



**Faculté des sciences de la nature et de la vie et des
sciences de la terre et de l'univers**

Département d'Agronomie



Mémoire

En vue de l'obtention de diplôme de master en Agronomie

Option : Production et Amélioration des plantes.

Thème

***Effet des attaques de Capucin des grains (Rhizopertha dominica)
sur les céréales stockées.***

***« Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif
Cas de blé dur dans la région de Tlemcen »***

Présenté par:

Mr. AIDANI Housseyn

Soutenu le 30/09/2015 Devant la commission de jury :

Mr. BARKA.M.S	M.C.A	Président	U. Tlemcen
M ^{me} LAKEHAL. S	M.A.A	Promoteur	U. Tlemcen
M ^{elle} GHALMI. F	M.A.A	Examineur	U. Tlemcen

Année universitaire 2014/2015

A la mémoire de mon père,

A ma mère,

A mes sœurs,

A mes frères,

A mes nièces et mes neveux,

A toute ma famille,

A mes amis,

*Je vous dédie mon travail en témoignage de votre affection et
vos encouragements.*

Housseyn...



REMERCIEMENT

Je remercie avant tout DIEU tout puissant, pour la volonté, la santé, et la patience qu'il m'a donné durant toutes ces années d'études, afin je puisse en arrive là.

J'adresse mes plus vifs remerciements à mon promoteur, M^{me} LAKEHAL.S, Maitre-assistant « A » au département d'Agronomie pour avoir bien voulu m'encadrer, pour ses précieux conseils, pour son suivi tout au long de la réalisation de ce mémoire. J'espère qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

J'adresse mes vifs remerciements aux membres du jury :

- Mr.BARKKA. M.S., maître des conférences « A » du département d'Agronomie, Université de Tlemcen.
- M^{elle}GHALMLI .F, Maitre –assistant « A » au département d'Agronomie Université de Tlemcen.

Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et mes remerciements pour avoir accepté de faire partie du jury et pour avoir bien voulu évaluer ce travail.

Je remercie également ma très chère mère, qui m'a soutenue le long de mes années d'études avec amour et patience et qui a sacrifié de tout pour me voir heureux et réussi.

Je tiens à remercier mes collègues de travail à l'ITElv qui m'ont soutenu et encouragé durant la réalisation de ce travail.

J'adresse mes profonds remerciements à toutes mes amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Introduction générale.01

Première partie : Partie bibliographique

Chapitre I Importance des céréales

I.1.Généralit.....04

I.2. Les principaux pays producteurs de céréales05

I.3. Importance de la céréaliculture en Algérie.....05

I.4. Aperçus sur la céréaliculture dans la wilaya de Tlemcen.....07

I.4.1. La superficie.....08

I.4.2. La production.....08

I.5. Valeur agronomique des céréales.....09

I.5.1. Le blé.....11

I.5.1. 1. Caractères botaniques et classification du blé.....11

I.5.1.2. Le grain du blé dur et leur valeur alimentaire.....13

I.5.2. Différences entre blé tendre et le blé15

Chapitre II le stockage des céréales

II.1. Généralités.....16

II.2. Pourquoi stocker ?.....16

II.3. Modes de stockage.....17

II.3.1. le stockage dans des silos souterrains ; (Matmoura).....17

II.3.2. Stockage en sac.....19

II.3.3. Stockage en vrac (courte durée).....23

II.3.4. L'entreposage en silo (longue durée).....16

II.4. Le circuit des denrées au cours du stockage.....19

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

III.1 Introduction28

III.2 Classification des insectes ravageurs :	29
III.2.1 Les insectes ravageurs primaires :	30
III.2.2 Les ravageurs secondaires :	30
III.3 Principaux insectes déprédateurs des céréales stockées :	30
III.3.1. Coléoptères.....	30
III.3.2. Lépidoptères.....	39
III.4 Aspect des attaques des principales espèces d'insectes ravageurs :	42
III.5. Les pertes causées par les insectes :	44
III.6. La lutte.....	45
III.6. 1. Généralités.....	45
III.6.2. La lutte préventive.....	45
III.6.3. La lutte curative	46
III.6. 3.1. Les méthodes traditionnelles.....	46
III.6.3.2. Méthodes de lutte modernes.....	47
III.6.3.2.1. La lutte chimique.....	47
III.6.3.2.2. Lutte physique et mécanique.....	49
III.6.3.2.3. Lutte biotechnique : (lutte par confusion sexuelle).....	50
III.6.3.2.4. Lutte biologique.....	50
Chapitre IV : Etude biologique de l'insecte (Rhizopertha dominica)	
IV.1. Généralités.....	51
IV.2. Position systématique.....	51
IV.3. Répartition géographique.....	52
IV.4. Organisation interne schématique du Capucin des grains.....	52
IV.5. Etude morphologique.....	55
IV.6. Cycle biologique.....	56
IV.7. Dégâts causés par Rhizopertha dominica.....	58

Chapitre V : partie experimentale

V. 1 Introduction.....	61
V.2 Matériels et méthodes.....	61
V.2.1.Matériels	61
V.2.1.1.Matériels biologiques	61
V.2.1.2. Milieu d'élevage :.....	61
V.2.1.3. Matériels de laboratoire	63
V.2.2. Méthodes	63
V.2.2.1. Evaluation de la perte	64
V.2.2.2 Le pouvoir germinatif.....	65
V.3. Résultats et discussions.....	66
V.3.1. Résultats.....	66
V.3.2 Discussion	71
V.4 Conclusion	72
Conclusion générale.....	73
Annexe.....	76
Références bibliographiques.....	80

Liste des tableaux

Tableau 01 : Evolution des superficies des céréales à Tlemcen en (ha)
(Source : D.S.A. de Tlemcen, 2015).

Tableau 02 : Classification des espèces du genre *Triticum* (D'après Mac Key, 1968)

Tableau 03 : Composition chimique des différentes parties d'un grain de blé : Valeurs moyennes et écarts courants exprimés en % de la matière sèche de la partie considérée (Godon, 1991).

Tableau 04 Composition moyenne en minéraux du grain de blé et des différents produits de mouture (en mg / 100g de matière sèche) (Pilon et Mazerand, 1988).

Tableau 05 : Tableau N° 05 : Différences entre un blé tendre et un blé dur.

Tableau 06 : Aspect des attaques des principales espèces d'insectes nuisibles aux grains stockés pour leur identification sommaire. (*FLEURAT- LESSARD, 1982*).

Tableau 07 : Pertes globales en grammes de matières sèches occasionnées par *Sitophilus oryzae* et *Rhizopertha dominica* au bout d'un cycle de développement sur 200 g de blé à 30°C et 70% H.R (Selon BOKON K., et FLAURT-LESSARD F., 1989).

Tableau N°08 : Résultats généraux d'évolution de taux de l'infestation par *Rhizopertha dominica* sur 1000 grains de blé dur à chaque répétition au bout de leur cycle de développement à 34 °C et de 70% de H.R.

Tableau N°09: L'évaluation de pourcentage d'attaque (A%) occasionné par *Rhizopertha dominica* au bout d'un cycle de développement sur 1000 grains du blé dur à 34 °C et 70% H.R

Tableau N°10: L'évolution de pourcentage de perte en poids (B%) occasionné par *Rhizopertha dominica* au bout d'un cycle de développement sur 1000 grains du blé dur à 30°C et 70% de H.R.

Tableau N°11 : Le pouvoir germinatif relative des grains du blé dur attaqués par *Rhizopertha dominica* dans chaque lot à 25°C.

Liste des figures

- Fig. N°1 : la production céréalière en Algérie 1962/2012. PP 06
- Fig. N° 02 : Evolution des productions des céréales à Tlemcen .PP09
- Fig. N °03 : Coupe longitudinale d'un grain de blé. PP13
- Fig. N° 04 : La composition du grain de blé. PP15
- Fig. N°05 : Vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura). PP18
- Fig. N° 06 : Sacs de blé entreposé en tas. PP19
- Fig. N° 07 : Les différents types de piles . PP21
- Fig. N° 08 : Stock de blé en vrac .PP23
- Fig. N° 09 : Silo en béton armé. PP 26
- Fig. N°10: Silo métallique. PP 26
- Fig. N°11 : Schéma technologique du circuit des denrées au cours du stockage .PP 27
- Fig. N°12 : Cycles vitaux d'insectes infestant les denrées entreposées. PP 29
- Fig. N°13 : A. Grains de blé infestés par des cucujides roux. PP31
- Fig. N°14 : Cucujide plat. PP 31
- Fig. N° 15 le tribolium rouge de la farine. PP 32
- Fig. N°16 : Cycle vital du tribolium brun de la farine. PP 32
- Fig. N°17 : *Lathridius minutus*.PP33
- Fig. N°18 : *Cryptophagus varus*. PP 33
- Fig. N°19 : Cycle vital de la calandre des grains. PP 34
- Fig. N°20 : Cycle vital du charançon du riz (*de gauche à droite*). PP 34
- Fig. N°21 : capucins des grains de la farine. PP 36
- Fig. N°22 :le grand capucin (*Prostephanus truncatus*. PP 36
- Fig. N°23: *Trogoderma granarium* 37
- Fig. N°24: *Des graines de blé infestés par le Trogoderme*. PP 37
- Fig. N°25: *Callosobruchus maculutus* .PP 38
- Fig. N°26: *Acanthoscelides obtectus*. PP 38
- Fig. N° 27 : Cycle vital de la pyrale indienne de la farine.PP.39
- Figure N° 28 : Pyrale de la farine A et B. PP 39
- Fig. N°29 : Pyrale méditerranéenne de la farine. PP. 40
- Fig. N°30 : Cycle vital de *Sitotroga cerealella* .PP.40.

Fig. N°31 : Cycle vital de la pyrale indienne de la farine. PP.41

Fig. N°32: *Ephestia spp.* PP. 42

Fig. N°33 : *Rhizopertha dominica*. PP 51.63

Fig. N° 34 : Anatomie d'un Coléoptère des denrées alimentaires, le capucin des grains (*Rhizopertha dminica*). PP.54

Fig. N°35 : Organisation interne des systèmes sanguin, digestif et nerveux chez un insecte des denrées *Rhizopertha dominica* .PP 55

Fig. N°36 : Les stades morphologiques de *Rhizopertha dominica* .PP.56

Fig. N°37 : Cycle de développement d'un Coléoptère à forme cachées, le Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*).PP.58

Fig. N° 38 : Les dégâts causés par *Rhizopertha dominica* .PP.60

Fig. N°39 : Une étuve ordinaire.PP.62

Fig. N°40 : une balance de précision. PP 62

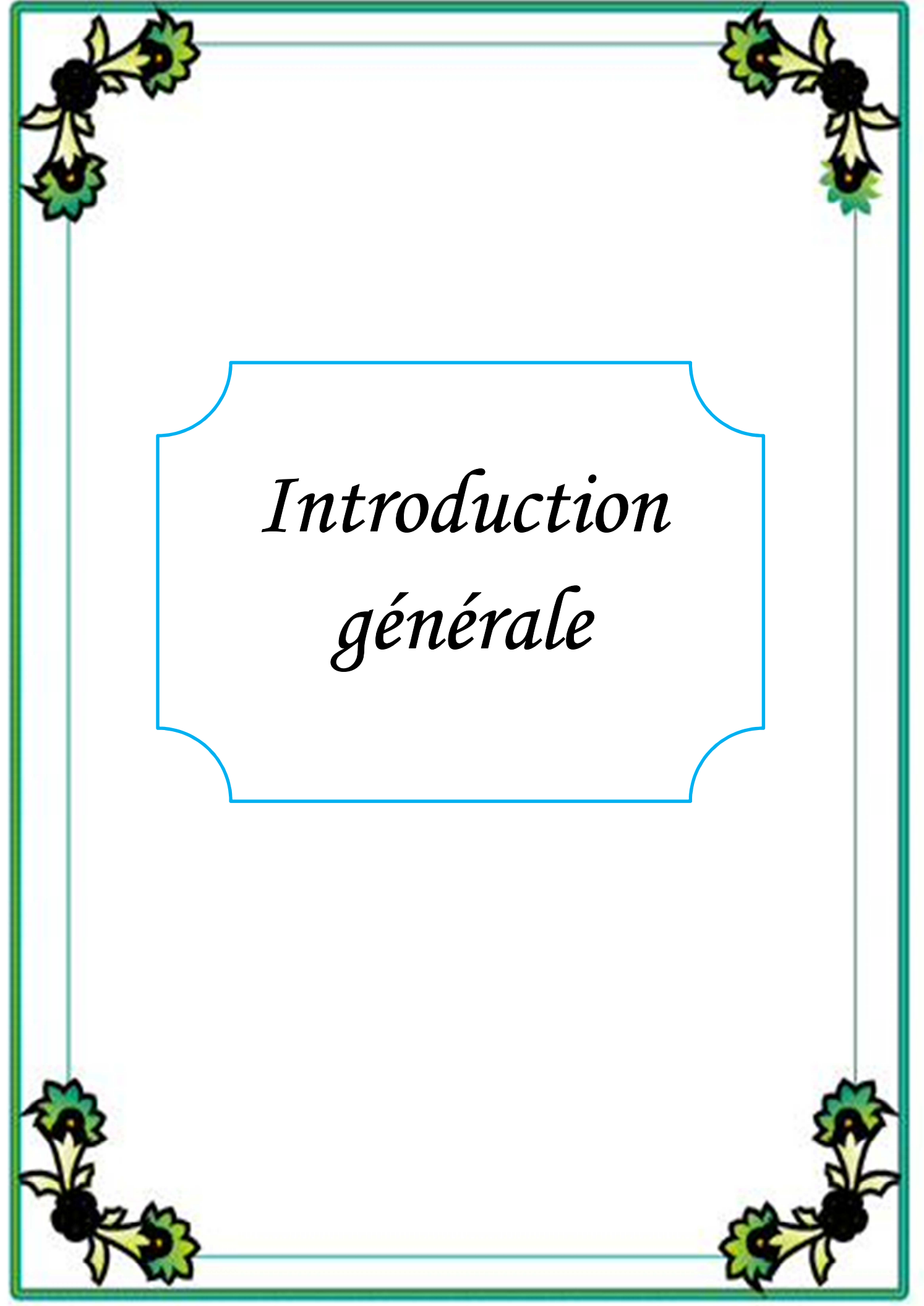
Fig. N°41 : Le bocal d'élevage. PP 62

Fig. N°42 : Une loupe binoculaire. PP 63

Fig. N °43 : Relation entre le nombre de *Rhizopertha dominica* sur 1000 grains de blé dur et le pourcentage d'attaque après une génération. PP 67

Fig. N° 44 : Relation entre le nombre de *Rhizopertha dominica* sur 1000 grains de blé dur et le pourcentage de perte en poids après une génération. PP 68

Fig. N°45 : le pouvoir germinatif des grains attaqués. PP70
Fig. N° 46 : Relation entre le taux de l'infestation par *Rhizopertha dominica* sur 1000 graines de blé dur et le pouvoir germinatif des grains attaqués après une génération. PP70

A decorative border with a green double-line frame. At each of the four corners, there is a stylized floral arrangement featuring yellow and green flowers with black centers and green leaves.

*Introduction
générale*

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 (**USDA 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 cinq 05 dernières 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.

Durant ces mêmes dernières cinq 05 années (2008-2012) Les céréales dans la wilaya de Tlemcen occupent une superficie moyenne de 33025,5 d'ha avec une production moyenne de 385047,5 q et un rendement de 11.14q/ha. Soit 2,93% d'avoine et 43,57% d'orge avec une dominance au blé qui représente 53,51 % de cette filière dont (51,97% blé tendre et 48,03% blé dur **(D.S.A. de Tlemcen, 2013)**).

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.

Rivalisé depuis longtemps, le capucin des grains ou *Rhizopertha dominica* est l'un des ravageurs primaire, lié particulièrement à une vaste aire de distribution géographique. Cette insecte c'est la seule espèce de Bostrychidae qui attaque les céréales en stock, et il cause des dégâts importants au niveau des stocks (**Balachowsky AS., 1962**).

Plusieurs recherches ont été réalisées sur le cycle de développement de *Rhizopertha dominica* et leur dégâts (**Jacobson RJ., Thomas Kp., 1981 ; Cambelle A., Snha RN., 1978**), (**Farjan MA, 1983**) et (**Fleurat-Lessard F., 1982**).

Pour nos investigations, nous étudions l'effet du *Rhizopertha dominica* F. sur le pouvoir germinatif, et la perte pondérale du blé dur stocké en harmonie avec le cycle de développement de cet insecte (la génération filles).


Cette étude est répartie en deux parties :

- ❖ La première est bibliographique : elle est répartie en quatre chapitres ; le première concerne l'importance des céréales en Algérie ; le deuxième et le troisième consiste à étudier les modes de stockages et un inventaire sur les principaux insectes ravageurs des céréales stockés avec les moyennes de lutte ; et le dernière le (quatrième chapitre) est consacré à l'étude bioécologique du *Rhizopertha dominica* .
- ❖ La deuxième partie concerne l'expérimentation, les matériels et les méthodes, les résultats et discussion.



Première partie

*Partie
bibliographique*





CHAPITRE : I

*Importance des
céréales*



I.1. Généralités

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 240 Kg/ 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 constitués 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 (graphique 1). 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.

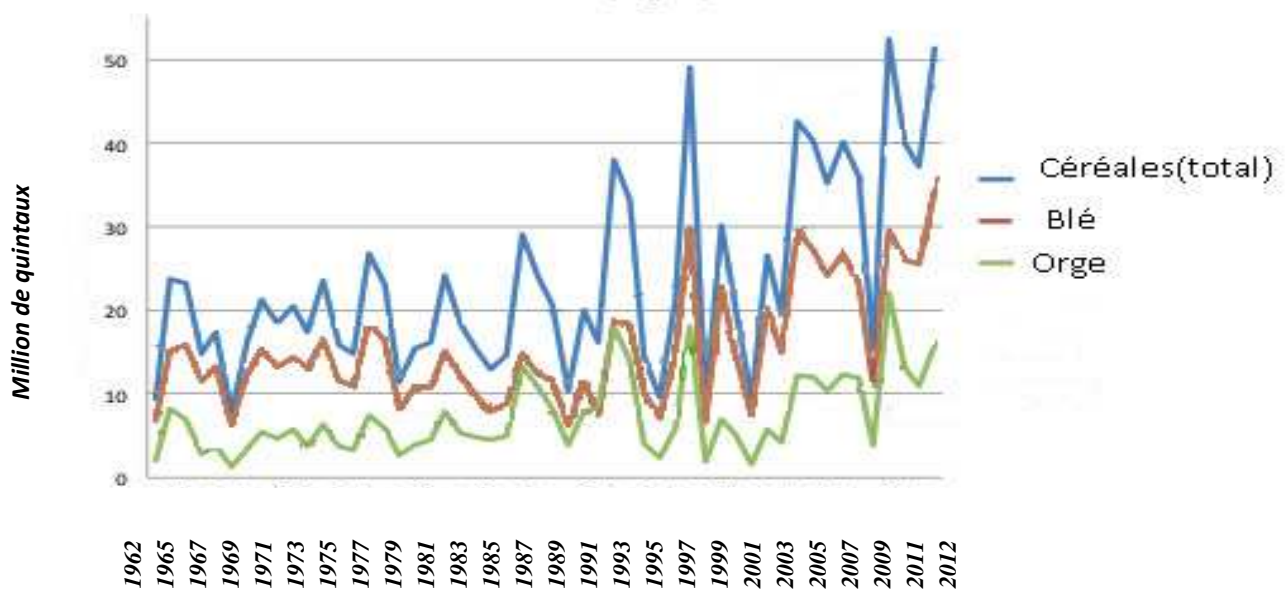


Fig. N°1 : la production céréalière en Algérie 1962/2012

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 & E. H. Benabderrazik, 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 Rastoin & El Hassan Benabderrazik Mai 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 & E. H. Benabderrazik, 2014**).

