'absence du dimorphisme sexuel chez *R. dominica* F.



Fig. N°08: Adulte de *Rhyzopertha dominica* F.
(<http://insects.tamu.edu>; Consultée le 20 /05/2012)

I.3.1.2. Origine et répartition géographique

Le capucin des grains a apparu aux Etats Unis d'Amérique pendant la première guerre mondiale à travers les cargaisons de blé infestées provenant d'Australie (Khorramshahi & Bukholder, 1981).

Selon Kellouche (1979), il a été introduit dans les ports d'Europe à la faveur du commerce international.

Il est actuellement réparti dans l'ensemble des zones chaudes, tropicales et subtropicales, il résiste à la sécheresse, il est capable de se développer dans des grains de blé contenant seulement 8,5% d'eau (Steffan, 1978 ; Khalfi-Habes, 2007).

I.3.1.3. Cycle de développement

L'accouplement et la ponte ont lieu en avril ou mai, quand les températures sont élevées (Lepigre, 1951).

Les femelles pondent de 300 à 600 œufs à la surface des grains, à l'intérieur ou parmi les débris, ils sont déposés isolément ou en petit amas (Lepesme, 1944).

D'après Balachowsky & Mensil (1936) in Benkhellat (2002), la durée de développement du capucin des gains est essentiellement liée à la température et à la teneur en eau des grains.

Il est important de signaler que dans les mêmes conditions de température et d'humidité relative, la durée de développement est la fonction de la nature de la denrée et varie considérablement d'un individu à un autre.

Selon Moulrier & Brette (1955) in Chella & Azegagh (2004), le cycle dure 28 jours dans les conditions de laboratoire (Température 34°, Humidité relative à 70%, 14% la teneur en eau des grains).

Par contre Kellouche (1987), montre que la durée du cycle de développement de *R. dominica*, à 28°C et 75% d'humidité est de 107 jours, et elle est de 43 jours à 35°C et 85% d'humidité.

Cependant et d'après Niquet & Berhaut (1996), le développement de *R. dominica* F. est possible entre 18°C et 39°C avec une humidité relative ambiante de 40 à 70% et la teneur en eau des grains de 10 à 14%, leur longévité est de 4 à 8 mois maximum.

I.3.1.4. Les dégâts causés

Les préjudices sont causés par les adultes qui détruisent le germe et l'albumine des grains.

Ce sont des insectes très voraces qui s'alimentent que d'une fraction de l'amande qu'ils réduisent en poussière (Khalfi - Habbes, 2007).

Selon Rao & Wilber (1972) in Benkhellat (2002), les dégâts sont surtout commis par les adultes qui consomment par semaine une quantité de blé d'environ 5 à 6 fois supérieur à leur poids (figure n°09).

Les adultes causent des pertes huit fois plus supérieures à celles des larves qui s'alimentent de la farine formée par les adultes (Delobel & Tranc, 1993).



Fig. N°09: Grains de blé infectés par le *R. dominica* F.
([Http://lh4.ggpht.com](http://lh4.ggpht.com), Consultée le 30/05 /2012)

I.3.2. *Callosobruchus maculatus* F.

D'après Jaloux (2004), l'espèce fut décrite pour la première fois par Fabricius en 1775.

Sa position systématique actuelle a été précisée par Bridwell en 1929 puis par Southgat en 1979.

I.3.2.1. Description de l'insecte

L'adulte de *C. maculatus* F. mesure 3 à 3,8 millimètre de long (figure n°10), le corps est de forme oblongue, de couleur brun rougeâtre, caractérisé par un prothorax conique, des fémurs postérieur pourvus d'une dent au bord infero-externe.

Le prothorax est noir et orné à sa base d'une tache blanc-jaunâtre.

Les élytres ne recouvrent pas entièrement l'abdomen et possèdent quatre macules noires arrondies placées latéralement, les deux plus grosses vers le milieu, les deux autres vers l'apex (Hoffman, 1945 in Khalfi - Habbes, 2007).

Les antennes sont assez longues, les quatre premiers articles sont roux.

La femelle de taille plus importante que le mâle, elle se distingue par la coloration et les motifs des élytres et du pygidium (Ndoutoume-Ndong, 1996).

Après la copulation, *C. maculatus* F. dépose ses œufs sur les graines (Alzouma, 1987) ; les œufs sont de forme ovoïde et sont déposés sur le péricarpe (Huignard & al, 2002; Delobel & Tran, 1993).

Ils sont pondus et fixés par la femelle avec une substance gélatineuse à la surface des graines et des gousses (Delobel & Tran, 1993).

La larve du premier stade (néonate) est de type chrysomélin classique mais avec des pattes très courtes et robustes, une fois dans la graine, elle passe au deuxième stade en donnant naissance à une larve fortement incurvée de 4 millimètre de long (Lepesme, 1944).

La larve de *C. maculatus* F. se distingue des autres espèces par un front dépourvu de sensille médian, un clypéus avec un seul sclérite transversal et des stipes portant de 11 à 13 soies (Delobel & Tran, 1993).



Fig. N°10: Adulte de Callosobruchus maculatus F.
(<http://www.zin.ru>; consultée le 28/05/2012)

I.3.2.2. Origine et répartition géographique

Selon Hoffman *&al.* (1962), in jaloux (2004), elle serait ré pondue dans toutes les zones tropicales, subtropicales, et dans le bassin méditerranéen.

C.maculatus F. est une espèce très polyphage dont la plante hôte la plus fréquentée est *Vigna unguiculata* (Weidner & Rack, 1984).

Elle est très nuisible dans toutes les zones climatiques où les condition lui permettent de se développer aussi bien en plein champ (Balachowsky *&al.*, 1962 in Tiaiba,2007).

I.3.2.3. Cycle de développement

Selon Delobel & Tranc (1993), les conditions optimales de développement se situent à 30 °C et 70 % d'humidité relative.

Par contre, l'étude réalisée par khalfi-Habbes (1983) inkhalfi-Habes (2007), a révélé que cette espèce à un développement maximal à une température de 28° est une humidité de 75.85%.

Sous ces deux facteurs abiotiques, la fécondité moyenne des femelles est de 82 œufs par femelle et la durée du cycle est de 30jours.

Par contre, la fertilité est maximale à une température de 30°C et une hygrométrie de 90%.

Selon Kellouche (2005), la durée du cycle du développement (de l'œuf à l'adulte) est en moyenne de 28 ± 3 jours dans les graines de pois-chiche.

L'incubation des œufs dure environ 1 semaine, le développement larvaire 15 jours et la nymphose 6 jours.

I.3.2.4. Les dégâts causés

Callosobruchus maculatus F, exerce une pression permanente sur les légumineuses; cette menace est due à sa grande polyphagie et sa faculté d'adaptation à des régions climatiques variées (Utida, 1954).

Elle contamine généralement les graines dans les cultures et une fois introduites dans les stocks elle peut continuer à se multiplier indéfiniment (Balachowsky, 1963).

D'après Ndoutoume-Ndong & Rojas-Rousse (2007), la bruche de niébé cause non seulement une réduction directe du pois sec, mais également une diminution de la viabilité des semences et de la qualité des graines suite au développement de moisissures qui les rendent impropre à la consommation (figure n°11).

En outre, au cours de leur développement, les larves de bruches éliminent l'azote sous forme d'acide urique toxique qui s'accumule à l'intérieur des graines, ce qui rend le niébé parasitaire impropre à la consommation.



**Fig. N°11: Les dégâts causés par *Callosobruchus maculatus* F.
(Photos prise au laboratoire d'écologie de l'université de Bejaia)**

I.3.3. *Oulema melanopus* (Criocère de l'orge)

Coléoptère à corps allongé, 6 à 8 mm de longueur ; élytres bleus, verts, rarement noirs, recouverts de rangées de points clairement reconnaissables.

Scutellum, fémurs et tibias de couleur rouge orangéâtes, tête et tarsi noirs ; antennes de 11 articles, mesurant la moitié de la longueur du corps (Perrier, 1971).

✓ Dégâts

Ce coléoptère s'attaque en particulier aux céréales, en particulier le blé, l'orge, le seigle, l'avoine et parfois le maïs, mais aussi d'autres graminées comme le Ray-grass.

