



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Des Êtres Vivants

MEMOIRE de fin d'étude

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecophysiologie Animale

Etude theorique des methods de stockage des denrées cas de l'OAIC TEBESSA

Présenté par :

M. RECHEDDINE MOHAMED M. MESSALI MOUAADH

Devant le jury

Mme Tine Djebari F	Pr. Université de Tébessa	Présidente
Mme Djaleb. S	M.A.A. Université de Tébessa	Examinatrice
Mr. Tine Samir	M.A.A. Université de Tébessa	Promoteur

Année universitaire 2021/2022



Bismillah

Remerciements

En tout premier lieu, nous remercions notre Dieu, tout puissant, de nous avoir donné la force et le courage pour pouvoir surmonter toutes les épreuves rencontrées afin de réaliser ce modeste travail.

La première personne que nous tenons à remercier est notre encadreur pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être menée au bon port. Nous aimerions aussi le remercier pour l'autonomie qu'il nous a accordés et ses précieux conseils.

Nous exprimons toute notre reconnaissance au, pour avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont aussi au, qui va nous faire l'honneur d'examiner ce travail.

Dédicace

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne

éducation et de ses dévouements

A ma chère mère

A celui qui s'est changé la nuit en jour pour m'assurer les

bonnes conditions

A mon cher père

A ma petite famille qui m'a toujours soutenue

A tous mes collègues et amis

Dédicace

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices,

Leur amour, leur tendresse, leur soutien

Et

Leurs prières tout au long de mes études,

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de
mon parcours universitaire,*

A tous mes collègues et amis

Résumé

La sécurité des denrées alimentaires concerne la présence des dangers liés aux aliments au moment de leur consommation (ingestion par le consommateur).

L'introduction de dangers relatifs à la sécurité des denrées alimentaires pouvant survenir à n'importe quelle étape de la chaîne alimentaire, il est essentiel de maîtriser de façon adéquate à cette chaîne. Par conséquent, la sécurité des denrées alimentaires est assurée par les efforts combinés de tous les acteurs de la chaîne alimentaire.

L'organisation de ce document montre la démarche que nous avons adoptée lors de la réalisation de notre travail. Pour illustrer et valider la démarche proposée, un produit a été choisi : il s'agit du produit Les Graines. L'application est effectuée à LOAIC TEBESSA

- **Mots clés**

Denrées alimentaires ; Ravageurs ; Les Insecte ; Graines.

Abstract

Food safety concerns the presence of food-related hazards at the time of consumption (ingestion by the consumer).

As the introduction of food safety hazards can occur at any stage of the food chain, it is essential to have adequate control of this chain. Therefore, food safety is ensured by the combined efforts of all actors in the food chain.

The organization of this document shows the approach we have adopted in carrying out our work. To illustrate and validate the proposed approach, a product was chosen: it is the product Seeds The application is made at LOAIC TEBESSA

- **Keywords**

Foodstuffs ; Pests; Insects; Seeds.

ملخص

تتعلق سلامة الغذاء بوجود مخاطر متعلقة بالأغذية في وقت الاستهلاك (ابتلاع من قبل المستهلك). نظرًا لأن إدخال مخاطر سلامة الأغذية يمكن أن يحدث في أي مرحلة من مراحل السلسلة الغذائية ، فمن الضروري أن يكون لديك سيطرة كافية على هذه السلسلة. لذلك ، يتم ضمان سلامة الأغذية من خلال الجهود المشتركة لجميع الجهات الفاعلة في السلسلة الغذائية.