I.4. Aperçus sur la céréaliculture dans la wilaya de Tlemcen

La production agricole dépend à la fois du rendement de la culture et de la surface cultivée. L'intérêt accordé au blé dur est justifié par un nombre de caractères qui lui permettent de s'adapter au climat méditerranéen, la principale activité en zone rurale est l'agriculture, au niveau de notre wilaya, la céréaliculture a connu une dynamique d'extension notable.

I.4.1. La superficie

Tableau N°01 : Evolution des superficies des céréales à Tlemcen en (ha)
(Source : D.S.A. de Tlemcen, 2015).

Campagne	Blé tendre	Blé dure	Orge	Avoine	Total
2004/2005	41400	40500	37500	3860	123260
2005/2006	37000	35000	42000	4000	118000
2006/2007	28900	26900	37000	2400	95200
2007/2008	37250	36400	50810	3880	128340
2008/2009	27700	25350	54450	2950	110450
2009/2010	37560	32470	62000	3580	135610
2010/2011	41000	36250	60500	3950	141700
2011/2012	40150	39300	60000	4960	144410
2012/2013	43850	44350	75550	4700	168450
2013/2014	37000	59250	70550	5200	172000

Avec 38.5 % de la S.A.U, les céréales figurent comme étant la principale culture agricole dans la wilaya. Ces dernières dix années La superficie destinée à la céréaliculture varie d’une année à l’autre selon la pratique de la jachère, (**khemis. F et al 2013**) avec un accroissement de l’ordre de 123260 en 2005 ha a 172000 ha en 2014.Cela est due surtout à l’arrachage des vergers arboricoles et des vieilles vignobles.

I.4.2. La production

La production céréalière fait vivre une grande partie de la population rurale ; comme pour toute l’Algérie la céréaliculture est caractérisée par une irrégularité de production et cela est lié principalement aux conditions bioclimatiques notamment les précipitations et l’itinéraire technique de la culture dont la plus part des agriculteurs suivent des méthodes classiques.

On peut diviser ces dix 10 dernières années de production en trois phases principales :

- La 1^{ère} phase du 205au2008 (minimum) avec une production de 500.000 q ;
- La 2^{ème} phase du 2008 au 2011 (intermédiaires) avec une production de 1.6 million q ;
- La 3^{ème} phase 2009 au 2014 (maximal) avec un pic de 2.6 million de q.

Durant ces 10 dernières années l'orge vient toujours en première position avec une production moyenne de 485620 qx soit 44,34% destiné à l'alimentation de bétails ; élevage intensif bovin et ovin.

Suivi par le blé (tendre et dur) avec une faible dominance au blé dur au cours des trois dernières années et avec des moyennes de production de (314141qx blé tendre soit 28,68%) et (268341qx blé dur soit 24,50%). L'avoine vient à la dernière position avec une production moyenne de 27088 qx soit 2,47% de la production céréalière.

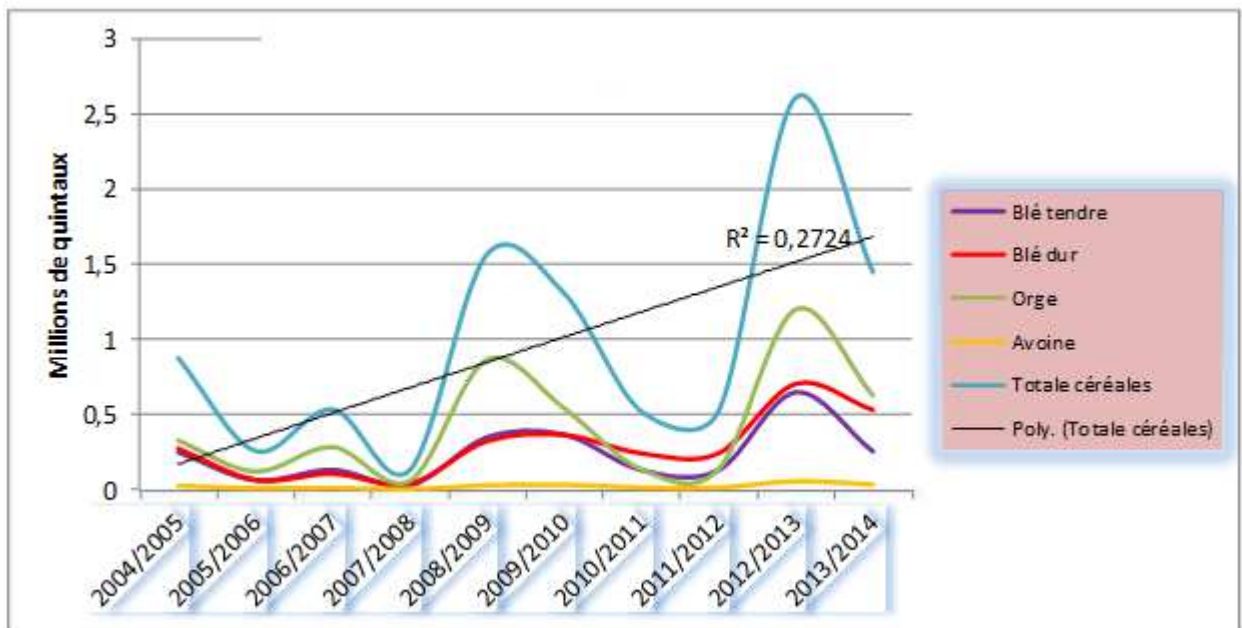


Fig. N° 02 : Evolution des productions des céréales à Tlemcen en (quintal).
(Source : D.S.A. de Tlemcen, 2014).

I.5. Valeur agronomique des céréales

Dans les céréales, ce sont classiquement les grains que l'on utilise pour l'alimentation humaine et animale. L'orge est prise comme base pour le calcul de la ration animale; on dit que 1Kg d'orge équivaut à une unité fourragère (**Gondé et Jussiaux ,1980**).

Le reste de la plante est parfois valorisée en alimentation animale soit à l'état sec sous forme de paille pour certaines céréales, soit à l'état frais ou en ensilage par les autres (**Godon, 1991**).

Dans les pays d’Afrique du Nord, les résidus lignocellulosiques, particulièrement les chaumes de céréales après les pailles, représentent une importante ressource alimentaire pour les ovins (**Houmani, 2002 in Houmani, 2007**). Durant la période estivale, les chaumes constituent l’essentiel de la ration de base pour les brebis en début de gestation (**Houmani, 2007**).

En Algérie, les troupeaux ovins transhument vers le nord et passent l’été dans les hautes plaines céréalières se nourrissant de chaumes, le plus souvent non complétés ou complétés avec de l’orge en grain, du gros son. Ces compléments plutôt riches en énergie sont peu appropriés pour accompagner les chaumes (**Houmani, 2007**).

La paille des céréales est ramassée après la moisson, elle est mise en botte et conservée pour être distribuée au cours de l’automne et en hiver, lorsque le froid ne permet pas une croissance suffisante de l’herbe en plein champs. Elle contient 85 % de matière sèche, formée de 60 % de cellulose, 25 % d’hémicellulose et de 10 % de lignine.

Elle contient des quantités variables de glucides (1,5 %) et des matières azotées (2 à 4 %) et des éléments minéraux en très faibles quantités 2 à 5 g/Kg de matière sèche. La cellulose et l’hémicellulose isolées de la lignine dégradée par les enzymes du rumen, sont les principales sources d’énergie utilisable par les animaux (**Mossab, 1991 in Mossab, 2007**).

La paille qui reste après moisson sur les champs peut être rentrée à la ferme ou enfouie dans le sol. Il ne faut jamais la brûler, car on perd ainsi une matière organique précieuse, l’humus (**Gondé et Jussiaux, 1980**).

I.5.1. Le blé

Trois céréales ;blé, riz et maïs constituent la base alimentaire des populations du globe. Durant le développement de la civilisation Indo-Européenne, le blé est devenu la principale céréale des peuples occidentaux sous climat tempéré (**Henry et De Buyser, 2001**).

Le blé est l’une des principales ressources alimentaires de l’humanité. La saga du blé accompagne celle de l’homme et de l’agriculture; sa culture précède l’histoire et caractérise

l'agriculture néolithique, née en Europe il y a 8000 ans. La plus ancienne culture semble être le blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (**Feillet, 2000**).

Dans le croissant fertile puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe (**Doussinault & al., 1992**). C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule Italienne et de la Sicile (**Bonjean, 2001 in Boulal et al., 2007**).

En Algérie, (**Léon Ducellier**) (1878-1937) en particulier, parcourant le blé, fit au début du siècle le recensement d'une flore mal connue. Il découvrit et analysa les nombreuses variétés, qui peuplaient les champs cultivés, recueillit les échantillons les plus caractérisés, les plus productifs, les plus résistants à la sécheresse ou à quelques maladies. Le blé tendre était inconnu en Afrique du Nord avant l'arrivée des français. Le fellah qui ne cultivait que le « guehmah » (blé dur) se mit à la « farnia » (**Lery, 1982**).

Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine, puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (**Henry et de Buyser, 2001**). D'après **Sears (1954) et Okamoto (1962) in Auriau et al. (1992), Belaid (1996), Feillet (2000) et Henry et De Buyser (2001)**, les deux espèces des céréales les plus cultivées sont :

- le blé dur (*Triticum durum*) : AABB (2 n = 4 x = 28) Tétraploïde;
- le blé tendre (*Triticum aestivum*) : AABB DD (2 n = 6 x = 42) Hexaploïde.

I.5.1. 1. Caractères botaniques et classification du blé

Dans le règne végétal, le blé dur appartient au groupe des Spermaphytes, au sous-groupe des Angiospermes, à la classe des Monocotylédones, la famille des Graminées, au Genre Trititum et l'espèce durum. Chez laquelle on distingue 3 sous espèces : Méditerranéum, Syriacum, Europeum (**Grignac, 1981**).

I.5.1.2. Le grain du blé dur et leur valeur alimentaire

I.5.1.2.1. Structure du grain de blé

Le grain de blé est un grain nu, dont la couleur varie du jaune pâle à l'ocre roux selon la variété du blé, il est formé de deux faces, une est plane et l'autre est bombée. La face plane est parcourue par un sillon médian et profond où se trouve le faisceau nourricier du grain .La face bombée a à sa partie inférieure une zone renflée où se trouve le germe.

Le grain de blé se compose de trois parties :

- L'écorce ;
- L'amande ;
- Le germe.

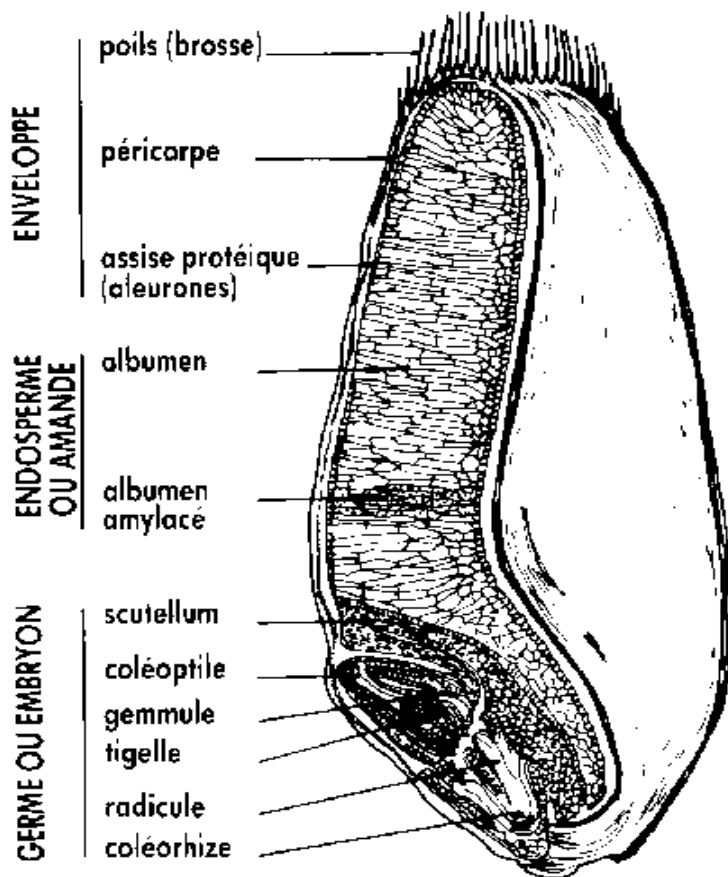


Fig. N °03 : Coupe longitudinale d'un grain de blé (Grossissement X15)

Source : www.fao.org/Wairdocs/X5163F/X5163FOI.GIF

I.5.1.2.2. Composition biochimique du grain de blé

Les grains de céréales sont des organes végétaux particulièrement déshydratés, leur teneur en eau est environ de 14 %. Le cotylédon du blé représente 82 % à 85 % du grain, il accumule toutes les substances nutritives nécessaires : glucides, protéines, lipides, substances minérales et vitamines (Tableau N°02) (Cretois ;1985)

Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le cotylédon, soit dans le péricarpe. Ces substances sont principalement des métabolites qui assurent la nutrition de la plantule lors de la germination.

Tableau N° 03 : Composition chimique des différentes parties d'un grain de blé : Valeurs moyennes et écarts courants exprimés en % de la matière sèche de la partie considérée (Godon, 1991).

Parties du grain (%)	Amidon (petites glucides)	Protéines	Lipides	Cellulose Hémicellulose Pentosanes	Minéraux
Péricarpe	16 (± 2)	12 (± 2)	1 (± 0,2)	67 (± 7)	4 (± 1)
Tégument séminal	10 (± 1)	16 (± 3)	4 (± 1)	58 (± 5)	12 (± 3)
Assise protéique	12 (± 2)	32 (± 3)	8 (± 1)	38 (± 3)	10 (± 5)
Germe	20 (± 1,5)	38 (± 2)	15 (± 2)	22 (± 2)	5 (± 1)
Amande	85 (± 10)	11 (± 3)	2 (± 0,1)	1,5 (± 1,5)	0,5 (± 0,2)

Tableau N°04 : Composition moyenne en minéraux du grain de blé et des différents produits de mouture (en mg / 100g de matière sèche) (Pilon et Mazerand, 1988).

	Potassium	Phosphore	Fer	Zinc	Calcium	Magnésium
Grain entier	500	350	5	6	50	150
Germe	400	1200	16	4	100	500
Son	1300	1100	20	20	130	550

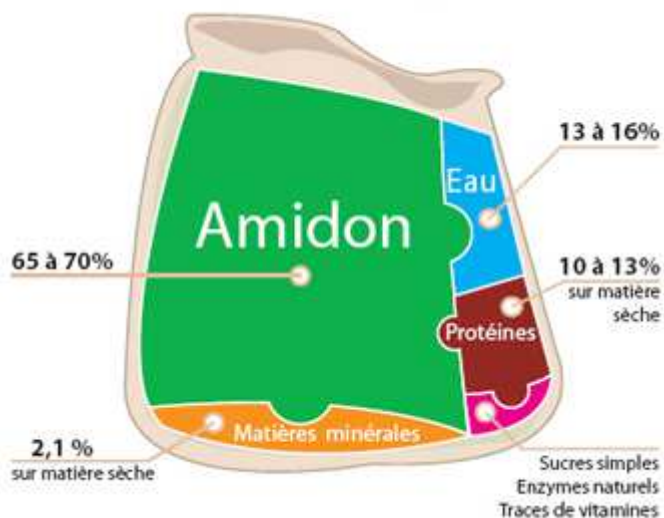


Fig. N° 04 : La composition du grain de blé
Source : <http://www.boulangeries-net/MP/Infoblefar>

I.5.2. Différences entre blé tendre et le blé dur

Les différences qui existent entre un blé tendre et un blé dur sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau N° 05 : Différences entre un blé tendre et un blé dur.

Caractères	Blé tendre	Blé dur
Aspect Génétique	3 génomes A.B et D $2n = 42 = 3x (2x7)$	2 génomes A et B $2n = 28 = 2x (2x7)$
Prédominance	De l'amidon	Des protéines
Aspect De la plante	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Feuilles très étroites, ✓ maturation très rapide 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Feuilles large, ✓ maturation très longue ✓ moisson tardive exigeante du point de vue sol et climat
Forme	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texture opaque ✓ structure de l'amande farineuse 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texture vitreuse
Utilisation	Obtention de la farine utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits.	Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaires.



CHAPITRE : 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. (DAUFIN H, 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 gains 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. (DAUFIN H, 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'on appelle (Elmatmoura) à un endroit surveillé ou proche de la ferme, la capacité de ces lieux de stockage est variable elle est de l'ordre de quelques mètres cubes, c'est une technique archaïque peut être encore utilisée dans certaines régions isolées (Doumaindji A et al, 1989).

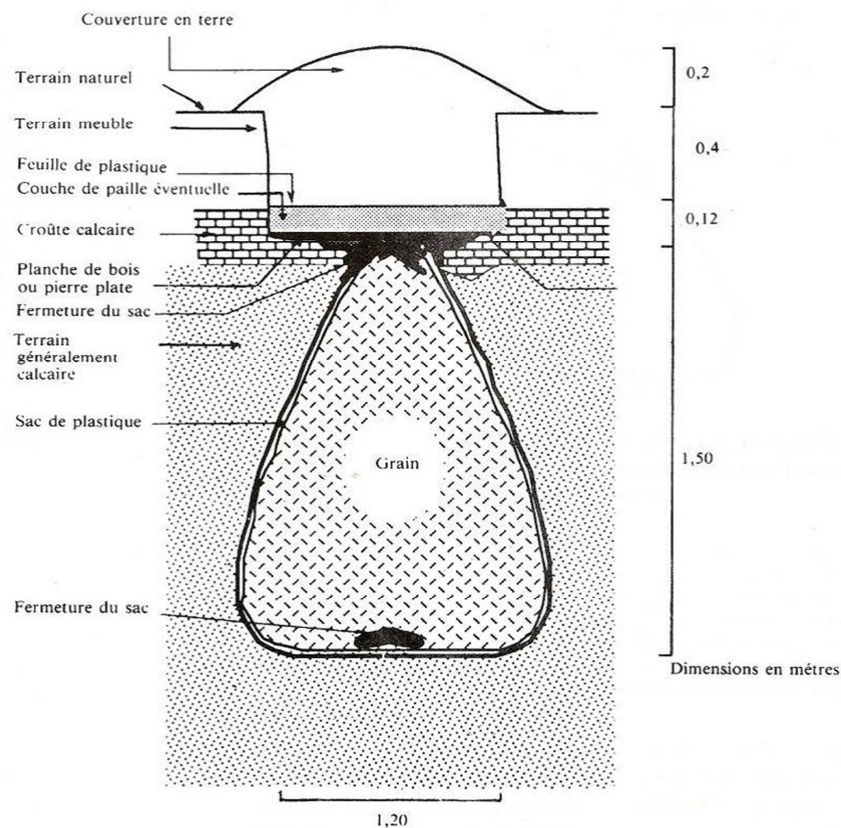


Fig. N°05 : Vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura) pour le stockage des céréales capacité 1.8 m³. (E.Bartali)

II.3.1.1. 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.