Les dégâts sont essentiellement causés par les larves qui rangent le limbe de la céréale et peuvent transmettre la mosaïque du blé, contrairement aux adultes qui sont peu nuisibles (Chambon, 1977).

I.3.4. *Géotrogus deserticola* (vers blancs)

En Algérie, les espèces de vers blancs les plus redoutables à la céréaliculture appartiennent tous au genre *Rhizitrogus* (Anonyme, 1980) et Bensalem (1988) mentionne l'espèce *Géotrogus deserticola* qui est la plus nuisible.

A l'état adulte, c'est un coléoptère appelé communément petit hanneton ; de couleur brun pâle ou brun foncé au corps légèrement allongé de 1 à 1,7 cm de longueur.

Il possède 3 paires de pattes et des pièces buccales broyeuses.

Les larves sont translucides à l'éclosion et tournent au blanc par la suite ; leur corps est mou et enroulé en demi-cercle (Institut National de la Protection des Végétaux, 2014).

La taille des larves est variable selon leurs stades de développement.

Il existe 3 stades larvaires :

- 1^{er} stade : 1 cm de long environ,
- 2^{ème} stade : 2 cm de long environ,
- 3^{ème} stade : 3 à 4 cm de long environ.

C'est la larve du troisième stade qui est la plus vorace car de dimension plus importante et préparant sa mue pour accéder au stade adulte.

Le cycle évolutif du ver blanc dure deux ans et demi à trois années.

L'attaque de ce ravageur commence à la levée des céréales.

La nuisibilité sur culture se poursuit et s'intensifie au début du printemps.

Les larves s'attaquent aux racines et à la base des tiges des céréales en sectionnant les racines. Cette situation entraîne un jaunissement puis un flétrissement total de la plante attaquée.

Les attaques sur le terrain sont reconnues par la présence de larges taches sombres qui peuvent s'élargir et s'étendre en cas d'absence de traitement spécifique.

La végétation est souvent anéantie sur des superficies importantes et le sol reste nu tant que les larves sont présentes (INPV, 2014).

I.3.5. Bruchidae

1. Caractères généraux des Bruchidae

La famille des Bruchidae comprend deux groupes, le premier renferme les bruches se développant dans les champs, dans les graines encore vertes et qui ont une seule génération annuelle (espèces univoltines) comme *Bruchus pisorum* (la bruche du pois), *Bruchus rufimanus* (la bruche de la fève) ou *Bruchus lentis* (la bruche des lentilles).

Le deuxième groupe renferme les bruches qui se multiplient à l'intérieur des entrepôts, dans les graines sèches, elles ont plusieurs générations annuelles (espèces polyvoltines) c'est le cas de *Callosobruchus maculatus* (la bruche du niébé), *Callosobruchus chinensis* (la bruche chinoise), *Acanthoscelides obtectus* (la bruche du haricot), *Caryedon serratus* (bruche de l'arachide) et *Bruchidus atrolineatus* (bruche africaine du niébé) (Delobel et Tran, 1993).

Les larves des bruches polyvoltines sont mobiles et cela leur permet, après l'éclosion, de se diriger à la recherche d'une graine adéquate pour s'y installer (Bougdadet *al.*, 1986).

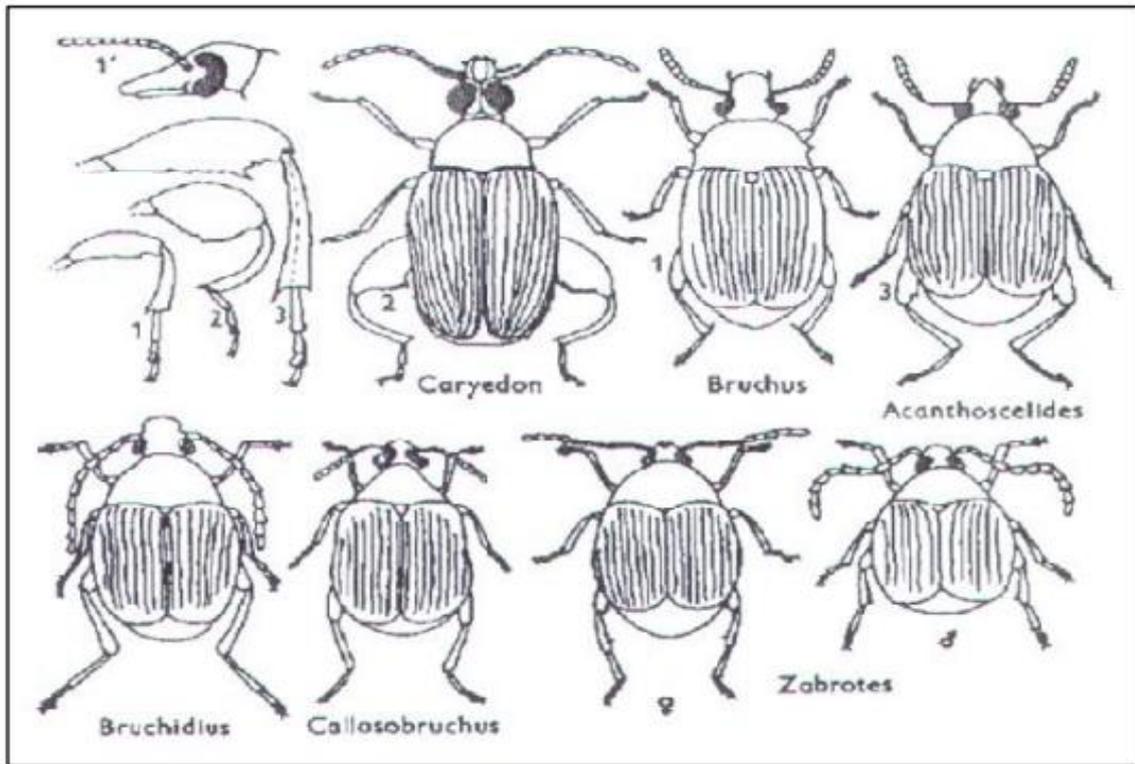


Fig. N°12: Différents caractères morphologiques distinctifs des Bruchidae (WEIDNER et RACK, 1984)

2. *Callosobruchus maculatus* (Fabricius).

Actuellement la famille des Bruchidae est considérée comme non valide, les bruches sont considérées comme formant la sous famille des Bruchinae, au sein de la famille des Chrysomelidae (Schmitt, 1998).

➤ **Les deux formes d'adultes de *C. maculatus*(F)**

Utida (1954) au Japon, signale d'existence chez *C. maculatus* (F) de deux formes d'adultes caractérisées principalement par la présence ou l'absence d'aptitude au vol.

Ceci est particulièrement net chez la femelle.

L'auteur parle de forme voilière pour désigner les adultes capables de voler, et de forme non voilière pour désigner ceux qui en sont incapables.

Selon Utida (1972), ces deux formes différentes non seulement par leur morphologie, mais aussi par leur physiologie, la constitution chimique de leur corps et leur comportement.

L'apparition des formes voilières est induite par la densité des larves dans la graine et par la faible teneur en eau de celle-ci, accompagné des hautes températures (Utida, 1972).



Fig. N°13: Femelle de *Callosobruchus maculatus* (Grossissement : ×40)

➤ **Ecologie de l'espèce**

Ces espèces possèdent la caractéristique remarquable de présenter un stade larvaire séminivore, au cours duquel les larves vont se développer en formant des galeries dans les graines.

Les interactions entre bruches et angiospermes sont généralement assez spécifiques.

Chaque espèce de bruches est spécialisée à une espèce (ou un groupe d'espèces) de légumineuses (Hossart-McKey et Alvarez, 2003).

➤ Pertes et dégâts

A- Pertes qualitatives

Les larves de Bruchidae creusent des galeries dans des cotylédons utilisant les réserves contenues à ce niveau et rejettent leurs excréments riches en acide urique dans ces galeries (Habibi, 1998).

La nymphose se déroule généralement tapissée l'acide urique (Labeyrie, 1962).

L'adulte émerge en découpant le tégument de la grène au niveau des réserves contenues dans les graines.

Les larves modifient donc la qualité des graines, l'accumulation d'acide urique et la présence de fragments de chitine les rendent inconsommables par l'homme (Venkatraos et al., 1960).