يوضح تنظيم هذه الوثيقة النهج الذي اعتمدناه في تنفيذ عملنا. لتوضيح النهج المقترح والتحقق منه ، تم اختيار منتج: الحبوب يتم تقديم الطلب في LOAIC TEBESSA

• الكلمات المفتاحية

الحبوب، الغذاء، الحشرات، الطفيليات

• Table des matières

• Introduction	1
Partie bibliographique	
1- Définition des concepts clé en matière de stockage et de conservation des céréales	3
2- L'importance De La Maitrise Des Techniques De Stockage Et De Conservation Des Céréales	3
3- Les Lieux De Stockage	4
4- Caractéristiques des grains	4
4.1. Propriétés physiques	4
4.2. Composition biochimique	5
5. Avantages liés à la maîtrise des techniques de stockage et conservation.	6
6. Conditions de stockage et de conservation	7
7. Les principaux ennemis des stocks et moyens de lutte	7
7.1. Caractéristiques d'un produit agricole de mauvaise qualité	7
7.2. Moyens de lutte (prévention et traitement)	8
7.3. Pour le traitement curatif, les méthodes suivantes sont utilisées	9
7.4. Identification des insectes ravageurs	9
8. Présentation des insectes collectés	9
8.1. Cryptolestes ferrugineus (Silvain)	9
9. Classification de Gryptolestes ferruginens	10

9.1. Cycle biologique	11
9.2. Rhyzopertha dominica R. dominica	11
9.2.1. Cycle biologique	11
9.2.2. Cycle biologique Le charançon	15
10. Les principaux insectes ennemis du stockage	15
11. Reconnaissance des insectes	17
Partie expérimentale	
1. Nécessité du stockage	27
2. La nature du produit	27
3. La fonction des structures de stockage des céréales est donc multiple	27
4. Méthode du volume standard poids	27
5. Méthode de comptage et de pesée	28
5.1.Mode opératoire	28
5.2.Structures de stockage	28
<ul style="list-style-type: none"> • Conclusion 	
<ul style="list-style-type: none"> • Liste des références 	

INTRODUCTION

Introduction

Les grains de céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et des 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, 2000).

Le blé, constitue une des céréales les plus cultivées dans le monde. C'est une source importante de protéine pour l'alimentation humaine (Molkhou, 2007). En Algérie, les produits céréaliers, dont le blé, occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009).

Cependant, la conservation post-récolte est le seul moyen d'assurer le lien entre la récolte intervenant une fois dans l'année et la consommation qui est permanente et obligatoire (Waongo et al., 2013). 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 (Kheladi, 2009). Cette denrée est généralement attaquée principalement par les insectes, les rongeurs et les champignons. Les dégâts causés par les insectes sont les plus importants. Même si le problème se pose de manière globale, les dégâts sont plus importants dans les pays en voie de développement et dans ceux de l'Afrique en particulier à cause des conditions climatiques favorables à leur développement (Alzouma, 1990).

Les insectes sont les plus nuisibles et les plus redoutables car ils déprécient le stock tout entier, quel que soit leur nombre (Fleurrat-Lessard, 1982). Et ils se développent rapidement à cause du climat favorable et peuvent détruire de 30 à 50% des récoltes après quelques mois d'entreposage (Foua-Bi, 1992; Alzouma, 1990; Hall, 1970). Plusieurs types de déprédateurs sont à l'origine de ces pertes de blé en Algérie et les principaux sont des coléoptères tels que *Sitophilus granarius*, *Rhyzoperta dominica* et *Tribolium castenium* (Syed Shayfur et al., 2007 ; Lorini.,2008 ; Kucerova et al., 2003). Ces insectes des denrées stockées dont les revêtent une importance particulière par l'ampleur des dégâts qu'ils peuvent occasionner aux cultures des zones semi- arides. Ils peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés. (Lorini.,2008 ; Gallo.,2002 ; Scheepens.,2011).