II.3.1.2. 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 J., et BAISLAMBERT JN, 1982)

II.3.2. Stockage en sac :



Fig. N° 06 : Sacs de blé entreposé en tas

Source : photo originale

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 A et al, 1989).

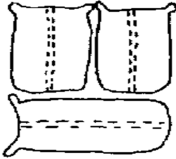
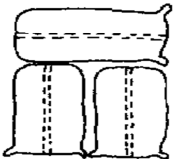
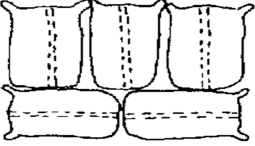
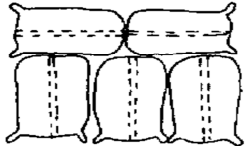
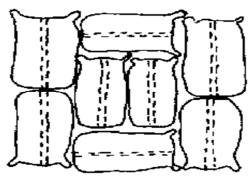
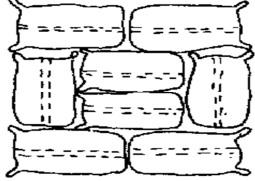
Couches impaires	Couches paires	Nombre de sacs par couche
		Trois par couche
		Cinq par couche
		Huit par couche

Fig. N° 07 : Les différents types de piles

II.3.2.1. Avantages :

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

II.3.2.2. Les inconvénients :

D'après (CRYZ et all, 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 (DOUMAINDI et all, 2003).



Fig. N° 08 : Stock de blé en vrac

Source : photo original CCLS Tlemcen

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 all, 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 (DOUMAINDI 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.

II.3.4.1. La différence entre un silo en béton armé et un silo en métal :**II.3.4.1.1. 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 JF., TROUDE F., GRIFFON D., HEBERT JP., 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.

Matériau

II.4.4.1.2. 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 François, 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 all, 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.

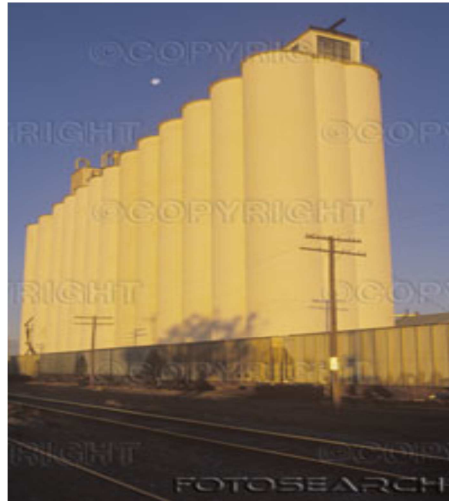


Fig. N° 09 : Silo en béton armé.



Fig. N°10: Silo métallique

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

II.4. Le circuit des denrées au cours du stockage

Le circuit des denrées au cours du stockage est schématisé selon Philipe, 2004 comme suivant :

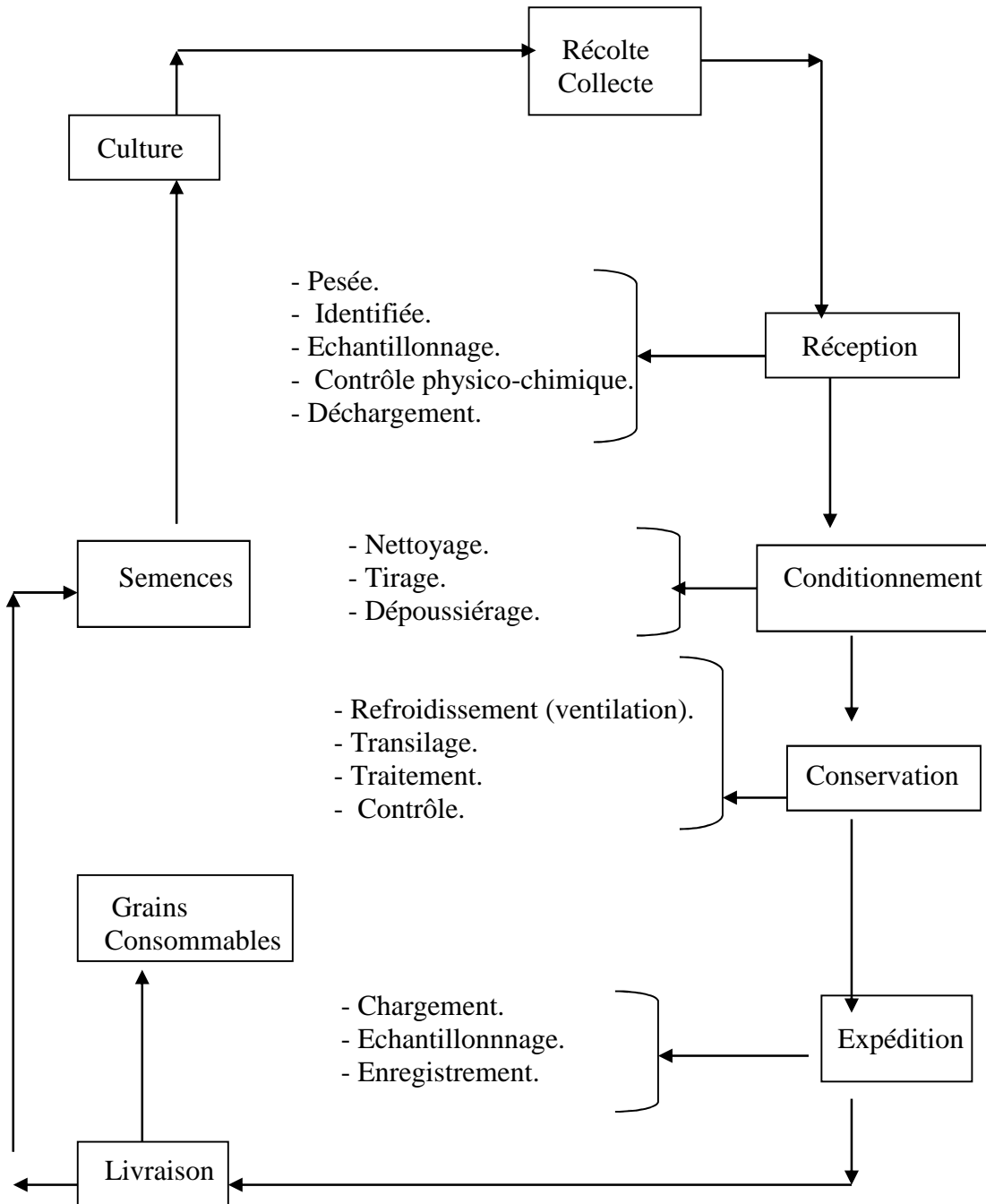




Fig. N°11 : Schéma technologique du circuit des denrées au cours du stockage. (Philipe, 2004)



CHAPITRE : III

*Ravageurs
communs dans
les denrées
entreposées et
méthodes de
lutte*



III.1 Introduction

Plus d'une centaine d'espèces d'insectes et d'acariens se rencontrent dans les denrées entreposées, mais seules quelques-unes d'entre elles peuvent causer des dommages importants. Les autres espèces sont mycophages, détritivores, prédateurs ou parasites.

Chez les coléoptères et les lépidoptères, les plus communs des insectes associés aux denrées entreposées, le cycle vital comporte quatre stades : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte (**Fig N°12**). Pour leur part, les psocoptères et les acariens présentent seulement trois stades, soit l'œuf, la nymphe et l'adulte.

➤ Œuf :

Les œufs sont déposés soit dans les crevasses du tégument des grains, soit dans la poussière et les débris accumulés dans les cellules d'entreposage. Chez certaines espèces, comme la calandre des grains, la femelle dépose ses œufs à l'intérieur des grains (**Flaurat-Lessard, 1982**).

➤ Larve :

C'est le seul stade de croissance. La larve consomme plusieurs fois son propre poids de nourriture et, comme son tégument est rigide, elle doit muer périodiquement pour grossir. La découverte d'exuvies dans les céréales, les oléagineux et leurs produits indique que des insectes sont ou étaient présents (**Flaurat-Lessard, 1982**).

➤ Nymphe :

Formée après la dernière mue larvaire, la nymphe ne se nourrit pas. Chez certaines espèces, elle est enfermée dans un cocon tissé par la larve. Durant sa vie nymphale, l'insecte subit une métamorphose interne et externe complète qui mène au stade adulte. (**Amari. Nadia, 2014**)

➤ Adulte :

Les adultes des espèces d'insectes qui infestent les denrées entreposées mesurent entre 0,1 et 1,7 cm de longueur. Le corps est pourvu de trois paires de pattes et se divise en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

Les pièces buccales et les organes sensoriels sont situés sur la tête. Le thorax porte les pattes et les ailes. L'abdomen renferme les organes reproducteurs. Les adultes se déplacent dans les interstices entre les grains et, à l'exception des lépidoptères et des ptinidés, peuvent pénétrer profondément dans la masse. Certains de ces insectes peuvent voler et ont une vaste aire de répartition. Les coléoptères possèdent des ailes peu développées, et certaines espèces sont même incapables de voler, quoique le cucujide roux et le tribolium rouge de la farine volent très bien (Anonyme 2001).

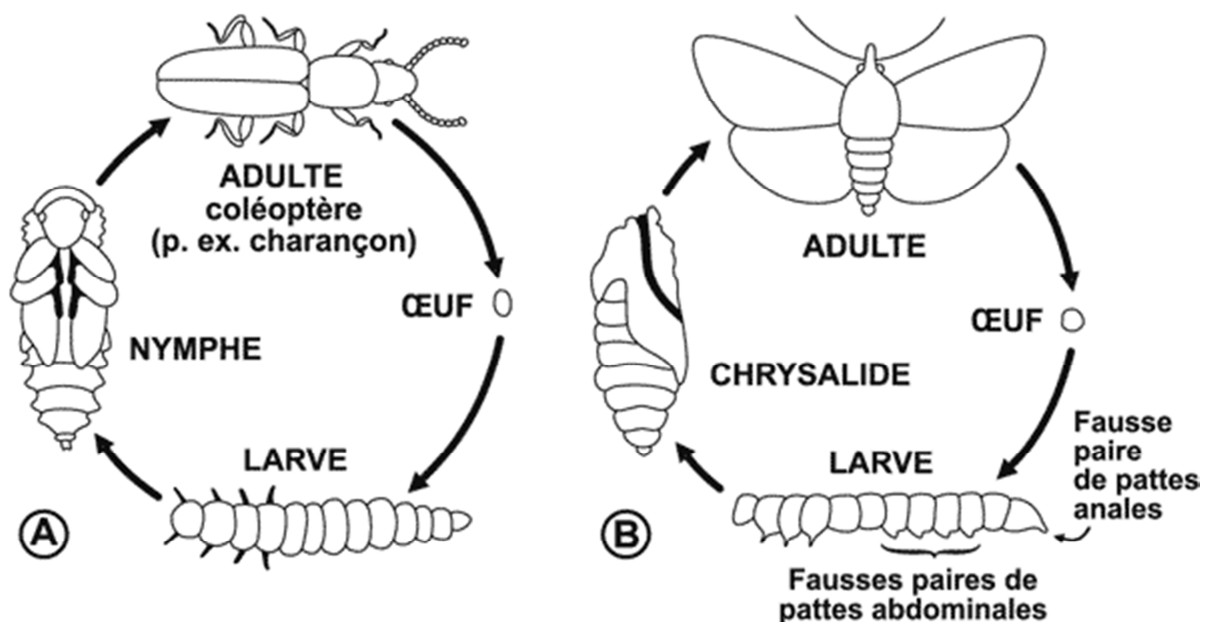


Fig. N°12 : Cycles vitaux d'insectes infestant les denrées entreposées :
A. Coléoptère; B. Lépidoptère.

Source : www.agr.gc.ca/science/winnipeg/

III.2 Classification des insectes ravageurs :

Les grains et graines subissent de multiples agressions de la part des insectes lors du stockage et de la conservation. Ces insectes nuisibles peuvent être répartis en deux groupes :

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

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

III.2.1 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.

III.2.2 Les ravageurs secondaires : attaquent ou s'établissent dans les grains qui ont déjà été endommagés ou attaqués par les ravageurs d'entrepôt. (F.A.O 2014)

III.3 Principaux insectes déprédateurs des céréales stockées :

III.3.1. Coléoptères

Les coléoptères qui infestent les produits entreposés se ressemblent souvent, mais ils diffèrent par leur comportement et le type de dommages qu'ils occasionnent. Il importe d'identifier les espèces présentes avant d'intervenir.

Le guide détaillé rédigé par (Bousquet ; 1990) peut se révéler fort utile à cette fin. Une description des principaux coléoptères infestant les céréales et les oléagineux entreposés est présentée dans les paragraphes suivants.

III.3.1.1. Cucujide roux

Ce coléoptère (**Fig. N°13**) est le principal ravageur des grains entreposés. Il se nourrit habituellement du germe (embryon) du grain. Les infestations graves provoquent l'échauffement et la détérioration du grain. L'adulte, de forme aplatie, rectangulaire, luisant, brun roux, mesure 0,2 cm de longueur et possède de longues antennes en chapelet projetées vers l'avant en forme de « V ». Le cucujide roux se déplace rapidement parmi le grain chaud et peut voler lorsque la température de l'air dépasse 23 °C. La femelle dépose ses œufs dans les crevasses des grains et dans la poussière de grains. Les larves, minuscules, pénètrent dans le germe des grains endommagés et s'en nourrissent. Dans le blé présentant une teneur en eau de 14,5 % et une température de 31 °C, le développement de l'œuf à l'adulte s'effectue en l'espace d'environ 21 jours.

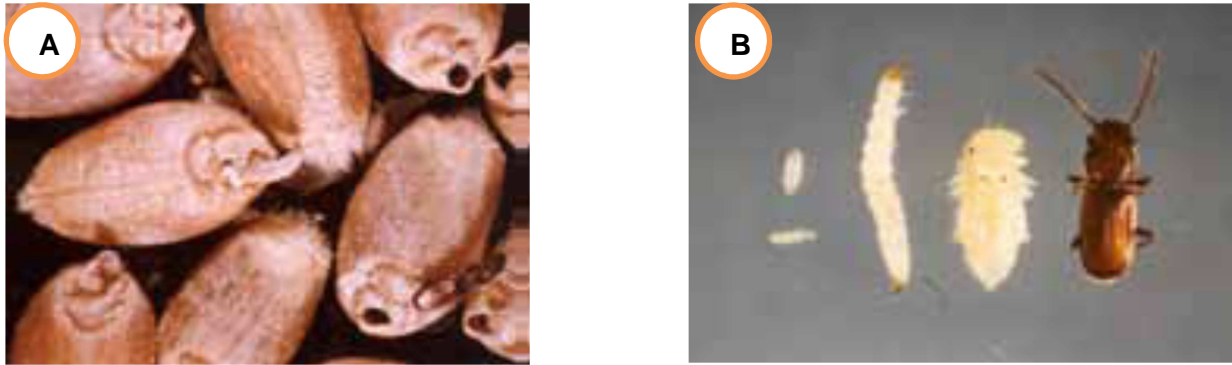


Fig. N°13 : A. Grains de blé infestés par des cucujides roux.

B. Cycle vital du cucujide roux (*de gauche à droite*):
œufs, nymphe, adulte.

Source : www.grainscanada.gc.ca

III.3.1.2. Cucujide plat

Par l'aspect et les habitudes alimentaires, il ressemble au cucujide roux, mais les mâles possèdent des antennes plus longues. Le cucujide plat est un ravageur important du grain entreposé dont il se rencontre dans les cellules d'entreposage.



Fig. N°14 : Cucujide plat

Source : www.grainscanada.gc.ca

III.3.1.3. Tribolium rouge de la farine

Ce ravageur (Fig. N°15 A et B) se développe dans les céréales et les oléagineux entreposés à la ferme et dans les silos. L'adulte est brun rougeâtre et mesure 0,4 cm de longueur. Les larves et les adultes se nourrissent de grains brisés. Le développement de l'oeuf à l'adulte est bouclé en 28 jours lorsque les conditions de température et d'humidité sont optimales (31 °C et 15 %). Le développement est plus lent en présence de faibles

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

conditions d'humidité (8 %). Par temps chaud, les adultes volent et peuvent être transportés par le vent dans les maisons ou d'autres bâtiments.



Fig. N° 15 : A. Grains de blé infestés par le tribolium rouge de la farine.

B. Cycle vital du tribolium rouge de la farine (*de gauche à droite*): œufs, nymphe, adulte.

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepot

III.3.1.4. Tribolium brun de la farine

L'adulte (**Fig.N°16**) ressemble à celui du tribolium rouge de la farine et il est difficile de l'en distinguer sans l'aide d'un microscope ou d'une loupe. Les larves et les adultes se nourrissent de farine, d'aliments pour animaux et d'autres matières moulues. Contrairement au tribolium rouge, le tribolium brun est plus commun dans les meuneries que dans les autres types d'installations d'entreposage, et les adultes ne volent pas.



Fig. N°16 : Cycle vital du tribolium brun de la farine (*de gauche à droite*) : œufs, larve, nymphe, adulte.

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepot

III.3.1.5. Tribolium noir d'Amérique

Le tribolium noir d'Amérique est semblable au tribolium rouge de la farine, mais il est plus gros et noir. Il est commun dans les entrepôts vides, mais il pullule rarement dans les céréales et les oléagineux entreposés à la ferme.

III.3.1.6. Coléoptères mycophages

Ces ravageurs infestent généralement les céréales et les oléagineux humides ou gourds et se nourrissent de la poussière et des moisissures qui leur sont associées. Les lots de semences sèches entreposés en vrac à proximité de lots de grains gourds ou humides peuvent aussi être infestés. Le cucujide des grains, le *Lathridius minutus* (Fig.N°17) et le *Cryptophagus varus* (Fig.N°18) sont les coléoptères mycophages les plus couramment rencontrés dans les céréales et oléagineux entreposés (Bousquet 1990).