Le métabolisme des larves à l'intérieur des graines peut également modifier la nature chimique des réserves contenues dans les cotylédons.

Les griffes de pénétration des larves dans les gousses et dans les graines facilitent d'autre part la pénétration de champignons tels *qu'Aspergillus Flavus* générateur d'aflatoxine. Bockelee et Gillie, (1979) constatent que les lots de graines d'arachide attaqués par les larves de Bruchidae contiennent neuf fois plus d'aflatoxine que les graines saines, les larves possèdent d'autre part un équipement enzymatique leurs permettant de détruire ces composés secondaires tel que les acides aminés non protéiques présents dans les graines (Rosenthal, 1982).

Le pouvoir germinatif des graines attaquées est très fortement diminué.

En effet la perforation des grains entraîne des attaques importantes par des germes pathogènes (Gain, 1897).

B. Pertes quantitatives

Il existe de nombreuses espèces de Bruchidae se développant au dépend des graines de légumineuses sauvages ou cultivées, c'est la larve qui représente le stade ravageur puisque tout le développement post-embryonnaire a lieu à l'intérieur de la graine.

La perte quantitative s'explique par une perte pondérale due à une consommation directe des réserves contenues dans les graines.

Chaque logette nymphale correspond à une perte de poids de la graine et par conséquent une perte dans toute la quantité de pois chiche attaqué par les Bruchidae et en particulier par *Callosobruchus maculatus* qui est la plus polyphage des bruches.

Une telle perte s'explique par une fécondité élevée ainsi qu'une absence de diapause reproductrice (Utida, 1972), Selon (Caswell A, 1961) de très faibles populations de *Callosobruchus maculatus* (1% de graines attaquées) peuvent provoquer après quelques mois de stockage 80 et même 100% de perte.



Fig. N°14: Graine attaquée par *Callosobruchus maculatus*
(Grossissement : ×40)

I.4. Ordre des hémiptères

I.4.1. *Sitobion avenae* (Le puceron des épis)

L'adulte aptère mesure 2 à 2,8 mm de long, de coloration variable selon les individus (jaune, vert, rouge à violet...).

Il possède des cornicules et antennes noires, une queue claire, des pattes jaunes ; les extrémités des fémurs, des tarse et des tibias sont enfumés (Hullé et al., 2011).

Les cornicules sont deux fois plus longues que la queue.

L'adulte ailé possède une tête et un thorax brun-rouge, un abdomen rouge ou vert, maculé parfois de 5 à 6 taches latérales sombres.

Les autres caractères morphologiques sont identiques à ceux des aptères.

L'espèce est inféodée aux graminées et principalement aux céréales (blé, avoine, orge, seigle, dactyle, maïs).

Les œufs d'hiver sont pondus sur les chaumes des céréales.

Ils éclosent à la fin de l'hiver et donnent naissance à des générations de femelles parthénogénétiques d'abord aptères puis ailées.

Celles-ci vont coloniser peu à peu les céréales, s'installant d'abord sur le limbe des feuilles supérieures puis se développant sur les épis dès leur sortie.

Lorsque les populations sont abondantes ou lorsque les grains atteignent le stade pâteux, des individus ailés apparaissent en quelques jours, quittent la culture et créent de nouvelles colonies sur des graminées encore vertes (comme le maïs).

A l'automne le raccourcissement de la durée du jour et l'abaissement des températures induisent la formation d'individus sexués dont les femelles produiront les œufs d'hiver.

Lors des hivers doux, *S. avenae* se maintient sous forme parthénogénétique sur les céréales d'hiver et diverses autres graminées.

✓ Dégâts

Les dégâts provoqués par les ravageurs sont les suivants :

- Avant tout par prélèvement de sève par piqûre des épis, il provoque une diminution du nombre de grains par épi
- Dégâts directs : 0 à 30q/ha.
- Le rejet du miellat favorise par ailleurs le développement de la fumagine,
- Lorsqu'il est présent sur les céréales à l'automne, il peut également être vecteur de virus, transmettant en particulier la jaunisse nanisante de l'orge (JNO) (Ciss, 2013).

I.4.2. *Rhopalosiphum padi* (Le puceron vecteur de la jaunisse nanisante)

L'adulte ailé et aptère mesure de 1,5 à 2,3 mm, de forme globuleuse, de couleur vert foncé avec à l'extrémité postérieure une zone brun rougeâtre.

Les cornicules sont courtes, sombres et renflées, rétrécies à l'extrémité, avec des taches rougeâtres autour de leur insertion (Hullé et al., 2011).

- Ce ravageur possède deux plantes hôtes

Hôte primaire ; le merisier à grappes (*Prunus padus*).

Hôtes secondaires, les graminées et notamment le maïs, l'orge, l'avoine et le blé.

L'œuf d'hiver est pondu sur le merisier à grappes.

Au printemps, la fondatrice ainsi que 2 ou 3 générations de fondatrigènes s'y développent, provoquant la crispation du feuillage des jeunes rameaux.

Puis, les fondatrigènes ailées émigrent pour coloniser les graminées, en particulier le maïs, se localisant d'abord entre la tige et la gaine des feuilles, sous les spathes de maïs ou à la face inférieure des feuilles.

Après la floraison, les populations se développent sur la panicule, les feuilles du sommet et les épis.

A l'automne ; les mâles ailés sont produits sur les graminées et retournent sur l'hôte primaire. Les femelles ovipares, aptères, sont pondues sur l'hôte primaire par des gynopares ailées provenant des graminées.

✓ Dégâts

Ces virus provoquent des symptômes visibles seulement à partir de la reprise de végétation, sous forme de foyers: une décoloration des dernières feuilles (jaunissement pour l'orge, rougissement pour le blé et l'avoine), ainsi qu'une diminution du volume de végétation voire une perte de pieds, une mauvaise nutrition des épis et la chute du rendement et de la qualité.

Les pertes peuvent atteindre 5 à 10 q/ha en blé et jusqu'à 30 q/ha en orge sur céréales de printemps, sous l'effet des piqûres de nutrition, les feuilles de graminées s'enroulent en spirale.

I.4.3. *Metopolophium dirhodum* (Le puceron du feuillage des céréales)

L'adulte mesure de 1,6 à 2,9 mm, de forme allongée, vert jaunâtre, avec une ligne sombre ondulée sur le dos.

Ses cornicules sont assez longues, légèrement coniques, vert pâle avec des stries apicales (Hullé et *al.*, 2011).

Comme l'espèce précédente ce puceron passe par deux hôtes :

- Les hôtes primaires sur lesquels la conservation hivernale a lieu sous forme d'œufs appartiennent au genre *Rosa*. *M. dirhodum* est également capable de persister sous forme parthénogénétique pendant les hivers doux sur céréales (hôte secondaires) à paille.
- Au printemps, les œufs produisent des générations de femelles aptères puis des fondatrigenes ailées qui migrent pour coloniser les céréales à paille (blé et orge) qu'on retrouve principalement pendant la montaison sur les feuilles (partie inférieure) et sur les tiges. Apparaissent ensuite des formes ailées qui se portent alors sur d'autres graminées (graminées sauvages, feuilles de maïs).

Parmi les 3 espèces de pucerons inféodées aux céréales, *M. dirhodum* est sans doute le moins préjudiciable.

Seules les fortes infestations peuvent provoquer des dégâts significatifs sur céréales, par prélèvement de sève et injection de salive toxique (blocage de croissance).

Ce puceron est également capable de transmettre le virus de la jaunisse nanisante lorsqu'il est présent précocement sur les stades sensibles des céréales d'hiver (avant stade épi 1 cm).

I.4.4. *Psammotettix alienus* (La cicadelle des céréales)

Porteuses du virus de la maladie des pieds chétifs (WDV).

Psammotettix alienus, sous la forme adulte, mesure entre 3,5 et 4,5 mm et est de couleur jaunâtre à brun clair, avec des bandes noirâtres en triangle, régulièrement disposées sur les ailes

Les yeux sont gros et brun-rougeâtre, les antennes courtes et les ailes sont repliées en forme de toit au repos.

Elle a de grandes pattes claires (D'Aguilar et Chambon, 1977).

La larve mesure quant à elle de 3,5 à 4 mm et est de couleur vert brunâtre.

Elle présente la même apparence que l'adulte, avec des ailes qui se développent au fur et à mesure des mues.

Ce ravageur effectue son cycle entièrement sur les graminées céréales, (blé, orge avoine), repousses et graminées sauvages.

L'insecte hiverne sous forme d'œufs dans les tissus du végétal hôte.

Les larves apparaissent au printemps (avril), les adultes en mai. 3 à 4 générations se succèdent de mai à novembre.

Les dernières générations sont les plus abondantes, c'est aussi pendant cette période de fin été/automne que les insectes acquièrent le virus de la maladie des pieds chétifs sur repousses de céréales essentiellement.

Cette génération, potentiellement virulifère, colonise les jeunes cultures de céréales à paille (Anonyme, 2012).

✓ **Dégâts**

Les dégâts provoqués par le ravageur sont le jaunissement des feuilles, le nanisme, voire la disparition de pieds et la stérilité des épis.

Les adultes sont très actifs, l'intensité des symptômes dépend de la précocité de l'attaque (Derwent, 1990).

I.5. Ordre des diptères

➤ ***Agromyza nigrella* (La mouche mineuse des céréales)**

La mineuse des céréales est une petite mouche de 2,7 mm, au corps trapu, nettement divisé en 3 parties, de couleur noir brillant, tarse noire et cuilleron alaire blanc pur.

Les femelles se servent de leur tarière pour pondre, mais aussi pour percer le tissu végétal et se nourrir (Joachim et Haupt, 2000).

L'insecte hiverne sous forme de pupes au sol.

Les adultes sortent au printemps (avril à juin) et s'alimentent sur les céréales à paille provoquant des piqûres nutritionnelles caractéristiques alignées sur le bord des limbes dans le sens des nervures.

Au printemps, les asticots de ces mouches pénètrent dans les feuilles où elles vivent en mineuses, provoquant le dessèchement des parties attaquées.

L'orge de printemps est plus attaquée que le blé (Soltner, 2005).

I.6. Ordre des lépidoptères

➤ *Cnephasia pumicana* (La tordeuse des céréales)

C'est un petit papillon gris de 13 à 19 mm d'envergure, La larve mesure 1 mm de long au stade jeune, de couleur orangée avec tête brune, 15 mm de long aux stades développés, de couleur ocre.

La tordeuse des céréales connaît une seule génération par an.

Elle hiverne sous forme larvaire, sous l'écorce des arbres des taillis, haies ou bois (David et Alford, 1994).

Au printemps (avril-mai), les larves gagnent les cultures de céréales (par voie aérienne transportée sur un fil de soie).

Elles commencent à s'alimenter en mineuses dans le parenchyme des feuilles, puis gagnent les feuilles supérieures (pincement des limbes) avant de s'attaquer aux épis où elles se nymphosent.

Les papillons apparaissent en juillet, ils quittent la céréale vers les taillis ou bois où ils pondent leurs œufs dans les anfractuosités des écorces d'arbres où les jeunes larves vont hiverner (David et Alford, 1994).

Chapitre VI

La lutte

I. Méthode de lutte contre les insectes nuisibles des denrées stockées

La protection des denrées stockées soulève souvent des polémiques, du fait que les dégâts surviennent quand les récoltes sont encore sur pied (Giles & Ashman, 1971).

Pour cela, il est essentiel d'assurer des méthodes de lutte qui visent l'élimination des ravageurs dans les stocks.

I.1. Lutte physique

La lutte physique est la destruction des insectes par la modification des conditions environnementales (Fields, 1992).

Ces moyens de lutte physique font appel au froid, à la chaleur, aux radiations ionisantes et, aux matières (inertes) (Fleurat - Lessard, 1987).

Les insectes sont sensibles aux températures élevées, il suffit de leur imposer une température de 55°C durant une heure pour détruire à la fois les œufs, les larves et les adultes.

Dans le cas du *R. dominica*, l'élimination des insectes à tous les stades est obtenue à 60° pendant 10 minutes (Steffan, 1978).

Cependant, la méthode de Shahein (1991), consiste à faire passer un courant d'air chaud dans la masse des graines, la mortalité absolue des individus est obtenue pendant 3 minutes de temps d'exposition à 50° C.

Par contre, l'exposition du capucin des grains à 9 °C pendant 3 à 10 semaines produit l'élimination de tous les stades larvaires dans les stocks (Fields, 1992).

D'après Lee & al. (1993), les insectes présentent des perturbations physiologiques suivies d'une mort certaine sous l'action d'un courant d'air frais.

Les cellules sont progressivement déshydratées et le métabolisme est abaissé.

Selon white (2000) in Benkhellat (2002), les insectes ne se développent pas et ne se nourrissent pas aux températures inférieures à 10° C, ils finissent par mourir.

À l'heure actuelle deux sortes de radiation ionisante sont utilisées pour la lutte contre les insectes.

Dans le premier cas, il s'agit des rayons gamma; dans le second cas, il s'agit d'électrons rapides produits par un accélérateur d'électrons (Vanloon, 1984 in Anonyme, 1984).

D'après Gwinner & al. (1996), la radiosensibilité des ravageurs varient selon les espèces ; les stades les plus sensibles sont les œufs et les larves.

Ce moyen de lutte exige un personnel qualifié et des structures de stockage adaptées, pour éviter d'exposer les opérateurs et les consommateurs au danger (Kellouche, 1987).

Tableau N°07. Réponse des insectes des produits entreposés à la température

(Herrman, 1998)

Zone	Température en °C	Effet
Létal	50-60	Mort en quelques minutes
	40-50	Mort en quelques heures
Sous optimaux	35	Le développement cesse
	33-35	Ralentit le développement
Optimale	25-33	Taux maximal de développement
Sous optimaux	13-25	Ralentit le développement
	13-20	Le développement cesse
Létal	5	Mort en jours (non acclimatés), arrête le mouvement
	-10 à +5	Mort en quelques semaines à quelques mois (acclimatés)
	-25 à -15	Mort en quelques minutes, les insectes gèlent

I.2. Lutte chimique

Il existe deux types de traitement :

- Le traitement par contact où le grain est recouvert d'une pellicule de produits insecticide qui agit sur les insectes (Crus & al. 1988).

Ces produits peuvent être utilisés sous forme de poudre ou après la dilution.

- Le traitement par fumigation dont les petites molécules de gaz pénètre à l'intérieur des grains et dans les fissures, ce qui leur permet d'anéantir les insectes cachés.

Il existe deux produits de fumigation qui possèdent une grande importance économique: l'hydrogène phosphoré (PH₃) et le bromure de méthyle (CH₃Br) (Gwinner & al, 1996).

La protection des céréales stockées contre les attaques d'insectes soulève des problèmes variés et elle doit faire appel à un ensemble de techniques différentes qu'il est nécessaire d'appliquer à bon escient.

Le souci majeur d'un stockeur est de garder son stock de grain de céréale intact.

De nombreux travaux ont été réalisés pour le contrôle des ravageurs des grains en stockage (Bekon et Fleurat-Lessard, 1989; Haryacti et Fleurat-Lessard, 1994; Danho et Haubruge, 2003).

En Afrique, plusieurs chercheurs se sont intéressés à ce sujet, comme exemple les travaux de Delobel et Malonga, (1987); Seck et al.,(1996); Kéita et al.,(2001); Pierre, (2004); Jbilou, (2006) et Benayad,(2008).

La lutte chimique demeure le moyen de protection le plus efficace avec cependant des avantages et des inconvénients (Hall, 1970; Haubruge et al., 1988; Relinger et al.,1988).

Pour la protection des stocks vivriers et les semences, les pesticides fréquemment utilisés appartiennent à deux familles qui sont les organophosphorés, les pyréthroïdes de synthèse et des dérivés actives obtenues à partir de ces deux familles (Gwinner et al., 1996).

D'après Isman (2006), plusieurs pays en développement ont encore recours à l'insecticide DDT et autres polluants organiques persistants (POP).

La FAO a rapporté en 2001, qu'environ 30% des produits commercialisés particulièrement dans les pays d'Afrique subsaharienne ne répondent pas aux normes de qualité internationale à cause du manque de moyen de contrôle efficace.