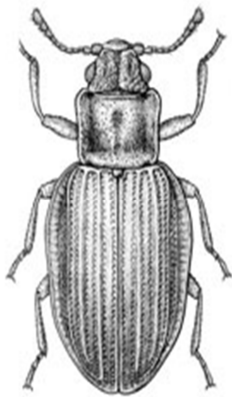


Fig. N°17 : *Lathridius minutus*



Fig. N°18 : *Cryptophagus varus*

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepot

III.3.1.7. Cucujide dentelé des grains

La calandre des grains (Fig. N°19) est l'un des pires ravageurs des grains entreposés au monde. Les adultes possèdent un rostre distinctif qu'ils utilisent pour creuser les grains de céréales. Après avoir foré un trou dans un grain, la femelle y dépose un seul œuf, puis en obture l'ouverture au moyen d'un bouchon de consistance gélatineuse. Les larves se nourrissent de l'endosperme et achèvent leur croissance à l'intérieur du grain.

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

Les adultes forent des trous d'émergence sur le côté des grains. En présence de conditions optimales (26 à 30 °C et 14 % d'humidité), le développement de l'œuf à l'adulte s'effectue en l'espace de 25 à 35 jours. L'adulte mesure 0,3 à 0,4 cm de longueur et est incapable de voler. Surpris, il replie ses pattes sous son corps et feint d'être mort (**Anonyme 2001**).



Fig. N°19 : Cycle vital de la calandre des grains (*de gauche à droite*) : œuf, larve, nymphe, adulte.

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepouse.

III.3.1.8. Charançon du riz (*sitophilus oryzae*)

Depuis quelques années, le charançon du riz (**Fig. N°20**). Il mesure 0,2 à 0,4 cm de longueur et porte quatre taches orange rougeâtre bien visibles sur les élytres (première paires d'ailes cornées repliées au-dessus de l'abdomen). Le développement de l'œuf à l'adulte s'effectue en 28 jours à 30 °C et à 14 % d'humidité. L'adulte peut voler et s'attaque à de nombreuses autres céréales que le riz. Le développement larvaire et la nymphose ont lieu à l'intérieur des grains (**Balachowsky, 1962**).



Fig. N°20 : Cycle vital du charançon du riz (*de gauche à droite*) : œuf, larve, nymphe, adulte.

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepouse

III.3.1.9. Le Ténébrion meunier

Le ténébrion meunier (**Fig. N°21**) est le plus grand coléoptère vivant dans le grain entreposé, mais il n'est pas commun en milieu agricole. D'abord attiré par les aliments pour animaux, il peut ensuite infester les grains entreposés en train de se détériorer. L'adulte est noir et mesure environ 1,5 cm de longueur, tandis que la larve est jaune et mesure de 0,2 à 2,8 cm de longueur. Le ténébrion meunier préfère les endroits obscurs et humides dans les entrepôts ou les cellules d'entreposage d'aliments pour animaux. L'adulte vit plusieurs mois, tandis que la larve peut prendre un ou deux ans avant de se nymphoser lorsque les conditions sont défavorables. En raison de sa grosseur, il est facile à détecter et semble souvent plus abondant qu'il ne l'est en réalité. Sa présence est un signe de mauvaises conditions d'entreposage ou de déficience sanitaire (**Seck.D. 2009**).

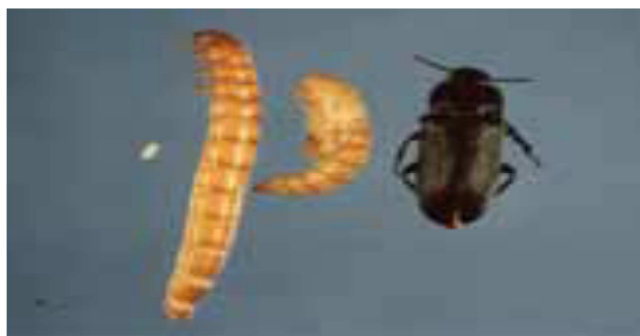


Fig. N°20 : Cycle vital du ténébrion meunier (*de gauche à droite*) :
Œufs, larve, nymphe, adulte

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepot

III.3.1.10. le capucin des grains (*Rhizopertha dominica*)

Également appelé «capucin des grains», ce petit insecte brun (**Fig.21**) s'attaque aux céréales mais également au manioc et à la patate douce. Ce sont surtout les adultes qui font des ravages en s'attaquant au germe et à l'albumen qu'ils réduisent en farine.

En observant l'insecte de dos, on ne distingue pas la tête qui, perpendiculaire au reste du corps, est cachée par le thorax. La larve, en forme de croissant se développe à l'intérieur des grains. Cet insecte résiste bien à la sécheresse (**Balachowsky, 1962**).

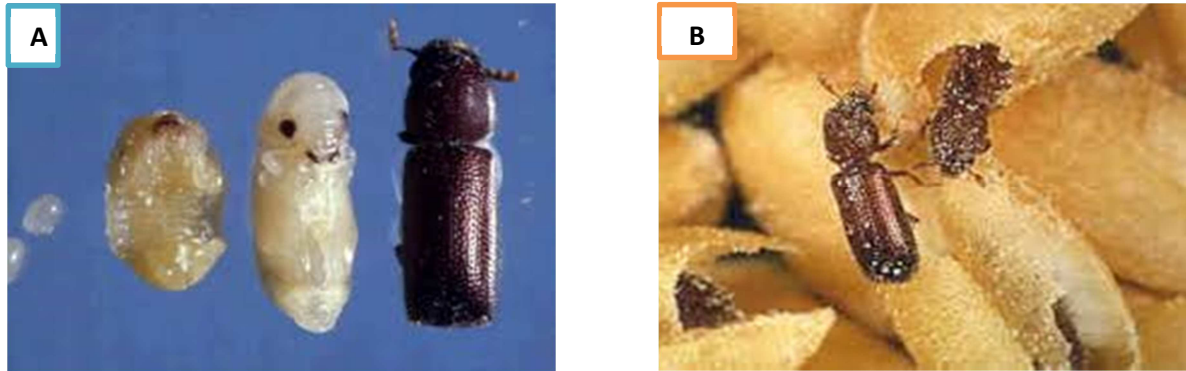


Fig. N°21 : capucins des grains de la farine
A.Cycle vital du capucin des grains. **B.** Grains de blé infestés par des
(de gauche à droite) : œufs, larve, adultes
Nymphes, adulte

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepot

III.3.1.11.le grand capucin (*Prostephanus truncatus*)

Cet insecte a été appelé le «Grand capucin» des grains (**Fig.N°22**) car il ressemble au *Rhizopertha dominica* mais il est de plus grande taille (3 à 5 mm). L'extrémité du corps taillée à angle droit permet également de l'en distinguer. Le Grand capucin, fréquent en Amérique centrale, commence à envahir l'Afrique de l'Est (Tanzanie) et de l'Ouest (Togo). Il commet des ravages importants sur le maïs (épis notamment) en réduisant rapidement les grains en farine (**Multon, 1982**).



Fig. N°22 : De gauche à droite *R.dominica* et *R.Truncatus*

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepot

III.3.1.12. le Trogoderme (*Trogoderma granarium*) Everts :

Le Trogoderme (**FigN°23,24**) ou dermeste des grains est un petit insecte (2-3 mm) brun, de forme globuleuse. L'adulte ne vit que 10 à 15 jours et ne cause aucun dégât. La larve, facilement reconnaissable car très velue, se développe à l'extérieur des grains et est la seule responsable des dégâts. Elle s'attaque à tout l'intérieur du grain. Dans certains cas, les larves se groupent en très grand nombre dans les crevasses ou au niveau des coutures ou des «oreilles» des sacs, qu'elles détériorent. Ce sont des endroits que l'on peut rapidement inspecter lors de contrôles.

Le Trogoderme se caractérise également par une très grande résistance à la sécheresse et une bonne aptitude à survivre en l'absence de toute nourriture, Enfin cet insecte est très résistant à de nombreux insecticides de contact et constitue de ce fait un «insecte-test» (**CRUZ & all, 1988**).



Fig. N°23: *Trogoderma granarium*



Fig. N°24: Des graines de blé infestés par le Trogoderme (**Originale**)

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepouse

III.3.1.13. Les bruches

Ce sont les coléoptères des légumineuses. Chaque espèce semble être relativement spécifique à une plante :

- *Callosobruchus maculatus* ou bruche du niébé et du pois chiche (**Fig.N°25**)
- *Acanthoscelides obtectus* ou bruche du haricot (**Fig.N° 26**)
- *Caryedon serratus* ou bruche des arachides...

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

Ces insectes attaquent dès le champ et continuent leur développement en stock. Les bruches des stocks ont plusieurs cycles de développement par an.

Dans la nature la femelle peut déposer ses œufs sur les fruits encore verts. A l'éclosion, la larve va entrer dans le grain et s'y développer. Il peut y avoir plusieurs larves dans le même grain. Là encore le développement s'effectue totalement à l'intérieur du grain. Les adultes ne vivent que peu de temps (1 à 2 semaines) et ne se nourrissent pas des denrées (**Balachowsky, 1962**).



Fig. N°25: *Callosobruchus maculatus*



Fig. N°26: *Acanthoscelides obtectus*

Source : <http://www.arachnoboards.com>

III.3.2. Lépidoptères

Les lépidoptères ne se nourrissent pas à l'âge adulte, mais leurs larves (ou chenilles) sont pourvues de pièces buccales puissantes et causent des dommages superficiels importants au grain entreposé. Les basses températures hivernales neutralisent habituellement les infestations de lépidoptères, qui se trouvent principalement confinés aux couches superficielles des grains humides ou gourds plus susceptibles de s'échauffer (**Anonyme 2001**).

III.3.1. Pyrale indienne de la farine

Ce papillon (**Fig. N°27**) est plus commun ; il infeste principalement le maïs et les aliments transformés destinés à la consommation humaine ou animale, ainsi que partout au pays dans les entrepôts et les magasins (**Seck, D. 2009**).



Fig. N° 27 : Cycle vital de la pyrale indienne de la farine (*de gauche à droite*) :
œuf, larve, chrysalide, adulte.

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepose

III.3.2.1. Pyrale de la farine

Modérément résistant au froid, cet insecte (**Fig. N°28 A et B**) peut hiberner dans les greniers de ferme non chauffés des Prairies et y prospérer au cours de la saison chaude. La pyrale de la farine se rencontre habituellement dans les poches de grain humide et moisi. Les larves ont la tête noire et le reste du corps crème et mesurent environ 2 cm de longueur à la fin du dernier stade. À l'aide d'une substance soyeuse, elles agglutinent les grains en amas. L'adulte a une envergure de 2,5 cm. Les ailes antérieures sont brun pâle avec des taches basales et apicales brun foncé. Chaque aile est traversée de deux bandes blanches sinueuses. En été, le cycle vital est bouclé en approximativement deux mois (**Anonyme2001**).

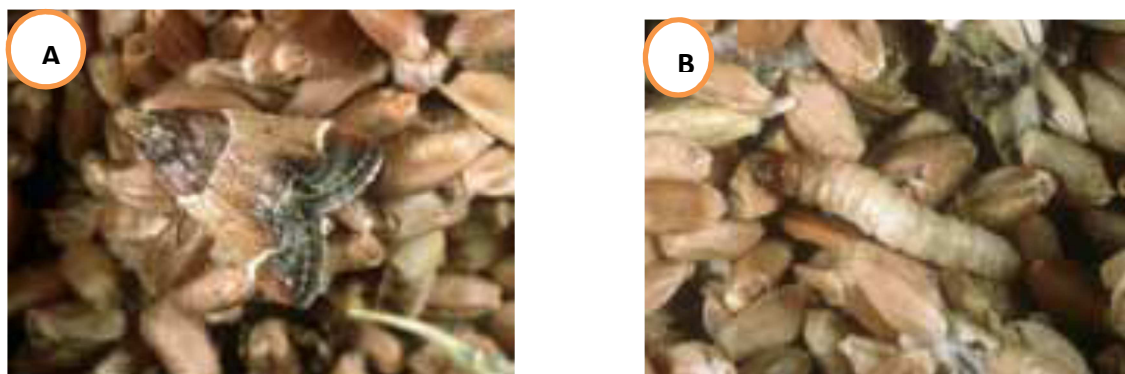


Figure N° 28 :

A. Pyrale de la farine (adulte).

B. Pyrale de la farine (larve).

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepose

Teigne des semences, *Endrosis sarcitrella* et *pyrale méditerranéenne de la farine* Ces lépidoptères (**Fig.N°29**) se rencontrent fréquemment dans les silos portuaires.



Fig. N°29 : Pyrale méditerranéenne de la farine

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepore

III.3.2.3. *Sitotroga cerealella*

Communément appelé l'alucite, ce petit papillon (**Fig.N°30**) au corps doré et aux ailes jaune pâle à longues soies, est, après le charançon, le plus important ravageur des grains dans le monde. La femelle dépose ses œufs sur les grains. Elle attaque souvent les épis dès le champ. Après éclosion, la larve (chenille), très mobile, va rechercher un grain sain et l'attaquer au niveau du germe. Tout le développement s'effectue à l'intérieur du grain qui sera totalement consommé, la larve s'alimentant du germe puis de l'albumen. Avant de se transformer en chrysalide à l'intérieur même du grain, la chenille découpe un opercule dans le tégument de la graine. Le papillon soulève cet opercule pour sortir du grain. C'est à ces opercules restant attachés au grain, et à la présence de lambeaux de toile blanchâtre (dépouille nymphale) que l'on reconnaît l'attaque de l'alucite. Cette attaque donne au produit un goût désagréable et une odeur de «rance» (**Cangrdel, Stockel, 1972**).



Fig. N°30 :

A. Cycle vital de *Sitotroga cerealella*

B. *Sitotroga cerealella*

Source : www.pixshark.com/

III.3.2.4. *Plodia interpunctella*

Appelé «teigne des fruits secs» ce papillon (**Fig.N°31**) attaque également les grains de céréales. Le développement de la chenille s'effectue à l'extérieur de la denrée. En se déplaçant, les chenilles laissent derrière elles un fil de soie auquel viennent se coller des débris et des déjections, ce qui déprécie le produit. Les larves se nourrissent des germes des grains (**Multon, 1982**).



Fig. N°31 : Cycle vital de la pyrale indienne de la farine (*de gauche à droite*) :
œuf, larve, chrysalide, adulte.

Source : www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepot

III.3.2.5. *Ephestia spp.*

Différentes espèces attaquent les céréales, l'oléagineux et le cacao. Là également, la larve est libre. Elle attaque les germes et les brisures de grains et déprécie la denrée par les toiles qu'elle tisse. Contrairement aux précédentes, elle ne craint pas la sécheresse (**FLAURAT-LESSARD, 1982**).



Fig. N°32: *Ephestia spp.*

Source: www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepouse

III.4 Aspect des attaques des principales espèces d'insectes ravageurs :

Tableau N°06 : Aspect des attaques des principales espèces d'insectes nuisibles aux grains stockés pour leur identification sommaire (Fleurat- Lessard, 1982).

Aspect du grain attaqué	Insectes	Produits attaqués
Grains perforés d'un trou + orifice à contour irrégulier, présence de petits Coléoptères de 2,5 à 5mm de longueur, de couleurs brun foncé à noire avec un rostre.	Charançon	Blé, Orge, Mais, Riz, Seigle.
Grains perforés d'un trou + orifice à contour régulier, présence de petits Papillons aux ailes gri-jaunâtre brillantes.	Alucite	Mais, Blé, Orge, Sorgho, Riz
Grains rongés extérieurement par des Coléoptères, adultes ou larves sans toile ou fil + présence de petits Coléoptères fins et agiles de 3 mm de longueur, larves minuscules, filiforme à trouser, parfois logées dans les grains cassés.	Salivains	Blé, Orge, Seigle.
Grains rongés extérieurement par des Coléoptères, adultes ou larves sans toile ou fil + présence de Coléoptères de couleur brun-rouge de 3 à 4 mm de longueur, larve jaunes, filiforme pouvant atteindre à 6 mm.	Tribolium	Blé, Orge, Produits Céréalières.
Grains rongés intérieurement, réduit en miette par des Coléoptères + tégument presque intact,	Capucin	Blé, Orge, Riz, Mais, Millet.

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

abondant dépôt de farine, petits Coléoptères de 2,5 mm de long à corps cylindrique et tête encapuchonnée.		
Grains ronges intérieurement, réduit en miette par des Coléoptères+ pas de dépôt de farine, présence de petites larves velues de 2 à 5 mm de longueur, en groupes, petits adultes ovoïdes, mortes le plus souvent.	Dermeste, Trogoderma	Blé, Orge, Tourteaux.
Grains ronges extérieurement par des chenilles et agglomères par des fils et des poiles + dépouilles nymphales érigées vers l'extérieur des grains, présence de petits Papillons à ailes tachetées de noir.	Teigne	Mais, débris, Grains cassés.
Grains ronges extérieurement par des chenilles et agglomères par des fils et des poiles + pas de dépouilles nymphales visible, toiles avec des déjections, présence des Papillons à ailes bicolores.	Plodia	Mais, Blé, Riz.

Source: (Fleurat- Lessard, 1982 In Hamel & Aidani 2007).

III.5. Les pertes causées par les insectes :

III.5.1. Perte de poids :

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

III.5.2. Perte de qualité et de valeur marchande

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

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

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

III.5.3. Formation de moisissures en milieu mal ventilé

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

III.5.4. Diminution de la faculté de germination des semences.

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

III.5.5. Perte de valeur nutritive

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

III.6. La lutte

III.6. 1. Généralités

La protection des céréales stockées contre les attaques d'insectes et d'acariens 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 céréale intact.

Un ensemble de mesure préventive et curative, il s'agit de toutes techniques destinées à réduire l'infestation au champ, au début du stockage ainsi que pendant le stockage.

Lorsqu'un lot de grains est infecté, la désinsectisation avant ou au cours du stockage est indispensable.

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

Pour cela on utilise le plus généralement des produits chimiques insecticides. Malgré une réglementation très stricte, ces derniers sont encore trop souvent utilisés dans de mauvaises conditions.

III.6.2. La lutte préventive

Il est couramment admis que plus de 80 % de la lutte contre les insectes repose sur l'intervention sanitaire qui repose sur :

III.6.2.1. Protection des locaux de stockage

Avant la mise en stock des denrées, il est indispensable de nettoyer correctement les structures de stockage :

- Balayage correcte des locaux, brossage des murs et colmatage des fissures ;
- Toutes les balayures et débris rassemblés doivent être détruits car il pourrait constituer un foyer d'infestation. En magasin il faudra traiter les sacs vides et détruire le vieux sac ;
- Comme les locaux de stockage, les alentours des bâtiments, doivent être propres et parfaitement dégagé (**Belmouzar A., 2004**) ;
- La désinsectisation de l'emballage et des locaux de stockages qui doivent être hermétiquement fermés ainsi que la denrée destinée au stockage ;
- Utiliser un emballage résistant tels que les sacs en polyéthylène doublé, coton que les insectes sont incapable de percer (**Amari.Nadia., 2014**).