Ceci provoque non seulement des problèmes de résistance chez les insectes ravageurs mais, entraînerait aussi des effets nocifs sur l'environnement et la santé humaine.

Cet auteur n'ajoute que ces pesticides chimiques sont utilisés d'une façon abusive et impropre dans la plupart des pays africains.

Le plus souvent, les pesticides en poudre sont utilisés en le versant sur des tas de grains déposés au sol pour les mélanger à l'aide d'un bâton ou d'une pelle sans matériel de protection adéquat (Traoré et Kalivogui, 1995).

Selon ces auteurs, les produits peuvent être aussi saupoudrés couche après couche à l'aide d'un sac en plastique perforé.

Ces pesticides de longue persistance assurent la protection des semences depuis les magasins de stockage jusque dans les champs après les semis ainsi que des jeunes plantules contre les insectes et les maladies.

Plusieurs auteurs (Carlos, 2006 et Isman, 2006) ont associé les pesticides à des problèmes de santé et d'environnement.

D'après eux, les pesticides chimiques sont, de par leur nature, des produits dangereux et toxiques même à très faibles doses.

Isman (2006) affirme qu'un nombre important de travailleurs dans les pays tropicaux et subtropicaux sont intoxiqués ou tués chaque année par des pesticides toxiques à effets aigus dont ils ignorent le mode d'emploi.

Le PAN Africain a rapporté en 2003, que près de 750000 personnes de ces pays contractent chaque année une maladie chronique telle que les cancers, suite à une exposition prolongée à des pesticides.

Il rapporte aussi que plus de 20000 décès et 3 millions d'empoisonnement annuellement en Afrique sont liés aux pesticides.

De nombreux auteurs ont affirmé que 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 monde (Greathead, 1992; Mullié et Keith, 1993 ; Gwinner et al.,1996; Gilliom et al.,1999 ; Wania et al.,1999; Panisset et al.,2003; Provost et al.,2003; Dauguet et al.,2006; Glitho et al.,2008).

Cet état de choses constitue aujourd'hui une grande préoccupation dans les pays industrialisés.

De nombreux pays industrialisés ont instauré une réglementation stricte vis-à-vis des pesticides afin de limiter leur utilisation.

Ceci a entraîné le retrait de nombreux polluants organiques persistants (POP) du secteur de la production alimentaire.

Malheureusement, ce n'est pas le cas dans les pays en développement où la réglementation se trouve encore au stade embryonnaire ou inexistant.

Tableau N°08. Insecticides employés en protection des denrées stockées

(Gwinner et al., 1996)

Matière active(M.a)	DL (mg/Kg)	LMR (ppm)	Persistance (en mois)	Dose en g de matière active par tonne de grains
Pyréthrine	200-900	3	-	1-5
Bioresméthrine	9000	5	5	1,5
Deltaméthrine	139-4000	0,5-5	8-12	0,25-1,5
Chloropyriphos-M	1600-2200	10	3-4	2,5
Dichlorovos	55-80	2	<1	10
Malathion	1400-2800	8	1-1,5	8

I.3. Les insecticides d'origine botanique

Dans la recherche des méthodes alternatives de lutte, le règne végétal offre beaucoup de possibilités.

Depuis l'Antiquité, les végétaux et produits végétaux ont été présentés à afficher non seulement de leurs avantages pharmacologiques, mais d'autres propriétés biologiques, y compris les activités de pesticides (Auger et al., 2004; Khoshnoud et Khayamy, 2008).

Ici leurs cibles sont multiples: bactéries, champignons, virus, vertébrés et invertébrés (Auger *et al.*, 2002).

Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées.

Il a été rapporté que les Romains utilisaient des poudres préparées à partir de *Veratrum sp.* Comme insecticides et rodenticides, tandis que des extraits d'ifs (*Taxusba ccata*) ont été utilisés par certains peuples de l'hémisphère nord.

Sous les tropiques, l'utilisation du neem (*Azadirachta indica*) est répertoriée depuis au moins 4000 ans (Philogène et al., 2002).

Au XIXe siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques parmi lesquels il y avait la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales.

Les huiles ont été utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes sous forme d'émulsions. Aujourd'hui, les huiles sont très utilisées aux États-Unis pour la protection des vergers dont certains insectes ravageurs (*Dysaphis plantaginea* et *Panonychus ulmi*) sont devenus résistants à diverses familles d'insecticides (Weinzeirl, 1998).

Les problèmes de contamination de l'environnement, de résistance des populations de ravageurs et des effets nocifs sur les organismes non visés ont contribué au renouveau d'intérêt pour les molécules présentes dans les végétaux et les agents de contrôle des insectes.

D'après Kéita et *al.*, (1999) et Isman (2000), que plus de 1000 plantes recensées ont des propriétés variant de la dissuasion à la répulsion avec association de l'anti-appétence ou la létalité contre les ennemis des cultures et des stocks.

Mais l'évaluation scientifique de l'efficacité de ces substances dans les situations réelles dans les stocks n'a que rarement été démontrée.

Peu d'articles traitant de l'efficacité des huiles essentielles dans la protection des grains au cours du stockage ont été publiés avant la décennie 90 (Léonard, 2004).

Les premiers articles ont été répertoriés entre 1991 et 1995.

I.4. Lutte biologique

Selon Subramanyam & Hagstrum (1955) in Tiaiba (2007), la raison principale pour laquelle les chercheurs sont amenés à trouver des alternatives à la lutte chimique est le développement du phénomène de résistance des insectes ravageurs vis-à-vis des pesticides chimiques.

C'est une méthode qui utilise des prédateurs, des parasites, des agents pathogènes et des insectes (Proctor, 1995).

Elle utilise aussi des extraits des plantes ; ces dernières ont été connues depuis des temps immémoriaux comme sources de protection des denrées stockées, beaucoup ont été utilisées par des fermiers depuis le seizième siècle (Belmain & Stevenson, 2001 in Kachebi & Kebbi, 2003).

Différentes parties (feuilles, tiges, racines, écorces) de divers espèces sont utilisées dans plusieurs pays du monde (Afrique, Chine, Inde...) (Dales, 1996).

Selon l'hypothèse coévolutive de Enreich & Raven (1964) in Tiaiba (2007), les végétaux possèdent des systèmes de défense contre les déprédateurs grâce à leurs développements de génotypes capables de produire des composés secondaires ayant une activité insecticides, répulsive ou inhibitrice vis-à-vis de ces ravageurs (Huignard *&al.*,2002).

Ces composants naturels ne courent aucun danger sur l'environnement ni sur la santé humaine, en plus ils sont facilement dégradables et possèdent un large spectre d'activité insecticide (Lawrence & Manshingh, 1993 in Benkhellat, 2002).

De plus les lieux des tockage représentent des systèmes stables, avec des niveaux déterminés de température et de l'humidité, parce qu'ils forment des enceintes closes, ce qui est favorable pour procéder à une lutte biologique.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Après notre étude théorique, nous concluons que les céréales sèches et les légumineuses sont, comme on le sait, les principales sources de nourriture pour l'humanité.

C'est pourquoi il doit être bien conservé, en particulier dans les magasins modernes et traditionnels, et des études et recherches approfondies pour la lutte antiparasitaire doivent être menées.

Et de notre avis à mon caractère d'intensifier les études à notre université pour découvrir quelques solutions à ces ravageurs pour un avenir meilleur dans le domaine des pilules stockées dans notre pays.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Ait Slimane & Ait-Kaki Sabrina, 2008 -Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie thèses de Doctorat en Sciences université Badji Mokhtar Annaba pp 26, 29, 56.

Alzouma I. 1987- Reproduction et développement de *Bruchidius atrolineatus* Pic. (Coleoptera : Bruchidae) aux dépens des cultures de *Vigna unguiculata* L. Walp (Leguminosae : Papilionaceae) dans un agrosystème sahélien au Niger. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. François-Rabelais, Tours France, 162p.

Anonyme, 1984- Céréales et oléagineux (manutention, commercialisation, transformation). Ed. C.I.G.I, Winnipeg, Manitoba, 3ème ED. 1024 p.