III.6.2.2. Protection de la denrée

Avant la mise en stock, le produit doit être correctement nettoyé, la présence de brisures et de fines constitue un élément favorable au développement des insectes.

Tout nouveau lot doit être considéré à priori comme douteux est correctement inspecté car du produit attaqué introduit même en faible quantité peut infester un magasin ou un silo.

La lutte contre les insectes sera souvent vaine si l'on ne considère pas que c'est l'ensemble des structures de stockage des denrées stockées qui doit être correctement tenu et si l'on

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

n'observe pas des principes élémentaires pouvant prévenir les infestations (**Philippe .H., 2006**) .

III.6.3. La lutte curative

La lutte curative a donc pour objet de détruire et d'empêcher les insectes qui sont déjà présents de s'introduire dans le stock et de se multiplier.

III.6. 3.1. Les méthodes traditionnelles

III.6.3.1.1. L'enfumage

Les denrées les plus importantes pour le producteur sont souvent stockées au-dessus des foyers domestiques et sont ainsi enfumées presque en permanence .Cet enfumage ne tue pas les insectes mais les éloigne et empêche l'infestation.

III.6. 3.1.2. Exposition au soleil :

L'exposition des denrées au rayonnement solaire intense favorise le départ des insectes adultes qui ne supportent pas les fortes chaleurs ni la lumière intense (en stock les insectes se cottonnent souvent dans les zones sombres).

Le produit doit être déposé en couches minces et les formes cachées dans le grain ne sont pas atteintes.

III.6.3.1.3. Utilisation des plantes répulsives :

Dans certaines régions on a coutume de mélanger aux grains des plantes qui agissent comme insectifuges.

III.6.3.1.4. Utilisation de matières inertes

On mélange aux grains de la cendre ou du sable fin, ces matériaux pulvérulents remplissent les vides entre les grains et constituent une barrière à la progression, des

Chapitre III : Ravageurs communs dans les denrées entreposées et méthodes de lutte

féelles cherchant à pondre, et entraînent leur déshydratation .Dans tous les cas le matériau soit propre et suffisamment fin.

III.6.3.2. Méthodes de lutte modernes :

III.6.3.2.1. La lutte chimique :

Avec le développement de la chimie, on s'est vite rendu compte qu'il y avait tout un arsenal capable d'éliminer les ennemis de l'homme. Cette approche a conduit à une élimination spectaculaire, du moins à court terme, des organismes nuisibles, et à une détérioration parallèle, mais pas nécessairement visible de la qualité de l'environnement.

Depuis la venue des composés organiques de synthèse, on regroupe les insecticides en insecticides organiques (*les organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthriinoïdes*) représentent la grande majorité des insecticides organiques de synthèse qui ont été employés ou sont utilisés actuellement (**Ducom, 1987**), et inorganiques (généralement à base d'*arsenic* ou de *fluosilice*, sont aujourd'hui prohibés).

Largement répandue, en raison de son efficacité, elle doit être appliquée avec discernement pour limiter les risques qu'elle peut faire courir aux consommateurs des denrées.

Deux types de traitement sont généralement employés :

A. Traitement par contact :

Il consiste à recouvrir les grains, l'emballage ainsi que les locaux de stockage d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact sur les déprédateurs, dont l'effet est plus ou moins rapide avec une persistance d'action plus longue.

B. Traitement par fumigation ;

La fumigation consiste à traiter les grains à l'aide d'un gaz toxique, qu'on appelle fumigeant. L'intérêt majeur de la fumigation est de faciliter la pénétration des gaz à l'intérieur du grain et donc de détruire les œufs, larves et nymphes qui s'y développent (**Cruz & Troude, 1988**).

C. Inconvénients :

La lutte chimique se révèle efficace pour protéger les stocks des attaques des ravageurs (**Fleurat-Leussard, 1978**), malheureusement son utilisation est limitée par de nombreuses contraintes telles que :

- Les pesticides posent un problème de contamination de la biosphère à court ou à long terme, selon la nature de la molécule utilisée dans les traitements et selon la manière avec laquelle ils sont appliqués. Les études consacrées à la dispersion des pesticides dans l'environnement ont prouvé la présence de ces produits dans plusieurs points de la biosphère qui n'ont subi aucun traitement (**Tunçw, I., Sahinkaya, S., 1998**)
- L'utilisation des insecticides chimiques conduit aussi à un désordre écotoxicologique qui est accompagné d'une augmentation spectaculaire du nombre d'espèces devenues résistantes aux insecticides chimiques (**Isman, MB, 2000.**)
- La dégradation naturelle et spontanée des pesticides chimiques est extrêmement rare, la cinétique de disparition par voie biologique d'un pesticide dans le sol débute toujours par une période de latence, plus au moins longue, au cours de laquelle la dégradation est pratiquement nulle. (**Nisrin Benayad ; 2013**)
- Tous ces produits phytosanitaires ont une caractéristique en commun : ils sont neurotoxiques. Des résidus de pesticides ont été détectés dans de nombreux secteurs de la chaîne alimentaire : il a été prouvé que le DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) a une demi-vie de 10 ans dans l'eau et de 40 ans dans le sol exposé (**Lee, B., Choi, W., Lee, S., Park, B., 2001**).
- On note aussi le coût élevé de ces produits.

III.6.3.2.2. Lutte physique et mécanique :

Elles concernent toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. En général, ces techniques ne sont pas efficaces contre les formes cachées. Elles sont recommandées pour pallier aux problèmes des résidus chimiques liés aux différents traitements chimiques appliqués aux denrées stockées. Ainsi plusieurs techniques ont été expérimentées et ont eu des succès divers : l'écrasement mécanique dans les « Entoletr », le traitement par le froid et le chaud, le stockage étanche ou sous atmosphère contrôlée et les radiations ionisantes. (Nisrine. Benayad ., 2013)

III.6.3.2.2.1. La lutte par le froid ;

Consiste à abaisser la température de stockage, ce qui entraîne un ralentissement du développement des insectes, freiné dès que la température est inférieure à 10°C.

III.6.3.2.2.2 La lutte par le chaud :

Consiste à une élévation de la température (température supérieure à 50°C), ce qui entraîne la mort des insectes. Le passage des produits dans un séchoir permet d'éliminer les insectes présents dans les grains.

III.6.3.2.2.3. Radiations ionisantes :

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

La désinsectisation par les rayons gamma, à hautes doses provoque la mort de tous stades de développement de l'insecte (Diop & al, 1997), par contre son exposition à des doses faibles entraîne sa stérilité (Dongret & al, 1997).

III.6.3.2.2.4. Radiations non ionisantes :

Tels que les infrarouges et les radiofréquences qui permettent de chauffer les produits infestés à une température létale pour tous les insectes qui s'y trouvent quelle que soit l'espèce ou le stade de développement (SINGH & al, 1988 ; ZEGGA et TERCHI, 2001).

III.6.3.2.3. Lutte biotechnique : (lutte par confusion sexuelle)

Cette technique consiste à multiplier le nombre de points d'émission du bouquet de phéromones sexuelles de telle sorte que les mâles attirés soient dans l'incapacité d'identifier et localiser la femelle de la même espèce (**Fargo & al, 1994**), cela engendre une diminution du taux de la copulation et par conséquent le déclin de la génération suivante.

III.6.3.2.4. Lutte biologique :

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que des produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales des huiles végétales, huiles essentielles..., issue du phénomène de la phytothérapie. De nombreux parasites et prédateurs de *C. maculatus* ont été identifiés, tels que les Hyménoptères parasitoïdes qui se développent dans les greniers au détriment des œufs, des larves et des nymphes de bruches, les plus efficaces sont : *Dinarmus basalis* et *Eupelmus vuilleti*, *Teretriosoma nigrescens* (Coléoptère), prédateur naturel du grand capucin (**Sanon & al, 1999**).


Depuis longtemps, les plantes aromatiques ont été utilisées pour des fins médicaux ; elles sont traditionnellement utilisées pour protéger les graines entreposées (**Sanon & al, 2002**).

Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vus ses intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique (**Amari .Nadia & al. 2014**).



CHAPITRE : IV

*Etude biologique
de l'insecte
Rhizopertha
dominica*



CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (*Rhizopertha dominica*).

IV.1. Généralités

Le regroupement des récoltes sous formes de stock, effectué depuis la haute antiquité, crée un système écologique artificiel particulièrement vulnérable aux attaques des ravageurs animaux (**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 quel que soit leur nombre.

Parmi ces insectes on trouve le capucin des grains *Rhizopertha dominica* (**Fig. : N° 33**), qui sont des Coléoptères Clétrophages capables d'attaquer les grains sains et entiers (ravageur primaire) à un cycle biologique de forme cachée, se fait à l'intérieur des grains (se présente sous forme d'œufs ; larve ; nymphe et imago).

D'une manière générale, ils sont mieux adaptés aux grains stockés, une hygrométrie élevée favorise beaucoup leur développement, aspect trop longtemps négligé.

IV.2. Position systématique

Les capucins des grains appartient au :

- Règne: *Animal*.
- Embranchement: *Arthropodes*.
- Sous embranchement: *Antenates ou Mandubulates*.
- Classe: *Insectes*.
- Sous classe: *Ptérigotes*.
- Ordre: *Coléopteres*.
- Famille: *Bostrychidae*.
- Genre: *Rhizopertha*.
- Espèce: *dominica*. (**BALACHOWSKY, 1962**).



Fig. N°33 : *Rhizopertha dominica*

CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (Rhizopertha dominica).

IV.3. Répartition géographique

Rhizopertha dominica, ont une aire de répartition cosmopolite avec une affinité pour les régions tropicales et sub-tropicales favorisant les températures adéquates (21-35°C) à son développement.

Ce sont ré pondues dans toutes les régions du monde, mais plus fréquemment dans les centres de stockage entres les denrées mal conservées contenant des brisures des grains et de la poussière.

IV.4. Organisation interne schématique du Capucin des grains

Rhizopertha dominica sont des insectes à squelette externe constitué par une cuticule chitineuse, entoure l'ensemble du corps qui à une forme cylindrique de teinte brune à rougeâtre à reflet brillant.

Comme tout insecte le corps est composé de trois (03) parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

IV.4.1. La tête

Cachée sous un pronotum volumineux très robuste, invisible par la face dorsale. Elle porte les principaux organes sensoriels ; les antennes (de dix (10) articles les trois dernier étant très grandes subtriangulaires et velus), les yeux, la bouche, et les pièces buccales (Mandibules).

IV.4.2. Le thorax

Porte trois (03) paires de pattes articulées à la face inférieure, deux (02) paires d'ailes membraneuses favorisant la locomotion de l'insecte, et protégées par des élytres qui sont fortement déclives dans la partie postérieure.

CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (Rhizopertha dominica).

IV.4.3. L'abdomen

Dépourvu de tout appendice, il porte l'ensemble de l'appareil reproducteur qui contient cinq (05) sternites abdominaux.

Les appendices sont liés au cerveau qui est prolongé dans le thorax et l'abdomen par une chaîne nerveuse ventrale comportant de nombreux renflements ganglionnaires ont la fonction de sécrétion d'hormones endocrines.

Le tube digestif est relativement simple, composé de cinq (05) parties principales : l'œsophage, le jabot, la poche gastrique, l'intestin postérieur terminé par le rectum et l'anus.

Le système respiratoire est constitué d'ouvertures externes pourvues d'un système d'obturation, les stigmates sont reliées entre elles intérieurement pour alimenter en air l'ensemble du milieu interne, par l'intermédiaire d'un système trachéen très ramifié l'ensemble des organes est baigné par un liquide qui joue le rôle semblable au sang chez les animaux supérieurs : «l'hémolymphe ».

Le cœur est un simple vaisseau dorsal animé d'un mouvement péristaltique qui entraîne l'hémolymphe de l'arrière du corps vers le cerveau. Il est directement en communication avec l'aorte et quelques vaisseaux transversaux avec la cavité générale.

Le mouvement circulatoire lent suffit au transport des matières nutritives aux organes. Les déchets sont éliminés par fixation sur des cellules spécialisées de l'hémolymphe, jouant un rôle d'accumulation, ou par excrétion à travers les tubes de malpighie associés à l'intestin postérieur et jouant le rôle d'un rein.

Les matières de réserves sont stockées dans le corps gras situé dans l'abdomen. Celui-ci est particulièrement abondant chez les larves avant la nymphose.

CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (*Rhizopertha dominica*).

Les appareils reproducteurs sont logés dans la partie postérieure de l'abdomen. Les organes externes sclérotisés consistent en un pénis chez le mâle (ou aedeagus) et en un ovipositeur chez la femelle (FLEURAT-LESSARD, 1982), Fig.N°34, et Fig. N°35.

La distinction entre males et femelles est impossible à l'œil nu, mais à l'aide d'un microscope optique on peut citer les différences suivantes :

- ✓ Les males ont une taille plus ou moins grosse que celle des femelles, ils ont des pronotums en quelque sorte bien courbés en avant et gros par rapport aux femelles ;
- ✓ Les femelles sont caractérisées par une couleur claire que chez les males qui semblent noires.

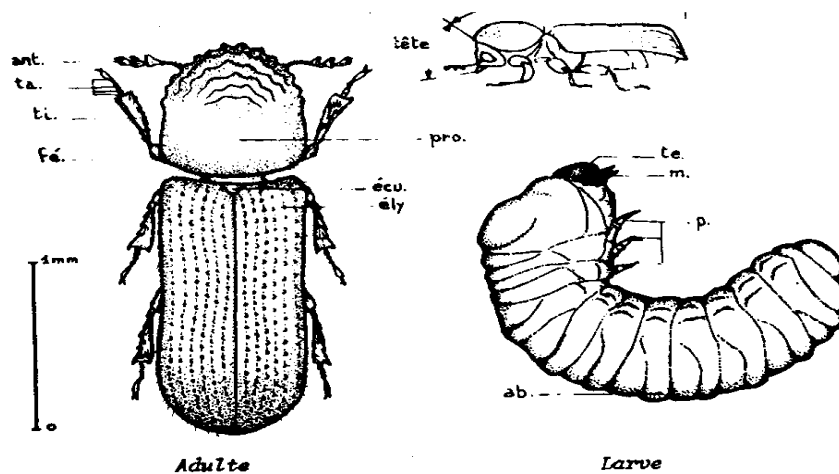


Fig. N° 34 : Anatomie d'un Coléoptère des denrées alimentaires, le capucin des grains (*Rhizopertha dminica*).

ab. : Élytre ; **ant.** : Antenne ; **écu.** : Écusson ; **p.** : Pattes ; **pro.** : Pronotum ; **ta.** : Tarse ; **te.** : Tète ; **ti.** : Tibia.

CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (*Rhizopertha dominica*).

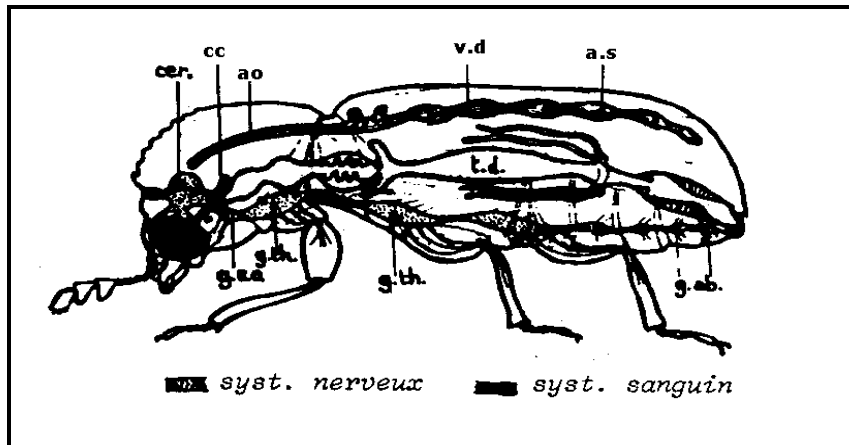


Fig. N°35 : Organisation interne des systèmes sanguin, digestif et nerveux chez un insecte des denrées *Rhizopertha dominica*.

ao. : Aorte ; **c.c.** : corps cardiaque ; **cer.** : Cerveau ; **g.ab.** : Ganglion abdominal ; **g.s.o.** : Ganglion sous-oesphagien ; **g.th.** : Ganglion thoracique ; **os.** : Ostiole ; **v.d.** : Vaisseau dorsal (cœur) ; **t.d.** : Tube digestif.

IV.5. Etude morphologique

IV.5.1. L'œuf

Œufs piriformes, blancs ou rosés, isolés ou en petits paquets (**BALACHOWSKY, 1962**).

IV.5.2. La larve

Les larves du 1^{er} stade sont de type Chrysomélien (pourvues de pattes) ; les trois (03) derniers stades sont apodes de type Rhynchophorien.

Au 1^{er} âge elle mesure 1 à 1,5 mm de long. Au dernier stade elle atteint 2,5 à 3 mm, fortement incurvée et épaisse, blanche avec des soies foncées, segment anal renflé, tête grosse et brune ornée de poils bruns, pattes assez grandes brunes (**MOURIER-ALGUILER, 1979**).

CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (*Rhizopertha dominica*).

IV.5.3. Adultes

Rhizopertha dominica mesure 2,5 à 3 mm de long, d'un corps étroit et cylindrique de couleur brun rougeâtre. Antennes à dix (10) articles les trois derniers étant très grandes subtriangulaires et velus, leur longueur globale étant supérieure à celle des autres articles. Pronotum très bombé plus fortement granulé en avant. Elytres 2,5 fois plus long que larges, arrondis à l'arrière et présentant des stries de grosses ponctuations (DELOBET et TRAN, 1993).

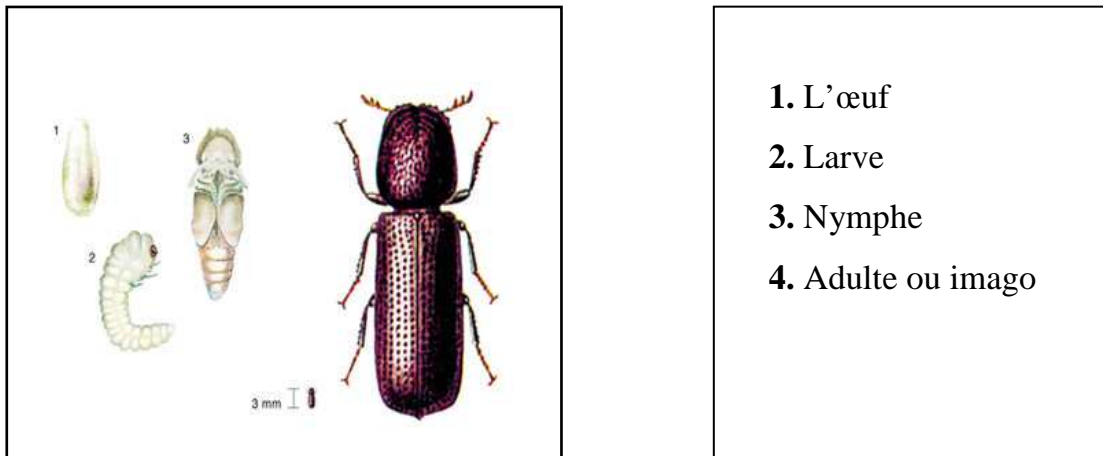


Fig. N°36 : Les stades morphologiques de *Rhizopertha dominica*.

IV.6. Cycle biologique

IV.6.1. Pente et éclosion

La ponte ayant à lieu entre les grains (à la surface, sur l'épiderme). Les adultes reprennent leur activité à partir de Mai, dès que la température atteinte 21°C. Les femelles s'accouplent plusieurs fois au cours de leur vie qui peut atteindre 08 mois et elles pondent en conditions favorables de 300 à 400 œufs environ. Pendant toute la période où la température descend au-dessous de 21°C, le développement s'arrête et les adultes hivernent à l'intérieur des grains.

Les œufs mettent de 05 à 26 jours pour éclore aux températures de 35°C et 21°C respectivement, lors de l'éclosion, la larve perce le chorion et s'attaque directement à la paroi de la graine et pénètre à l'intérieur (FLEURAAT-LESSARD, 1982).

CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (Rhizopertha dominica).

IV.6.2. Evolution larvaire

Au cours de son développement, la larve passe par 04 stades larvaires, dont le premier est de type Chrysomélien (pourvues de pattes), peu après sa pénétration dans la graine, la larve mue, et les trois (03) dernières stades sont apodes (Rhynchophorien) **(BALACHOWSKY, 1962).**

Le changement d'aspect intervient progressivement après la 2^{ème} mue, le corps s'incurve, le thorax s'élargit, et les soies deviennent courtes (on trouve les caractères des larves de la famille des Bostrychidae qui sont mineuses), en 4^{ème} stades, elle est très active et se distingue d'une larve évolue par une forme allongé et de forme de croissant, des pattes plus robustes terminées par des grilles, à son complet développement, la taille de la larve atteint celle d'un adulte de 2,5 à 3 mm de longueur. Les larves de ces insectes ont un régime « Clétrophage » exclusivement car elles vivent dans les grains.

A la fin du dernier stade larvaire, la larve s'immobilise, cesse de se nourrir et se transforme en nymphe immobile. La nymphe est libre dans la galerie creusée dans le grain par la larve à la fin de son dernier stade. Elle se nymphose au bout de vingt jours. Les adultes apparaissent de 05 à 08 jours plus tard et se reproduisent aussitôt.

Le cycle de développement complet peut demander de 27 à 183 jours à température de 35°C et de 21°C respectivement **(FLEURAAT-LESSARD, 1982).**

CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (*Rhizopertha dominica*).

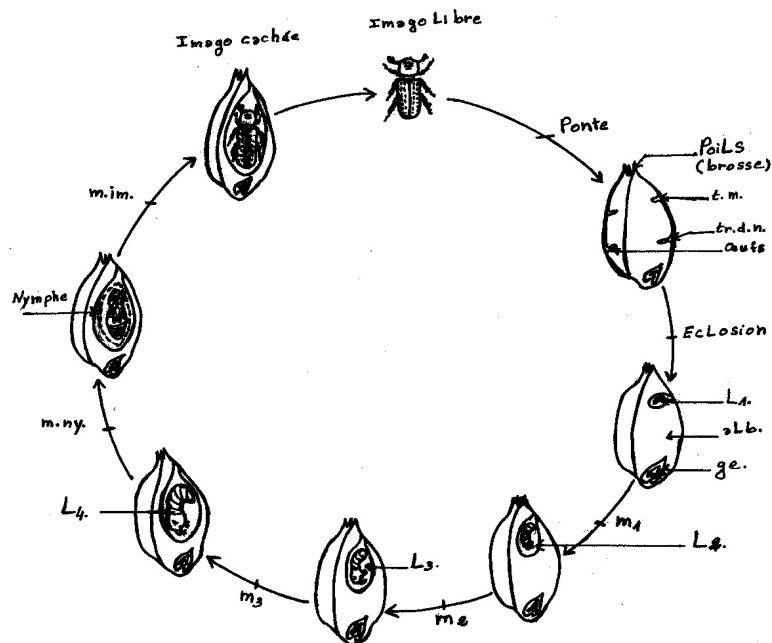


Fig. N°37 : Cycle de développement d'un Coléoptère à forme cachées, le Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*).

Alb.: albumen; ge. germe ; tr.d.n.: trou de nourriture; t.m.: tampon mucilagineux.

L1; L2; L3 ; L4 : larve de 1; 2; 3; 4 stades.

m1; m2; m3, m4 : mues larvaires 1, 2, 3, et 4.

m.ny., et m.im.:mues nymphosale et imaginaire.

IV.7. Dégâts causés par *Rhizopertha dominica*

IV.7.1. Origine des contaminations

Les nuisances causées par *Rhizopertha dominica* peuvent avoir les origines suivantes :

- ✓ Les insectes sont déjà installés dans les structures de réception des récoltes ou plus à proximité des lieux d'autres passages ;
- ✓ Dans le cas le plus courant de stockage, de récolte de manutention, de séparation ou par les restes de grains des années antérieures ;
- ✓ L'absence à respecter les règles de la protection phytosanitaire préventive au cours des échanges commerciaux très importants ; les espèces nuisibles ont

CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (Rhizopertha dominica).

tendance à se disperser par tout sur le globe, elles sont cosmopolites pour la plupart (FREMAN, 1973).

- ✓ Les insectes sont déjà installés dans les grains avant leurs stockages (formes cachées).

✓

IV.7.2. Dégâts causés par l'insecte

Rhizopertha dominica est un insecte cosmopolite, infeste : le blé, le riz, l'orge, le sorghot...). Elles consomment les grains notamment au cours du développement larvaire, qui, souvent à lieu, sous forme cachée à l'intérieur même du grain. La conséquence première est donc l'observation de pertes en poids. Bien souvent le germe du grain est également consommé, ce qui entraîne d'importantes pertes du pouvoir germinatif.

Les insectes contaminent les céréales par les restes de leurs développements larvaires (exuvies, déchets, œuf..), par leurs déjections, par les sécrétions malodorantes des adultes et des larves qui déprécient fortement la denrée.

Si l'adulte et larves causent tous les deux des dégâts importantes dans les grains, ce son surtout les adultes qui sont les plus à craindre : ils vident les grains entiers de leur contenu en ne laissent que l'enveloppe externe ; « le son », (l'adulte peut attaquer les grains de blé jusqu'à une limite inférieure 09% de teneur en eau). Elle est vorace et elle ne consomme pas tout ce qu'elle ronge et on retrouve une certaine quantité de farine intacte mêlée à leur excrément, donc on la considère comme la plus grand ennemi de grains dans le monde après le Charançon de riz (*Sitophilus oryzae*). (FLAURAT-LESSARD, 1982 et al).


CHAPITRE IV : Etude biologique de l'insecte (*Rhizopertha dominica*).

Tableau N°11 : Pertes globales en grammes de matières sèches occasionnées par *Sitophilus oryzae* et *Rhizopertha dominica* au bout d'un cycle de développement sur 200 g de blé à 30°C et 70% H.R (Selon **BOKON K., et FLAURT-LESSARD F., 1989**).

Taux d'infestations	Répétitions					Moyenne
	1	2	3	4	5	
06 couples	9,74	7,38	6,50	10,90	5,40	7,98
12 couples	12,31	9,86	10,80	13,53	11,80	11,66
24 couples	20,64	18,98	19,26	20,41	21,41	20,14



Fig. N° 38 : Les dégâts causés par *Rhizopertha dominica*.



Deuxième partie

*Partie
expérimentale*





CHAPITRE : V

*Partie
expérimentale*



V. 1 Introduction

Les grains subissent de multiples agressions de la part des insectes lors du stockage et de la conservation (CANBELL A, SINHA R.N., 1976). Ces insectes nuisibles peuvent être réparti en deux groupes :

- ❖ Les ravageurs primaires, capables d'attaquer à des grains intacts (Farjan Ma.1983).
- ❖ Les ravageurs secondaires, ne peuvent déprécier les grains qu'à partir d'une attaque par les ravageurs primaires.

Notre étude est consacrée pour analyser l'attaque d'un ravageur primaire qu'est *Rhizopertha dominica* ou le capucin des grains sur des grains du blé dur stockés.

Le but de cette étude est de rechercher une technique fiable d'estimation du pourcentage d'attaque et du pourcentage de pertes et l'impact sur le pouvoir germinatif des grains attaqués par cet insecte.

V.2 Matériels et méthodes**V.2.1. Matériels****V.2.1.1. Matériels biologiques**

Des jeunes adultes âgés de 10 jours d'une souche de laboratoire de *Rhizopertha dominica*, élevés depuis trois générations, ont été utilisés.

V.2.1.2. Milieu d'élevage :

Le matériel utilisé dans ce travail se compose de grains de blé dur (variété vitrons) stockés, provenant de la station de stockage d'Abou –Tache Fine (Coopérative des Céréales et les Légumes Secs de la wilaya de Tlemcen C.C.L.S).

Nous avons utilisé cette variété du blé dur parce qu'elle est la seule apparemment la plus utilisée dans la région de Tlemcen depuis ces cinq dernières années.

V.2.1.3. Matériels de laboratoire

Le matériel utilisé dans nos expériences au sein de laboratoire d'entomologie est composé de :



Fig. N°39 : Une étuve ordinaire.



Fig. N°40 : une balance de précision

Un bocal d'élevage en verre dont le couvercle est perforé pour assurer une parfaite aération durant l'élevage.



Fig. N°41 : Le bocal d'élevage.

- Une loupe binoculaire, des lames et des lamelles pour la détermination des sexes des insectes et le comptage des œufs.

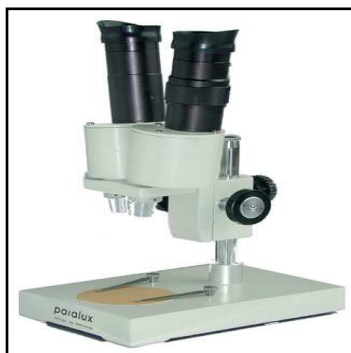


Fig. N°42 : Une loupe binoculaire.

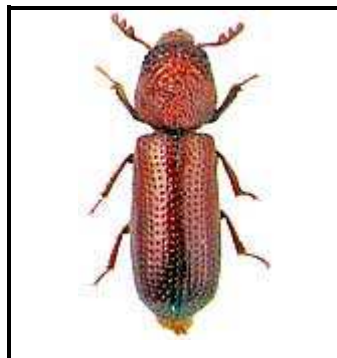


Fig. N°33 : *Rhizopertha dominica*.

V.2.2. Méthodes

La quantité de grains de blé dur attaqués que nous avons récupéré a fait l'objet d'un tri en vue de séparer des insectes adultes.

Pour la détermination du sexe, nous procédons de la manière suivante : sous une loupe binoculaire nous plaçons l'insecte entre lame et lamelle, et nous exerçons une légère pression sur l'abdomen (face ventrale) pour sortir l'appareil copulateur mâle ou l'ovipositeur femelle.

Les adultes sont placés dans un bocal en verre de 20 cm de long et de 10 cm de diamètre dont le couvercle est perforé afin d'assurer une aération parfaite, ce bocal contient environ 500 grammes de blé dur sains. Le bocal est maintenu à l'obscurité dans une étuve réglée à une $T^{\circ} = 34^{\circ}\text{C}$, et 70% d'humidité relative, représentant les conditions optimales de développement de l'insecte, après 40 jours apparaissent les premières émergences.

Les adultes émergés sont éliminés et on ajoute de nouveau une petite quantité de blé dur, après 40 jours apparaissent les deuxièmes émergences, même méthode utilisée pour la troisième émergence, mais dans ce cas nous avons récupéré seulement des insectes qui sont âgés de 10 jours (puisqu'ils ont besoin de nourrir pour la dimorphie sexuelle), ces insectes sont étudiés au cours de nos expériences.

Après la détermination de leurs poids, trois lots de 1000 grains de blé dur, sont infectés par un nombre croissant de *Rhizopertha dominica* (6, 12, 24 couples), en cinq répétitions.

Après 10 jours de ponte, les grains sont tamisés pour éliminer les parents du milieu d'élevage. A la fin du cycle de développement de la première génération on sépare les insectes émergés pour cela on utilise deux méthodes :

- ✓ Tamisage pour les formes libres.
- ✓ Exposition à la chaleur (40 °C pendant 5 mn) pour celles qui sont cachées.

Après la sélection des grains attaqués et non attaqués par chaque situation nous déterminons les données suivantes :

- Nombres des grains attaqués (Na).
- nombre des grains attaqués germés (NaG)
- nombre des grains attaqués non germés (NaNNG)
- Nombre des grains sains (Ns).
- Poids des grains attaqués (Pa).
- Poids des grains sains (Ps).

Les résultats sont mentionnés dans le tableau n°08.

V.2.2.1. Evaluation de la perte

Selon **HUIGNARD (1985)** les dommages causés par les insectes dans les stocks ne sont pas toujours faciles à évaluer. Différentes méthodes ont été proposées pour déterminer les pertes en poids.

Les plus couramment utilisés sont le pourcentage d'attaque et le pourcentage de pertes en poids. Soit un lot de N grains que l'on sépare en grains sains, et grains attaqués (Ns, Na).

- Le pourcentage d'attaque sera : $A\% = (Na/Ns+Na) \times 100$.
- Le pourcentage de perte en poids peut être déterminé de la façon suivante :

Les Ns grains sains représentant le poids Ps.

Les Na grains attaqués représentant le poids Pa.

Si les grains attaqués avaient été sains ils auraient pesé : $(Ps/Ns) \times Na$ or ils ne pèsent que : **Pa**.

Le pourcentage de perte en poids (B%) est la différence des deux poids **$[(Ps/Ns) \times Na] - Pa$** .

Rapportée au poids total du lot calculé comme s'il avait été sain :

$$B\% = [(Ps/Ns) \times Na] - Pa / [(Ps/Ns) \times (Na+Ns)] \times 100$$

Donc :

$$B\% = [Ps Na - Pa Ns] / [Ps (Na + Ns)] \times 100$$

V.2.2.2 Le pouvoir germinatif

L'expérience se passe de la manière suivante :

Pour chaque répétition, nous avons placé séparément dans des boîtes de pétrie les grains de blé dur attaqués par chaque couple d'insectes (6, 12, 24 couples) placés sur couche de coton imbibée d'eau, l'arrosage du coton s'effectue chaque jour, pour éviter le dessèchement, avec un lot témoin de 100 grains sains. Au cours d'une semaine nous avons procédé au comptage des grains ayant germés (**NaG**) et ceux qui non pas germés (**NaNG**) et partant de là nous calculons le pourcentage de perte du pouvoir germinatif relative provoqué par chaque couple et à chaque répétition (Tableau N°15).

$$\text{Le pouvoir germinatif relative} = (NaG/NA) \times 100$$

Remarque : pour le pouvoir germinatif l'équation elle est comme suivante :

$$\text{Le pouvoir germinatif} = \frac{\text{NaG}}{(\text{Na}+\text{NS})} \times 100$$

V.3. Résultats et discussions

V.3.1. Résultats

Tableau N°08 : Résultats généraux d'évolution de taux de l'infestation par *Rhizopertha dominica* sur 1000 grains de blé dur à chaque répétition au bout de leur cycle de développement à 34 °C et de 70% de H.R.

Taux d'infestations	Répétition	Poids de 1000 grains sains (g)	Nombre des grains sains (Ns)	Poids des grains sains (Ps) en (g)	Nombre des grains attequés (Na)	Poids des grains attequés (Pa) en (g)	Nombre d'insectes immergés
6 couples	1	48,78	902	44,83	98	3,44	25
6 couples	2	46,80	926	43,55	74	2,92	18
6 couples	3	46,20	934	43,31	66	2,62	14
6 couples	4	47,30	910	43,55	90	3,31	22
6 couples	5	46,59	930	43,61	70	2,62	18
12 couples	1	49,20	876	43,91	124	4,17	56
12 couples	2	46,90	883	41,84	117	3,98	54
12 couples	3	48,37	872	42,94	128	4,23	60
12 couples	4	46,09	864	40,31	136	4,46	66
12 couples	5	47,03	870	41,56	130	4,09	69
24 couples	1	51,18	793	42,47	207	6,87	92
24 couples	2	50,73	810	42,24	190	6,83	83
24 couples	3	47,66	806	39,37	194	6,51	89
24 couples	4	50,54	796	42,19	204	6,41	97
24 couples	5	46,76	786	37,54	214	7,04	109

V.3.1.1 Evaluation de la perte

V.3.1.1.1 Evaluation de pourcentage (A%) d'attaque due à *Rhizopertha dominica* :

Tableau N°09: L'évaluation de pourcentage d'attaque (A%) occasionné par *Rhizopertha dominica* au bout d'un cycle de développement sur 1000 grains du blé dur à 34 °C et 70% H.R

Taux d'infestations	Répétition					Moyenne
	1	2	3	4	5	
6 couples	9,8	7,4	6,6	9,0	7,0	7,96
12 couples	12,4	11,7	12,8	13,6	13,0	12,70
24 couples	20,7	19,0	19,4	20,4	21,4	20,18

D'après la **Fig. N°44** nous remarquons que le pourcentage d'attaque due à ce ravageur primaire en fonction des taux d'infestation (6, 12, 24 couples) passent en moyenne de 7,96%, 12,70% et 20,18 %.

Nous observons également une très bonne corrélation positive entre le nombre d'insectes et le pourcentage d'attaque (Tableau N°09).

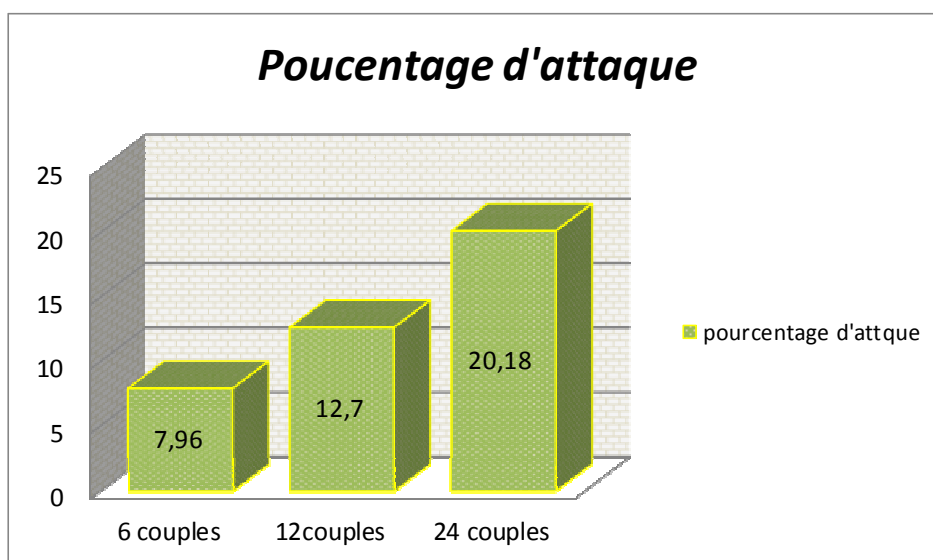


Fig. N °43 : Relation entre le nombre de *Rhizopertha dominica* sur 1000 grains de blé dur et le pourcentage d'attaque après une génération.