Archana V & Jawali N., 2007- Genetic variation and relatedness in *Vigna unguiculata* revealed by microsatellites, founder's day special issue, (N° 285): 190-197.

Auger J., Arnault I., Diwo-Allain S., Ravier1 M., Molia F. et Pettiti M., 2004.Insecticidal and fungicidal potential of *Allium* substances as biofumigants. *Agroindustria*, N° 3, 29, 176-182.

Bakour K. & Bendifellah L, 1990- Etat sanitaire des denrées entreposées dans les unités de stockage des régions de Draa benkedaa, Bouira et Ain Bessam, essai insecticide sur le charçon *Sitophilus grnarius* (Coleoptera, curculionidae). Thèse, Ing., Agro., Biol. Univ. Tizi-Ouzou, 141p.

Balachowsky, A. S., 1963- Entomologie Appliquée à L'agriculture, les Coléoptères. Ed .Masson et Cie, T.1, p 314-315.

Balaid djamel, 1986. Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Alger ; pp 4-6.

Bekon K.et Flaurat-Lessard, 1989. Evolution des pertes en matières sèche des grains dus à un ravageur secondaire : *Tribolium castaneum*. In. AUPELF-UREF, céréales en régions chaudes. Ed. John Libbey Eurotext, Paris; pp 97-104.

Benayad .N, 2008- Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales Marocaines : Moyen de lutte efficace contre les denrées alimentaires stockées. Faculté des sciences de Rabat, projet de recherche, 59p.

Benkhellat. O, 2002- Contribution à l'étude des condition de manutention du blé et de l'écologie des arthropodes dans les écosystèmes de stockage de la région de Bejaia et essai de lutte contre rhyzopertha dominica (Coleoptera :bostichidae) à base de poudre de plantes. Thèse. mag. Science de la nature. Univ. Bejaia.102p.

Bensalem L ., 1988. Les vers blancs, Eco-biologie, dégâts et lutte ; thèse de biologie animale, INES, biologie. Sétif, 232p.

Boudreau A. & Ménard G., 1992- Le blé « Elément fondamentaux et transformation » Ed. Les Presses de l'Univ, Laval, Canada, 439p.

BOUGDAD A., GILLON Y., GAGNEPAIN C., 1986- Influence du tégument des grains murs de Vicia faba sur le développement larvaire de Callosobruchus maculatus. Entomol. Exp. Appl, pp: 210-223.

Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M. et Rezgui S., 2007. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.

Carlos José et Sousa P., 2006.Exposition humaine aux pesticides: un facteur de risque pour le suicide au Brésil. Vertigo-La revue en science de l'environnement, 7, 18 p.

CASWELL G.H., 1961- The Infestation of Cowpea in the Western Region of Nigeria. Trop. Sci., 161 (3), pp. 154-158.

Chambon J P., 1977. La tordeuse ; les mineuses des feuilles et les Criocères perspectives agricoles. N°4, I N R A, 11-24p.

Cheftel J.C & Cheftel H., 1992- Introduction à la biochimie des aliments Ed. Tech. doc. Lavoisier., Paris, vol I, 381p.

Chella R & Azegagh N, 2004- Utilisation de l'extraits acétonique des feuilles de figuier « Ficus Craca » : Moracées, Phanyrogammae contre Rhyzopertha dominica (Coléoptère : Bostrichidae).ing .Univ .A M.Bejaia. Pp 44.

Christine B., 2001. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique.2i^{Eme}Edition, 124-154.

Ciss M., 2013. Modélisation spatio-temporelle de la multiplication-dispersion du puceron des épis du blé à l'échelle de la France. Thèse CIFRE : ARVALIS-Institut du végétal, 110p.

Crus J.F., Troud F., Griffon D. & Hébert J.P., 1988- Conservation des grains en régions chaudes. 2 Ed- « Technique rurales en Afrique ».Ed. CEEMAT; Paris, p545.

Cryz JF., Troude F., Griffon D., Hebert JP., 1988. Conservation des grains en régionchaudes ; 2éme édition ; « Technique rurale en Afrique ».Ed. Paris, France.

D'Aguilar J. et Chambon J.P., 1977. Importance économique des ravageurs ; Lutte contre les maladies et les ravageurs des céréales (Journée d'étude 26 janvier 1977), Ed. ITCF, INRA, Paris, 310p.

Dales, M .J, 1996 - A review of plant materials used for controlling insectes pests of stored products. Ed. Crown copyright united king dom. NRa Bulletin. 65-84 p.

Dauguet S., Lacoste F., Ticot B., Loison J.P., Evrard J., Bouchtane B. et Soulet B., 2006. La filière oléagineuse se mobilise autour de la problématique des résidus d'insecticides. Qualité et sécurité sanitaire des aliments. Oléagineux, Corps Gras, Lipides, 13, 373-377.

David V. et Alford, 1994. Ravageurs des végétaux d'ornement: arbres, arbustes, fleurs. Editions Quae, 460p.

Delobel A & Tranm., 1993- Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes, Paris, p 424.

Derwent R.G., 1990. Thesaurus of Agricultural Organisms. CRC Press, 316p.

Doré C., 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Editions Quae, 817p.

Doumandji A., Doumandji S. et Doumandji B., 2003.Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock (Cours de technologie des céréales).Ed: Office publications universitaires, Alger, 68 p.

DUPIN H., 1989. Les aliments. Ed. Maloine, France;pp 109.

FAO eurostat 2013,agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Gaf13p121-126.pdf

Feillet P, 2000- Le Grain de blé. Composition et utilisation, Paris, INRA. 308p.

Fields, P. G. 1992- The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *J. Stored Prod. Rev.* N°34. Pp 269-277.

Fleurat - Lessard, F. 1987- Evolution des méthodes de détection et de protection des grains par des procédés physique. *Annales de L'A.N.P.P.*, 6, pp , 449-458.

Fraval A., 2006. Nymphes de thrips du blé, au printemps, dans un champ de blé, *Insectes* 29 ; n0143.

GAIN E., 1897 - La germination des grains de légumineuses habitués par les bruches C. R. *Ac. Sc. Paris*, pp: 195-197.

Gatel F., 2003- Stockage et conservation des grains à la ferme. Ed. Arvalis-Institu du végétale, Paris, 18p.

Giles P H, Ashman F., 1971 - A study of pre-harvest infestation of maize by *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera, Curculionidae) in the Kenya highlands. *J Stored Prod Res* 7: 69-83.

Gilliom R.J., Barbash I.E., Kolpin D.W ET Larson S.J., 1999. Testing water quality for pesticide pollution. U.S. Geological survey investigation reveals wides pread contamination of the nations water resources. *Environ. Scie. Technol.*, 33, 164-169.

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.

Godon H, 1986- Transformation : industries de cuisson et industries de fractionnement. In : *Fondation Française pour la Nutrition. Dossier Céréales : Conditions de production et de transformation des céréales et qualité nutritionnelle.* Bull. n° 30, Fondation Française pour la Nutrition, Paris.

Greathead D.J., 1992. Natural enemies of tropical locust and grasshoppers: their impact and potential as biological control agents. In: Lomer, C J, Prior, C. (éds.), *biological Control of Locusts and Grasshoppers.* CAB International, UK. 105-121

Gwinner, J., Harnisch, R. & Mück, O., 1996- Manuel sur la manutention et conservation des graines après récolte. Ed. GTZ. Allemagne, 368p.

HABIBI T., 1998 - L'inventaire et évaluation des dégâts des principaux insectes ravageurs des céréales stockés au niveau de la wilaya de Tiaret. Mémoire Ing, Univ. Tiaret, 108 p.

Haryacti Y. et Fleurat-Lessard F., 1994. Factors affecting survival, and development of *Sitophilus oryzae* L. in rice grain, pericarp layers. In: Highley, E., Wright, E. J, Banks, H. J, Champ, B. R. (Eds), Proceedings of the Sixth International Working Conference on Stored-Products Protection. CAB International, Wallingford, United Kingdom, 525-527

Haubruge E., Shiffers B., Gabriel E. & Verstraeten C., 1988- Etude de la relation dose-efficacité de six insecticides à l'égard de *Sitophilus granarius* L., *S. oryzae* L., *S. zeamais* Mots. (Col., Curculionidae). Mededelingen Faculteit Land bouwwetens chappen Rijksuniversiteit Gent 53/2b, 719 -726.