V.3.1.1.2 L'évolution de pourcentage de perte en poids (B%) due à *Rhizopertha dominica* au bout de leur cycle de développement à 34 °C et 70% de H.R.

Dans nos conditions expérimentales, le pourcentage de perte en poids due à *Rhizopertha dominica* en fonction des taux d'infestation (6, 12, 24 couples passe en moyenne de 1,7%, 4,01% et 6,93 % (Fig. N°44).

Tableau N°10: L'évolution de pourcentage de perte en poids (B%) occasionné par *Rhizopertha dominica* au bout d'un cycle de développement sur 1000 grains du blé dur à 30°C et 70% de H.R.

Pourcentage de perte en poids	Repetition					Moyenne
	1	2	3	4	5	
6 couples	2,87	1,19	0,95	2,08	1,41	1,7
12 couples	4,08	3,30	4,20	4,04	4,43	4,01
24 couples	7,87	6,04	6,07	8,03	6,66	6,93

Il existe également une très bonne corrélation entre le nombre d'insectes et le pourcentage de perte en poids des 1000 grains de blé dur (Tableau N°10).

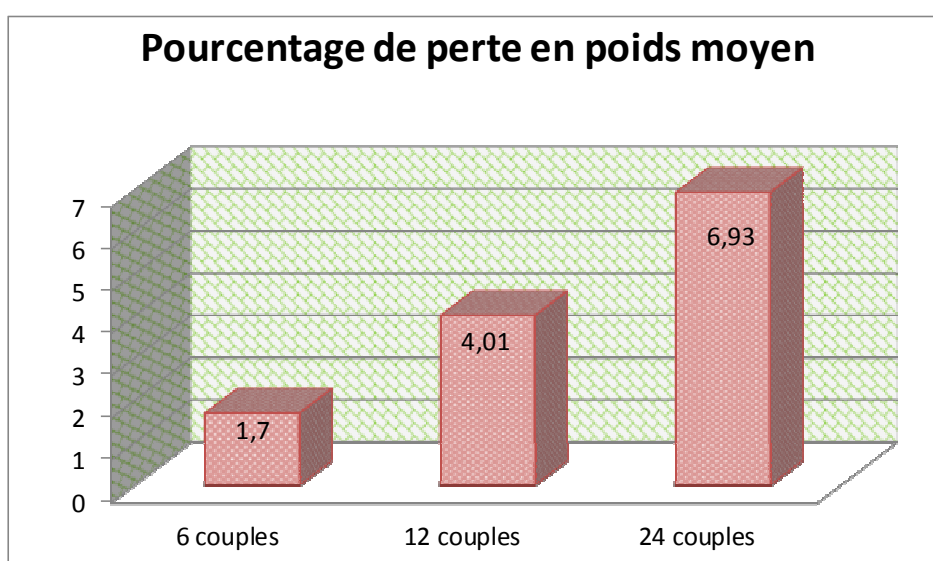


Fig. N° 44 : Relation entre le nombre de *Rhizopertha dominica* sur 1000 grains de blé dur et le pourcentage de perte en poids après une génération.

V.3.1.2 Pouvoir germinatif relative

Après 7 jours les grains de blé dur attaqués par *Rhizopertha dominica* (6, 12, 24 couples) placés dans des conditions favorables pour germer, nous obtenons les résultats du pouvoir germinatif moyen qui passe de 15,31%, 10,60% et 4,65 % (Fig. N°45), avec parallèlement dans les mêmes conditions de germination, un taux de germination des grains de blé dur sains (Témoin) qui est de 97% (fig.N°45).

Tableau N°11 : Le pouvoir germinatif relative des grains du blé dur attaqués par *Rhizopertha dominica* dans chaque lot à 25°C.

Nombre de couples	Taux d'infestation	Répétition					Moyenne
		1	2	3	4	5	
6 couples	Nombre des grains attaqués (Na)	98	74	66	90	70	79,6
	Nombre des grains germés	15	10	09	14	08	12,2
	Pouvoir germinatif	15,30	14,86	15,15	15,55	15,71	15 ,31
12 couples	Nombre des grains attaqués (Na)	124	117	128	136	130	127
	Nombre des grains germés	11	09	09	14	10	8,31
	Pouvoir germinatif	8,87	7,69	7,03	10,29	7,69	10,60
24 couples	Nombre des grains attaqués (Na)	207	190	194	204	214	201,8
	Nombre des grains germés	10	10	08	09	10	9,40
	Pouvoir germinatif	4,83	5,26	4,12	4,41	4,67	4,65

Nous remarquons aussi une corrélation négative entre le nombre d'insectes et le pouvoir germinatif (Tableau N°11).



Fig. N°45 : le pouvoir germinatif des grains attaqués.

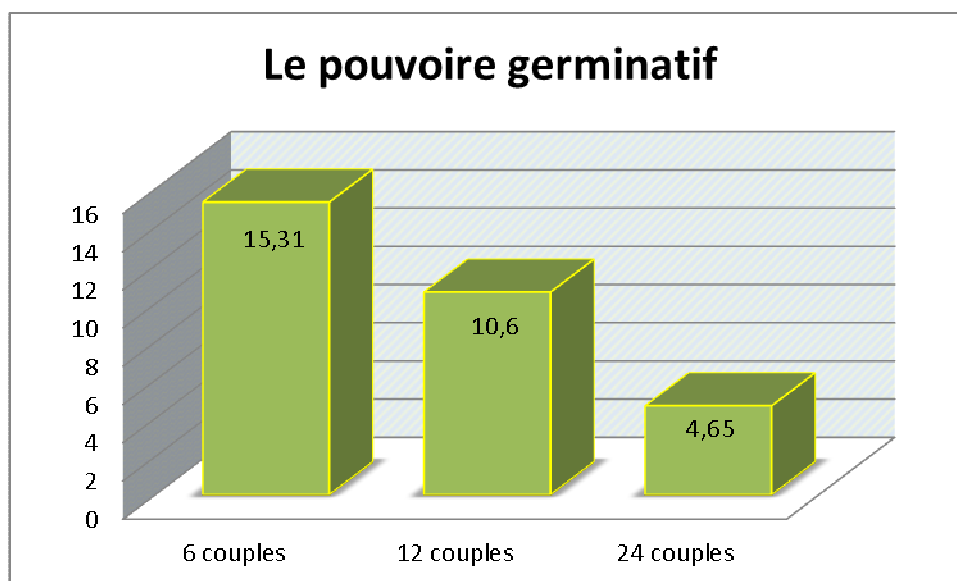


Fig. N° 46 : Relation entre le taux de l'infestation par *Rhizopertha dominica* sur 1000 graines de blé dur et le pouvoir germinatif des grains attaqués après une génération.

V.3.2 Discussion

Les pertes en poids causées par *Rhizopertha dominica* sont élevées. En effet, pour une infestation initiale de 6 à 24 couples (ce qui correspond à environ 1 couple pour 2,98 g à 6,73 g de blé), et pour seulement une durée d'un cycle de développement, ces pertes varient entre (1,7% à 6,93 %).

Cela laisse envisager également qu'au bout de plusieurs générations successives, elles seront encore plus importantes.

Si l'on considère la valeur de perte en poids moyen la plus élevée qu'est de l'ordre de 6,93 % de la masse de 48 g de blé infestés (le poids moyen de 1000 graines de blé). Ces résultats concordant avec ceux obtenus par **(K.Bekon, Flerat- Lessard)** , rapportaient en 1989 qu'après un cycle de développement de *Rhizopertha dominica* et *Sitophilus oryzae*, sur 200 g de blé, ces grains de blé subissent une perte pondérale de 17%.

Selon **(Ratcliffe, 1941)**, le *Rhizopertha dominica* consomme par semaine une quantité de 5 à 6 fois supérieure à son poids, ce qui donne une perte pondérale importante, par contre le pouvoir germinatif diminue à chaque fois que le nombre de taux d'infestation augmente (de 15,31% et 4,65% avec respectivement de 6 et 24 couples).

Ainsi les résultats présentes, qui montrent que la perte pondérale et la diminution du pouvoir germinatif sont agitées au taux d'infestation primaire, confirme les résultats obtenus en 1989. Toutefois ces pertes sont fiables pour le ravageur primaire dans les conditions expérimentales actuelles (durée du cycle de développement, taux d'infestation relativement peut important) et s'installent les conditions propres pour les ravageurs secondaires.

Compte tenu de pertes qualitatives causées par l'insecte (présents d'exuvies, de reste du corps dans le milieu, sécrétion d'une persistante odeur nauséabonde, etc...), pertes pouvant s'étaler sur une longue période, et de l'ampleur des dégâts quantitatifs, il faut considérer

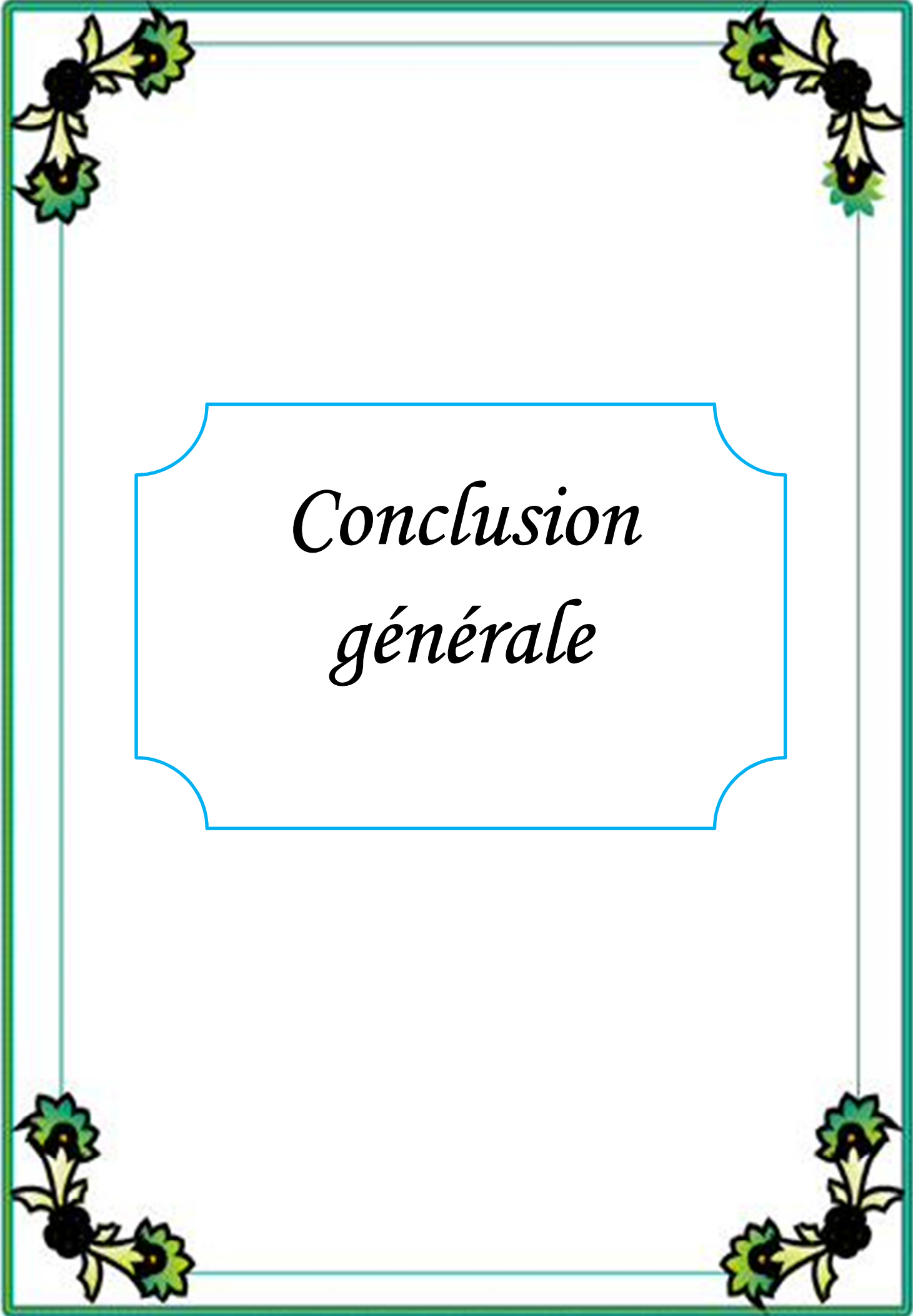
Rhizopertha dominica comme un insecte véritablement nuisible qui doit faire l'objet d'une lutte rationnelle pour protéger les grains lors du stockage et de la conservation.

V.4 Conclusion

Puisque au niveau de lieu de stockage le *Rhizopertha dominica* se reproduit sans diapause, le nombre d'insecte augmente au fur et à mesure que la durée du stockage augmente ce qui se traduit par une attaque de plus en plus considérable et une perte du pouvoir germinatif des grains attaquées.

Rhizopertha dominica déprédateur primaire des denrées stockées, peut s'attaquer à des grains sains. Dès lors, il est difficile d'estimer les dégâts causés par cet insecte. Le présent travail, mettant en relief l'importance des dégâts causés par le ravageur primaire dans le milieu infesté, contribue à l'approche de cette estimation.

Cette méthode expérimentale reste néanmoins à éprouver dans le cas d'infestation due à d'autres ravageurs primaire.



*Conclusion
générale*

Au cours du stockage d'immenses quantités de céréales sont perdues en raison des attaques des insectes ravageurs d'où une perte quantitative qui s'explique par une diminution du poids et une perte qualitative qui déprécie la valeur nutritionnelle de ces aliments.

De telles pertes peuvent entraîner des pénuries alimentaires sérieuses dans nos régions où les récoltes ne sont pas importantes compte tenu des faibles surfaces cultivées, il est donc nécessaire de rechercher des variétés qui sont cultivées localement et qui sont moins attaquées par cet insecte ravageur dans les lieux de stockage.

Tout développement des cultures de céréales nécessite l'élaboration des méthodes de contrôles efficaces des populations des insectes ravageurs.

L'objectif de ce travail est de rechercher une technique fiable d'estimation de la perte pondérale (pourcentage d'attaque, le pourcentage de perte en poids) et le pouvoir germinatif de ces grains attaqués par cet insecte. Nos expériences ont portées sur les grains du blé dur stocké dans les silos de C.C L.S de Tlemcen.

En ce qui concerne l'évaluation des pertes pondérales à l'issue de la détermination du pourcentage d'attaque nous observons qu'à chaque fois que le nombre des insectes augmente la perte pondérale augmente avec un pourcentage d'attaque qui varie de 6 à 24 couples (7,96% à 20,18%) ce qui exprime un pourcentage de perte en poids de 1,7 % à 6,93 %.

Concernant le pouvoir germinatif, nous remarquons qu'il diminue d'un couple à un autre, de 15,31 % pour les 6 couples, de 10,60% pour les 12 couples et 4,65 % pour les 24 couples.

Nous constatons que le meilleur pouvoir germinatif est celui des six couples (15,31%).

Cette méthode expérimentale est plus ou moins satisfaisante mais en revanche elle n'est peut-être pas à généraliser pour le moment pour d'autres ravageurs primaires.

En fin, pour réussir un bon stockage, nous suggérons les recommandations suivantes :

❖ Préparation sanitaire des locaux et des abords :

Environnement extérieur : clôture en bon état, nettoyage régulier, gestion du stockage des détritux, défrichage, tonte des herbes ou élimination, curage des fossés assurer, le bon écoulement des eaux, éviter les eaux stagnantes, éviter le stockage de matériels étrangers.

❖ Prévention des contaminations croisées :

- ✓ Entreposage séparé des produits insecticides ;
- ✓ Entreposage séparé des produits phytosanitaires et engrais ;
- ✓ Stockage et élimination périodique des déchets ;
- ✓ Éviter les grains traités comme pièges à rongeurs (préférer les appâts en boîtes et les glus) ;
- ✓ Éviter le stationnement des véhicules dans les lieux de stockage.

❖ Maintenance et nettoyage :

- ✓ Nettoyages et balayages réguliers.

❖ *Aération, ventilation, éclairage :*

- ✓ Aération des locaux (fenêtres grillagées) ;
- ✓ Ventilation des locaux de stockage (transilage si nécessaire en cas d'échauffement) ;
- ✓ Eclairage convenable et prévention des bris de lampes ;
- ✓ Stockage et gestion des échantillons (propreté, désinsectisation surveillance).

❖ *Lutte contre les nuisibles :*

- ✓ Nettoyage et traitement préventif des lieux de stockage avant entreposage ;
- ✓ Contrôler les espaces et lieux attenants ;
- ✓ Mettre en place un plan de dératisation ;
- ✓ Traitement des circuits contaminés ;
- ✓ Réglage du système de dépoussiérage.

A decorative border with a teal outer line and a light blue inner line. At each of the four corners, there is a cluster of stylized flowers in shades of green and yellow, with black outlines.

Annexe

I- Glossaire

Acide aminé

Substance organique ayant une fonction acide et une fonction amine. Les acides aminés sont les constituants fondamentaux des protéines.

Albumen

Tissu de réserve contenu dans certaines graines entourant et nourrissant la plantule.

Biomasse

Masse de matière produite par les végétaux.

Elytres

Ailes supérieures coriaces et protectrices, caractéristiques des coléoptères.

Enzyme

Substance soluble provoquant ou accélérant une réaction. Les enzymes sont des molécules protéiques complexes agissant comme catalyseurs des réactions biochimiques.

Ferme

Assemblage d'éléments de charpente triangulaires disposés verticalement pour servir de support à la couverture. Les différentes fermes formant l'ossature de la toiture sont reliées par des pannes.

Fermentation

Transformation des matières organiques sous l'action d'enzymes secrétés par les micro-organismes.

Fumigant

Substance qui, à une température et pression données, peut être produite sous forme gazeuse à une concentration mortelle pour une espèce vivante donnée.

Gaz inerte

Gaz n'intervenant pas dans les réactions du métabolisme.

Hygrométrie

Evaluation du degré d'humidité de l'air.

Insectifuge

Substance qui protège les grains contre les insectes en tenant ceux-ci à l'écart.

Larve

Forme active, très différente de l'adulte, présentée par de nombreux animaux au sortir de l'oeuf. Les larves d'insectes sont souvent les principaux responsables des dégâts dans les denrées stockées.

Métabolisme

Ensemble de réactions biochimiques qui se produisent au sein de la matière vivante et par lesquelles certaines substances s'élaborent (anabolisme) ou se dégradent en libérant de l'énergie (catabolisme).