HAYMA F., 2014 – le stockage des produit agricole Fondation AGROMISA pp8-18.

Herrman T.J., 1998. Integrated pest management in grain storage and feed mills. ASA Technical Bulletin, 47,1-9.

Hignard J., 1998, Lutte biologique contre les Bruchidae, ravageurs du niébé en Afrique de l'ouest, rapport soumis a la commission européenne STD-3 (1992-1995), publié par CTA. p142.

HOSSAERT- McKey M., ALVAREZ N., 2003 - Influence de facteurs écologiques sur la répartition de deux espèces jumelles de ravageurs du haricot, Centre d'Ecologie' Fonctionnelle et Évolutive, Montpellier.

Hugo P., 1960. Vers une classification des graminées ; Revue d'Agrostologie Bull. Soc Bot., France, 329p.

Huignard J., 1985- Importances des pertes dues aux insectes ravageurs des graines: problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires sources de protéines végétales. UA CNRS 340.p: 193-204.

Huignard J, Dugravot S, Ketoh KG, Thibout E & Glitho AI., 2002- Utilisation de composés secondaires des végétaux pour la protection des graines d'une légumineuse, le niébé. Conséquences sur les insectes ravageurs et leurs parasitoïdes. Bio pesticides d'Origine Végétale .Ed. By C Regnault-Roger, BJR Philogène & C Vincent, Lavoisier Tech & Doc, Paris. pp. 133–149.

Hullé M., Chaubet B., Dedryver C.A., et Ighil E.T.A., 2011. Les pucerons des grandes cultures: Cycles biologiques et activités de vol. Editions Quae, 365 p.

Inge de Groot K., 2004. Protection des céréales et des légumineuses stockées. Ed. Fondation Agromisa, Wageningen, Pays Bas, 74 p.

INPV, 2014. Institut national de la protection des végétaux ; Le ver blanc des céréales. Note technique, Algérie, 3-6p.

I.N.R.A, 2011, <http://www.rennes.inra.fr>

ITGC, 1995. Les principales variétés de céréales cultivées en Algérie ; Institut technique des grandes cultures (fiche technique). Guelma, 50p.

Jaloux B, 2004- La discrimination interspécifique par *Eupelmus vuilleti* (hymenoptera: eupemidae) des hôtes parasités par *dinarmus basalis* (hymenoptera : pteromalidae). Thèse de doctorat, Tours, 161p.

Jean-Louis Ration et El Hassan Benabderrazik mai 2014 ; l'Institut de prospective économique du monde méditerranéen (Ipemed)

Joachim et Haupt H., 2000. Guide des mouches et des moustiques, Delachaux et niestlé, Paris, 352p.

Kachebi N & Kebbi M., 2003- Contribution à l'étude de l'efficacité de la poudre des feuilles du pécher contre *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera, Bostrichidae).Ing. Univ. A M. Bejaia. Pp35.

Kéita S.M., Amason J.T., Baum B.R., Marles R., Camara F., et Traoré A.K., 1999.Etude ethno pharmacologique traditionnelle de quelques plantes médicinales anthelminthiques de la Haute-Guinée (République de Guinée) Revue Med. Pharm. Afr., 13, 49-64.

Kellouche A, 1979 - Efficacité de quelques insecticides vis a vis d'un insecte des denrées alimentaire stockées : *Rhyzopertha dominica* (Coleopter : Bostrichidae). These. ing. Agro., nst. Nat. Agro., El-harrach, 57p.

Kellouche, 1987- Relation parasitaires entre *Lariophages* (F) et *chetopila elegans* (w.) (Hymenoptera : Pteromalidae) et les ravageurs des denrées stockées: *Stophilus oryzae* (L.) et

Rhyzopertha dominica (F.) (Coleoptera : Curculionidae et Bostrichidae). These. Doc. Univ. Paul, Sabatier, Toulouse. 156p.

Kellouche A., 2005- Etude de la bruche du poi-chiche, *Callosobruchus muculatus* (F) (Coleoptera : Brchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi-Ouzou, p154.

Khalfi-Habes Ouassila, 2007- Evaluation du potential biocide et étude de l'influence de la composition des huiles essentielles de quelques plantes algériennes sur *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleoptera: Bostrichidae) et *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bostrychidae). Thèse de doctorat, Institue nationale agronomique-el Harrach. Alger. Pp119.

Khorramshahi, A., Burkholder, W.E., 1981- Behaviour of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) males-produced pheromone attracts both sexes. Journal of Chemical Ecology, vol 7, N° 1, U.S.A, pp 38.

Khoshnoud H. et Khayamy M., 2008. Insecticidal effects of ethanolic extract from *Verbascum cheiranthifolium* Boiss. Against two stored product insect pests species. Journal of biological sciences, 8(1), 191-195.

Kossou & Aho, 1993- Stockage et conservation des graines alimentaires Tropicaux : principe et pratique.Ed. Flamboyant, cotonou, benin., 125p.

Kouassi M., 2001- Les possibilités de la lutte microbiologique emphase sur le champignon entomopathogene *Beauveria bassiana*. Rev. Sc. Env, 2.

LABEYRIE V., 1962 - Les Acanthoscelides, Entomologie appliquée à l'agriculture Références bibliographiques In: BALACHOWSKI T(I), Ed Masson publ. Paris, pp: 469-484.

Lee R.E. and Delinger D. L., 1991 - Insects at low temperature. Eds Chapman and Hall, New York, 513p.

Lee R.E., Strong-Gunderson J.M. and Lee M.R., 1992- Ice nucleating active bacteria decreases the cold hardiness of stored grain insects. J. Econ. Ent., 85 (2) 371-374.

Léonard S.T.N., 2004.La recherche d'une alternative aux polluants organiques persistants. In Bull. D'information Phytosanitaire-Phytosanitary News Bulletin, 43,12-23.

- Lepesme P., 1944-** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Encyclopédie entomologique. Ed. Le chevalier, Paris, SérieA., Xxii,257p.
- Lepigre AL., 1951-** Insectes du logée et du magasin. Reconnaissance et moyens de destruction. Insectarium. Jardin d'essai, Alger, 339p.
- Lerin François, 1986.** Céréales et produits céréaliers en méditerranéen. Ed. Mont pellier ; pp 81 ; 93.
- Leureau G., 1999.** Les céréales ; Les resettes des cuisine naturelles et saines. Edition Vivez Soleil, 117p.
- Mebarkia A., Khalfi O. et Guechi A., 2001.** Problèmes phytosanitaires des céréales stockées en régions semi-aride. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El-Harrach, 119-126.
- Monette S. et Fortin J., 2006.** L'Encyclopédie visuelle des aliments. Québec Amérique international, 688p.
- Mullié W.C et Keith J.O., 1993.**The effects of aerially applied fenitrothion and worpyriphos on birds in the savannah of northem Senegal. J Appt. Ecol., 30, 536-550.
- Multon., 1982-** Conservation et stockage des graines et produits dérivés des céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Ed. A.P.R.I.A. Paris. 1155p.
- Ndiaye, Decole Sidy Baba., 1999-** Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Fonds Belge de Survie.
- Ndomo A. F., A.L. Tapondjou, F. Tendonkeng, Félicité Mbiopo Tchouanguép, 2009-** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). TROPICULTURA, 27, 3, 137-143.
- Ndoutoume –Ndong A., 1996-** Capacités parasitaires et plasticité comportementale de deux hyménoptères Eupelmidae (*Eupelmus orientalis* et *Eupelmus villeti*) partenaires de la communauté parasitaire des stades larvaires et nymphaux de *Callosobruchus maculatus* (Coléoptère Bruchidae). Thèse de doctorat : Université de Tours. 154p.

Niquet G; Berhaut P., 1996- Refroidissement par ventilation : une solution d'avenir conserver la qualité des grains. Persp. Agri, N° 216, 16p.

Panisset J-C., Dewailly E. et Doucet-Leduc H., 2003.Contamination alimentaire. In environnement et santé publique: fondements et pratiques. Ed. TEC et DOC. 1023 p.

Pasquet RS., Baudoin JP. 1997- Le niébé, *Vigna unguiculata*. In Charrier A., Jacquot M., Hammon S., Nicolas D. (eds). L'amélioration des plantes tropicales. Montpellier, France : CIRAD-ORSTOM, p. 483–505.

Philogène B.J.R., Regnault-Roger C. et Vincent C., 2002.Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale: promesses d'hier et d'aujourd'hui in (Catherine RegnaultRoger, Bernard JR Philogène. Biopesticides d'origine végétale), Ed. TEC et DOC, Paris.337p.

Proctor D.L. ,1995- Techniques d'emmagasiner des grains : évolution et tendances dans les pays en développement. Bull. F.A.O N°109, 246p.

Provost C., Coderre D., Lucas E., Chouinard G. et Bostanian N.J., 2003. Impact d'une dose sublétales de lambda-cyhalothrine sur les prédateurs intraguilles d'acariens phytophages en vergers de pommiers. Phytoprotection, 84, 105-113

RIGHI F., 2010 - Etude de la relation plante insecte chez les bruchidées, cas de la bruche de pois chiche Thèse de doctorat en biologie Univ MASCARA 124p.

Safir M., 1999, Condition de conservation des graines In :Sillon., Rev. Trimest. Juil- Sept., N°3., Ed. Cellule de communication de l'O.A.I.C(office Algérien Inter- professionnelle des céréales.,10p.

Shahein A., 1991, Susceptibility of some stored product insects to high and two temperatures. Zagazig. J. Agri. Res. Egypt. Vol 18(2). Pp 77- 584.

SHEJBAL J., et BAISLAMBERT JN., 1982. Le stockage en atmosphère modifiée. In. MULTON JL., conservation et stockages des grains et graines et produits dérivées. Ed .Lavoisier, Paris. Vol.02; pp 777.

Schmitt, M. 1998- Again, bruchid classification. Chrysomela Newsletter 36:pp 3-4.

SIGAUT F., 1978. Les réserves des grains à long terme. Technique de conservation et fabrication sociales dans l'histoire. Ed. Maison de science de l'homme. Univ.de Till III.. PP 3-43.

Soltner D., 2005. Les grandes productions végétales. 2ème Edition. Collection science et techniques agricoles, 472p.

SOUTHGATE B. J., 1978 - The importance of the Bruchidae as of, theirs grains legums: Ecology and control. Ed. S. R. Singh, VAN Eden H. F. and Tylor T. A. pp: 219 – 229.

Steffan J R ., 1978, Les insectes et les acariens des céréales stockées. Normes et techniques. AFNOR, 237 p.

Tiaiba Amel, 2007, Activité insecticide des huiles essentielles de mentha spicata L. et Origanum glandulosum Desf. Sur le potentiel biotique de Callosobruchus maculatus Fabricus. (coéoptère : Bruchidae). Ing. Institue nationale agronomique-el Harrach. Alger. Pp77.

Timko, M. & Singh, B., 2008, Cowpea, a Multifunctional Legume In Genomics of Tropical Crop Plants. Editors Moore, P. and Ming, R. Publisher Springer New York. 227-258.

Traoré, L., et Kalivogui, K. 1995. Principaux insectes nuisibles des denrées stockées, dégâts et méthodes de lutte: cours de formation technique à l'intention des agents privés des traitements phytosanitaires, 75 p.

Utida S., 1954, Phases dimorphism observed in the laboratory population of the cowpea weevil. (Callosobruchus maculatus). Jap. J. of Ecol. Vol 18: 161-168.

Wania F., Mackay D., Li Y-F., Bidleman T.F. ET Strand A., 1999. Global chemical fate of alpha-hexachlorocyclohexane 1. Evaluation of a global distribution model. Environ. Toxicol. Chem., 18, 1390-1399

Weidner H. & G. Rack, 1984, Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposés dans les pays chauds, GTZ, Eschborn, Pp.83-89.

Weinzeirl R., 1998. Botanicals insecticides, soaps and oils. In: Rechcigl JE, RechciglNA Biological, biotechnological control of insect pestin. Lewis Publ., Boca Raton, Florida, 101-121.

Sites d'internet

- 1- <http://www.fao.org/Wairdocs/X5161F/X5161FOC.JPG>
- 2- <http://insects.tamu.edu>
(Consultée le 20 /05/2012)
- 3- <Http://lh4.ggpht.com>
(Consultée le 30/05 /2012)
- 4- <http://www.zin.ru>
(Consultée le 28/05/2012)
- 5- <http://www.rennes.inra.fr>

Résumé

Les céréales constituent la base de l'alimentation.

Pour assurer la vie de nombreuses personnes, les méthodes de stockage des céréales ont évolué, mais malgré ces méthodes, les céréales stockées sont exposées à plusieurs facteurs qui causent la corruption, y compris les insectes nuisibles.

La protection des denrées stockées soulève souvent des polémiques, du fait que les dégâts surviennent quand les récoltes sont encore sur pied.

Les insectes sont sensibles aux températures élevées, il suffit de leurs imposer une température de 55°C durant une heure pour détruire à la fois les œufs, les larves et les adultes.

Dans la recherche des méthodes alternatives de lutte, le règne végétal offre beaucoup de possibilités. Depuis l'Antiquité, les végétaux et produits végétaux ont été présentés à afficher non seulement de leurs avantages pharmacologiques, mais d'autres propriétés biologiques, y compris les activités de pesticides

La raison principale pour laquelle les chercheurs sont amenés à trouver des alternatives à la lutte chimique contre les insectes nuisibles est le développement du phénomène de résistance des insectes ravageurs vis-à-vis des pesticides chimiques, c'est une méthode qui utilise des prédateurs, des parasites, des agents pathogènes et des insectes.

Mots clés: denrées stockées, insectes nuisibles, lutte, pesticides, prédateurs, parasites, agents pathogènes.

Abstract

Cereals are the basis of the diet.

To secure the lives of many people, methods of grain storage have evolved, but despite these methods, stored grains are exposed to several factors that cause corruption, including insect pests.

The protection of stored food is often controversial, as damage occurs when crops are still growing.

Insects are sensitive to high temperatures; it suffices to impose a temperature of 55 ° C for one hour to destroy eggs, larvae and adults.

In the search for alternative methods of control, the vegetable kingdom offers many possibilities. Since ancient times, plants and plant products have been shown to display not only their pharmacological benefits, but other biological properties, including the activities of pesticides

The main reason why researchers are led to find alternatives to chemical control against harmful insects is the development of the phenomenon of resistance of insect pests to chemical pesticides; it is a method that uses predators, parasites, pathogens and insects

Keywords: stored grains, insect pests, control, pesticides, predators, parasites, pathogens

المخلص

تعتبر الحبوب من أهم المصادر الغذائية، و ضمانا لحياة العديد من الناس، تطورت أساليب التخزين، لكن رغم تطور هذه الأساليب إلا أن الحبوب المخزنة معرضة لعدة عوامل متسببة في فسادها منهم الحشرات الضارة.

غالبًا ما تكون حماية السلع المخزنة أمرًا مثيرًا للجدل، نظرًا لأن الضرر يحدث عندما لا تزال المحاصيل تنمو.

إن الحشرات حساسة لدرجات الحرارة العالية، يكفي أن تفرض درجة حرارة 55 درجة مئوية لمدة ساعة للقضاء على كل من البيوض واليرقات والحشرات البالغة.

قدمت المملكة النباتية منذ العصور القديمة العديد من الحلول من أجل مكافحة تلف الحبوب المخزنة، و ثبت أن فوائد النباتات والمنتجات النباتية لا تقتصر فقط على الخصائص الدوائية، ولكن الخصائص البيولوجية الأخرى أيضا، بما في ذلك أنشطة المبيدات الحشرية.

السبب الرئيسي الذي يدفع الباحثون لإيجاد بدائل للمكافحة الكيميائية للحشرات الضارة هو تطور ظاهرة مقاومة الآفات الحشرية للمبيدات الكيميائية، إنها طريقة تستخدم الطفيليات ومسببات الأمراض والحشرات.

الكلمات المفتاحية: الحبوب المخزنة، الحشرات الضارة، مكافحة، المبيدات الحشرية، الطفيليات، مسببات الأمراض