Microflore

Ensemble des végétaux microscopiques présents dans les grains ou autres produits (moisissures, levures, etc.).

Moisissures

Nom commun aux champignons de petite taille qui se développent sur les produits agricoles, les aliments, et qui leur font subir des altérations chimiques.

Nébulisation

Mode de traitement dans lequel un pesticide est appliqué sous forme de brouillard.

Péricarpe

Ensemble de tissus (épicarpe, mesocarpe, endocarpe) qui entourent la graine des fruits.

Phytotoxique

Toxique pour les végétaux.

Poudrage

Traitement consistant à appliquer de la poudre insecticide sur les produits à conserver.

Pulvérisation

Traitement consistant à appliquer un insecticide liquide sous forme de fines gouttelettes.

Qualité organoleptique

Qualité d'un produit apprécié par les organes des sens: goût, odeur, aspect, texture, couleur, etc.

Rostre

Pointe médiane portée par la tête de l'insecte.

Thermoconductivité

Aptitude d'un corps à transmettre la chaleur.

Toxicité aiguë

Toxicité aiguë résulte des conséquences d'une prise due, soit à une erreur, soit à une tentative de suicide.

On apprécie cette toxicité par la DL50, dose létale 50, c'est-à-dire la dose qui tue 50% d'une population, généralement de rat, elle exprime en mg/kg de rat.

II- Abréviations.

C I C : conseil international de céréales

C.C.L.S. : Coopératif des Céréales et des Légumes Secs.

D.D.T.: Dichloro-Diphényl-Trichloréthan

D.S.A.: Direction des Services Agricola.

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

M.S: Matière sèche.

m.a: Matière actif.

H.R.: Humidité relative.

U.S.A. : United State American. **C I C** : conseil international de céréales

USDA :united state department of agricultr

III- Unités.

Ha : Hectare.

q : Quintal.

Kg: Kilogramme.

T: Tonne.

G: Gramme.

C°: Degré centigrade.

ppm : Partie par million.

cm: Centimètre.

mm: Millimètre.

µm: Micromètre.

L: Litre.

m³: Mètre cube.

h: Heure.

mg/kg: Milligramme par kilogramme.

kcal/kg: Kilo calorie par kilogramme.

qx/ha: Quintaux par hectare.

Annexe


g/t: Gramme par tonne.

%/an: Pourcent par an.

%: Pourcent.

\$: Dollar.

μ: Microns.

A decorative border with a green double-line frame. At each of the four corners, there is a stylized floral arrangement featuring yellow and green flowers with black centers and green leaves.

*Références
bibliographiques*

Bibliographie

- Adrian et Rabache, 1985. La lysine dans les produits alimentaires. Industrie des céréales. N°34 : 21-24
 - Alain Fraval.2008 les psocoptères www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i149-frava
 - Amari Nadia 2014. Etude du choix de ponte de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles (Cèdre, Ciste, Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte .mémoire de magistère pp23,23,25
 - Ahmed M. S. (1992): Composition, nutrition and favor of peanuts. H. G. batte anal C. T. young eds peanuts science and technologie T. X. pp: 655 – 688.
 - Insectes des denrées ; *Rhizopertha dominica*. Insecte, Coléopéra, Bostrychiaie. <http://www.inra.fr/internet/hebergement/OPIE-Insectes/d-rhydem>.
 - Anonyme, 2001(centre de recherche sur les céréales canada www.agr.gc.ca/science/winipeg.
 - Anonyme, 2012 production de cereale en algerie (1962-2012) :www.econostrum.info/
 - Coupe longitudinale d'un grain du Blé. <http://www.fao.org/Wairdocs/X5163F/X5163FOI.GIF>
 - . Composition du grain de Blé. <http://www.boulangeries-net/MP/Infoblefar>
 - Silo Métallique. et en béton armé <http://www.fao.org/Wairdocs/X5161F/X5161FOC.JPG>
 - Ait-Slimane-Ait-Kaki Sabrina 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.
 - Les dommages causés par le Capucin des grains <http://www.fr.rentakil.com/fr/a-to-z-of-pests/insectes-des-produits-stockes/capucin-des-grains/index.html>
 - Anonyme, 2014 production de céréales dans la wilaya de Tlemcen service agricoles Tlemcen
- Stades morphologiques du Capucin des grains.
<http://www.zin.ru/Animalia/Coléoptéra/eng/rhidomkn.ht>
- Balachowsky AS., 1962. Trait d'entomologie appliquée à l'agriculture. Tom. 01, vol ; 01. Ed. Masson et Cie, Paris ; pp 374-392.
 - Balaid djamel, 1986. Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Alger ; pp 4-6.
 - BELMOUAZ A., 2004. Contrôle phytosanitaire et surveillance des denrées stockées. Agréage et protection phytosanitaire. Ed. O.A.I.C. (Office Intrprofétionnel des Céréales) ; pp 18-34.

Bibliographie

- Bokon 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.
- 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.
- Bousquet 1990 (guide d'identification des insectes au Canada) pp 13.68.41
- CAMBEL A., SINHA R.N., 1978. Bioenergetics of graminivorous beetles, *Cryptolestes ferruginens* and *Rhyzopertha dominica* (Coléoptera: Cucujidae and Bostychidae). Can J Zool; 56: 624-633.
- Cangrdel H., Stockel J., 1972. Recherches par élevage en insectarium et par piégeage sexuelle sur le cycle annuel de l'alucite des cereals, *Sitroga cerealella* OLIV. Lep. Gelechidae et sur le role des cultures de blé et de maïs dans les maintient de l'espèce en Aquitaine (France). Annales de zoologie et Ecologie Animal, 4, n°3, 311-323.
- CLEMNT-GRANDCOURT et PRATS J., 1970. Les céréales. Im. Bussiere, Saint-Amand ; pp 187-188.
- Cretois A., 1985. Valeur technologique de quelques variétés de blé. Bull. Industries des céréales N°20, 26, 32.
- Cryz JF., Troude F., Griffon D., Hebert JP., 1988. Conservation des grains en région chaudes ; 2ème édition ; « Technique rurale en Afrique ». Ed. Paris, France.
- DUPIN H., 1989. Les aliments. Ed. Maloine, France ; pp 109.)
- Delobel Et Tran, 1993. Les Coléoptères des denrées entreposées dans les régions chauds. Ed. Orstom. pp 125,129
- Diop y. M., marchoini e. Ba. D. Et hasselman c. (1997) radiation desinfestation of cowpea seeds contaminated by *Callosobruchus maculatus*. Journal of food processing and preservation. 21 (1): 69 – 81.
- DONGRET K., RANANAVAR H. D. et DESSAS R. P. (1997): Influence of gamma radiation on oviposition and egg viability of *Callosobruchus maculatus* (F.) and grain loss in mung bean storage. J. Nuclear. Agro. Biol. 26 (3): 161 – 165.
- DOUMAINDJI A., DOUMAINDJI S., DOUMAINDJI B., 2003. Cours de technologie des céréales. Ed. Office des publications Universitaires Ben-Aknoun-Alger ; pp 01-20.
- Doussinault G., Kaan F., Lecomte C. et Monneveux P., 1992. Les céréales à paille : présentation générale. In : Gallais A. et Bannerot H. (Eds.), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp. 13-21.
- DUCOMP., 1978. Traitement par fumigation. In: les insectes et les acariens des cereals stockées. Normes et thechnique des céréales et des fourrages. AFNOR-ITCF., 138-164.
- Eurostat : agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Gaf13p121-126

Bibliographie

- E.Bartali (Institut agronomique et vétérinaire Hassan II) projet de recherche sur la maitrise des techniques de stockage des céréales au Maroc.
- FARGO W. S., CUPERUS G. W., BONJOUR E. L., BUCHOLDER W. E., CLARY B. L. & PAYTON M. E. (1994): Influence of probe trap type and attractant on the capture of four stored grain Coleoptera. J. Stored Prod. Res. 58, pp:
- FAO eurostat 2013 ,agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Gaf13p121-126.pdf
- Fao 2014 Grains pour les Agriculteurs à Petite Échelle systèmes Appropriés de Stockage des Semences et des Grains pour les Agriculteurs à Petite Échelle
- FARJAN M.A., 1983. Biodynamique en laboratoire de deux espèces ravageurs du Blé dur : Le Charançon du riz ; *Stofilus oruzae* L.(Coléopéra, Cuculionidae) et le Capucin des grains(*Rhizopertha dominica*) (Coléoptéra, Bostrychidae) avec application au condition de conservation en Afrique du Nord. Memoir. Ing. agronome Institut Agronomique Vétérinaire Hassen II, Rabat ; pp 99.
- Feillet P., 2000. Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.
- Flaurat-Lessard, 1982. Les insectes et les acariens. In. MULTON JL., conservation et stockages des grains et graines et produits dérivées. Ed .Lavoisier, Paris. Vol.01 ; pp 394-436.
- Fleurrat – Leussard (1978) : Autres méthodes de lutte contre les insectes et acariens des denrées stockées. Coed. AFNOR. I.T.C.F. Paris pp : 67 – 81.
- FREMEN, 1973. Infestation and control of pests of stored grain in International. Trad. In, SINHA RN.MUIR W.E.? GRAIN STORAGE? PAR OFA SYSTEM. The avi publishing company.inc. west port; pp 99-136.
- Gonde H., Carre G., Jussianx PH., Gonde R., 1968. Cours d'agriculture modernes. 8^{ème} édition .Nouvelles leçons d'agriculture .Ed. La maison Rustique, Paris ; pp 151-169.
- Godon B., 1991. Les constituants des céréales : nature, propriétés et teneurs. In: Godon B.(Ed.), Biotransformation des produits céréaliers. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris, pp. 1-22.
- Grignac P., 1918. Rendement et composantes des blés d'hivers dans l'environnement méditerranéen Français.com.scient.présentée au séminaire. »Limites des potentialités de production du blé « Bai. Italie ; pp 185-195.
- HIGNAR, 1985. Importances des pertes du aux insectes des légumineuses alimentaires. Source de protéines végétales. UACNRS, 340 : pp 193-204.Ed. INRA, Alger, 56-64.
- Henry Y. et De Buyser J., 2001. L'origine des blés. In : Belin.Pour la science (Ed.). De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris, pp. 69-72.
- Hamel.A et Aidani.HI 2007 Les problèmes des céréales stockées dus aux insectes dans la région de Tlemcen. memoire d'ingeniorat en agronomie université de tlemcen pp 31,38

Bibliographie

- Houmani M., 2007. Complémentation des chaumes de blé avec des blocs multinationnels : effets sur la valeur alimentaire des chaumes et intérêt pour des brebis gestantes. *Rev. Recherche Agronomique*, n°19 (juin 2007). Ed. INRA, Alger, 56-64.
 - ISMAN, MB, 2000. Protection des cultures ; Huiles essentielles de plantes pour la gestion des maladies parasitaires.
 - JACBSON RJ., THOMAS KP., 1981. *Rhizopertha dominica* (Coléoptéra, Bostrychidae).in stored home-grown barley. *plant pathol*; 30: 54-55.
 - Jean-Louis Ration et El Hassan Benabderrazik mai 2014 ; l'Institut de prospective économique du monde méditerranéen (Ipemed)
 - Khemis Fatima 2013 et al Inventaire des variétés locales d'arboriculture Fruitière et leurs biotopes respectifs dans la Wilaya de Tlemcen thèse Magister (2012/2013) p38
 - LEE, B., CHOI, W., LEE, S., PARK, B., 2001. Toxicité des fumigènes composé des huiles essentielles et vers le charançon du riz, *Sitophilus oryzae* (L)
 - LERIN François, 1986. Céréales et produits céréaliers en méditerranéen. Ed. Mont pellier ; pp 81 ; 93.
 - Lery F., 1982. L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 338 p.
 - Mourier A., 1979. Animaux et insectes hots cachés de nos maisons .Ed. Delachaux et Niestlé.
 - Mossab M., 2007. Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge *Hordeum vulgare* L. en zones semi-arides d'altitude. Mém. Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger ,126 p.
 - MULTON J.L., 1982. Conservation et stockages des grains et graines et produits dérivées. Ed .Lavoisier, Paris. Vol.01; pp 22 ; 415 ; 428-431.
 - Nisrin Benayad.2013 Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse THESE de doctorat Chimie Organique Université Mohammed V – Agdal pp47, 48
 - ORIA M,1973 Biologie 5^{eme} cycles d'oservation , Botanique, Zoologique. Ed Hatier Paris ; pp 116,115
 - PILON R., MMAZERAUD C., 1988. La meunerie. Techniques des fabrications. Contrôle analytique. Ed. Louis david. Sajaltie ; pp 172.
- 43- Ratleefe F.N., 1941. The importance of *Rhyzopertha dominica*. *Jcouncil. Sci, Res Aust*; 14: 143-180.

Bibliographie

44- RENAUDIN CH., 1951. La fabrication industrielle des pâtes alimentaires. Ed. DUNOD, Paris ; 68-78.

- SANON A., GARBA M., AUGER J. et HUIGNARD J. (2002) : Analysis of insecticidal activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera :Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera : Pteromalidae). J. Stor. Prod. Res. 38:129 – 138 p.

- Seck, D. 2009 Stockage, conservation et transformation des récoltes en zones tropicales. Notes de cours. .

- 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.

- 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.

47-SOLTNER D.1990. Les bases de la production végétale. Ed. ST. Gemes. Tome[].

- SINGHH. R. & JACKAIL E. N. (1985): Insects pests of cowpea in Africa: their life cycle, economic importance and potential for control. In cowpea Research, Production and Utilization (Edited by Singh S. R. et Rachie K. O.). pp: 217-231.

- TUNÇW, I., SAHINKAYA, S., 1998. Sensibilité de deux parasites à effet de serre à des vapeurs des huiles essentielles. Entomologie expérimentale.

- ZEGGA S. & TIRCHI N. (2001) : Activité biologique de quatre plantes sur la bruche du Pois – chiche. *C. maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). 54 p.

Résumé :

Les céréales constituent la base de l'alimentation .Notre investigation porte *Rhizopertha dominica* un ravageur primaire qui s'attaque à des grains de blé dur (*triticum durum*) sains et entiers. L'objectif principal de notre étude est l'estimation des pertes pondérales et du pouvoir germinatif de ces grains attaqués par cet insecte selon différentes conditions d'infestation.

En conditions contrôlées une infestation primaire de trois lots de 1000 grains de blé a été induite par un nombre de couples variables de (6, 12, 24 couples) *Rhizopertha dominica* F. pendant de 40 jours (une génération), nous avons obtenu les résultats suivants :

-Pour les pertes en poids; à chaque fois que le nombre du ravageur augmente les pertes en poids augmente : 7,96% pour 06 couples à 20,18% pour 24 couples, ce qui exprime un pourcentage de perte en poids de 1,7% à 6,96% respectivement aux couples allant de 06 à 24 couples).

- Pour le pouvoir germinatif des grains, il diminue à chaque fois que le taux d'infestation augmente (de 15,31% pour les 06 couples à 4,65% pour les 24 couples).

On a constaté que *Rhizopertha dominica* se reproduit sans diapause, donc le nombre de l'insecte augmente au fur et à mesure que la durée de stockage augmente, ce qui se traduit par une attaque de plus en plus considérable et une perte du pouvoir germinatif des grains attaqués.

Mots clés :Blé dur, stockage, ravageurs, germination, capucin des grains,(*Rhizopertha dominica*).

Abstract:

Cereals are the basis of food .Our investigation take *Rhizopertha dominica* a primary pest that attacks hard wheat grains (*Triticum durum*) healthy and whole. The main objective of our study is the estimation of weight loss and germination of these grains damaged by this insect infestation according to different requirements.

Under controlled conditions a primary infection of three batches of 1000 wheat grains was induced by a variables number pairs (6, 12, 24 pairs) of *Rhyzopertha dominica*. For 40 days (one generation), we obtained the following results :

-For Weight losses; whenever the number of the pest increases the losses in weight increases: 7.96% for 06 couples to 20.18% for 24 pairs, which expresses a percentage of weight loss of 1.7% to 6.96% respectively couples ranging from 06 to 24 pairs).

- For the germination of grains, it decreases whenever the rate of infection increases (15.31% for 06 couples to 4.65% for 24couples).

It was found that *Rhizopertha dominica* be reproduced without diapause, so the number of the insect increases gradually as the storage time increases, which results in an attack increasingly significant and the loss of germination attacked grains.

Keywords: Durum wheat, storage pests, germination, grain borer (*Rhizopertha dominica*)

الملخص

تعتبر الحبوب من أهم المصادر الغذائية، و ضمانا لحياة العديد من الناس تطورت أساليب التخزين ، لكن على الرغم من هذه التقنيات ، إلا ان الحبوب المخزنة معرضة لعدة عوامل تتسبب في فسادها ، من ذلك الحشرات الضارة محور هذه المذكرة. من بين هذه الحشرات، تطرقنا الى حفارة الحبوب (*Rhizopertha dominica*) كعينة لدراسة مدى خطورتها على الحبوب المخزنة، باعتبارها من المخربات الأولية، و ذلك لقدرتها على مهاجمة حبات القمح السليمة بالكامل. الهدف هذه الدراسة هو إيجاد طريقة سليمة لتقدير فقدان الوزن، و قدرة النمو عند هذه البذور المهاجمة من طرف هذه الحشرة. الحبوب المستخدمة في التجارب هي حبات القمح الصلب. *Triticum durum*.

تتألف هذه الدراسة و في شروط مضبوطة من تحقيق غزو أولي مدة 40 يوما (جيل) لعدد مختلف من الأزواج (06، 12، 24 زوج)، داخل ثلاث حصص، تحتوي كل واحدة على 1000 حبة من القمح الصلب. نقوم بغزيلة هذه الحبوب و عزل جميع الحشرات، ثم عزل جميع الحبوب المهاجمة و الغير مهاجمة، و وزنها ، فتحصلنا على النتائج التالية :

- بالنسبة لفقدان الوزن ؛ كلما زادت عدد الحشرات يزيد بالموازاة فقدان الوزن (مع نسبة الهجوم التي تتفاوت بين 7,96 ٪ عند 06 الأزواج إلى 20,18 ٪ ل 24 زوج ، ما يعبر عنها كنسبة لفقدان الوزن

-بالنسبة لإنبات الحبوب، فإنه يقلل كلما معدل الزيادة في الإصابة (15.31 ٪ ل 06 الأزواج إلى 4.65 ٪ ل 24 زوجا) . على مستوى أماكن التخزين حفارة الحبوب يتكاثر من دون توقف و منه نستنتج انه عدد الحشرات يتزايد بالموازاة مع مدة التخزين بالتالي نسبة التخريب تزيد، ومنه الحبوب المصابة تفقد قدرتها على النمو

الكلمات المفتاحية: الحبوب، القمح الصلب، التخزين، الحشرات الضارة، الانتاش، حفارة الحبوب (ريزوبيرطا دومينيكا)