Partie
bibliographique

1- Définition des concepts clé en matière de stockage et de conservation des céréales

- **Le stock** : est l'ensemble des produits que l'on possède physiquement. Ils sont déposés pour une utilisation ultérieure
- **Le stockage** : est une opération qui consiste à entreposer les produits en un lieu déterminé et pour une période donnée. En matière de commercialisation des céréales, le stockage est l'opération qui consiste à placer, pour une période donnée, des céréales dans un magasin suivant des normes et des règles qui permettent la bonne conservation des grains.
- **La conservation** : c'est l'action de garder (stocker) un produit de manière à le maintenir autant que possible dans le même état. La conservation des céréales revient donc à stocker ou garder les céréales de façon à ce que leur quantité et qualité demeurent autant que possible intactes.

Il est important de dissocier les mots stockage et conservation même si ces deux concepts ont des significations proches. Ils sont liés et l'un ne va pas sans l'autre. En effet, le stockage doit se faire suivant des normes particulières pour favoriser une bonne conservation. Un mauvais stockage entraîne une mauvaise conservation des céréales. La finalité du stockage est la conservation. On ne stocke pas pour le plaisir de stocker mais on stocke pour pouvoir utiliser ensuite. Mais lorsque le produit n'est pas bien stocké, il est mal conservé et plus tard son utilisation ne donne pas les résultats qu'on escomptait.

2- L'importance De La Maîtrise Des Techniques De Stockage Et De Conservation Des Céréales

Il est important pour de maîtriser les techniques de stockage et de conservation des céréales pour de multiples raisons. En effet, la maîtrise de ces techniques permettra de :

- ✓ Mieux garder leurs stocks céréaliers à l'abri de la pluie, de l'humidité, des insectes et autres animaux nuisibles, de la chaleur excessive...et même des vols, en attendant leur écoulement.
- ✓ Mieux gérer l'approvisionnement en céréales en tenant compte des normes de stockage et de conservation des céréales.
- ✓ De proposer des céréales de bonne qualité qui ne sont pas infestées, moisies....
- ✓ De minimiser les pertes (quantitativement et qualitativement parlant) au niveau des stocks céréaliers, qui sont souvent liées aux mauvaises conditions de stockage et De conservation et d'augmenter par conséquent les bénéfices.

- D'être capables d'assurer la sécurité alimentaire en mettant à disposition en permanence des céréales de qualité

3- Les Lieux De Stockage

Les céréales sont stockées à plusieurs endroits. Les infrastructures de stockage sont fonction des besoins de stockage mais aussi de la nature ou de l'importance de l'activité. En effet, si le petit producteur peut se contenter de son grenier pour le stockage de ses céréales, il n'en n'est pas de même pour les grands producteurs. On distingue généralement les infrastructures traditionnelles et celles modernes de stockage.

- **Le premier groupe** est constitué de l'ensemble des greniers et apparentés (certains mettent leurs céréales dans les cases d'habitation, à l'intérieur de canaris par exemple ou entreposées dans des sacs...). Leur conception, forme, taille et les matériaux utilisés pour leur construction varient en fonction des conditions climatiques.
- **Le deuxième groupe** est constitué des infrastructures modernes qui sont en fait des magasins construits pour le besoin de stockage des céréales. Selon les capacités financières et d'approvisionnement en céréales, leur taille (petit magasin ou silo), conception (plan), matériaux utilisés pour la construction (banco, semi-dur, ciment) diffèrent.

4- Caractéristiques des grains

Le grain est un organisme vivant :

- ✓ Il est composé de trois parties, à savoir :
- ✓ L'enveloppe (tégument ou péricarpe)
- ✓ L'albumen (organe de réserve) ;
- ✓ Le germe de taille variable par rapport au grain entier (riz : 4%, maïs 10%, Sorgho : 11%)

4.1. Propriétés physiques

- **Porosité**

Une masse de grain constitue un matériau poreux dont 30 à 40% du volume est occupé par de l'air interstitiel. Ce pourcentage variable avec la taille des grains est déterminant lors de la ventilation naturelle ou artificielle.

- **Conductibilité thermique**

Une masse de grain ralentit la transmission de chaleur et se comporte comme un isolant thermique. Ainsi, une variation de température à la surface d'un lot ne sera enregistrée à l'intérieur du lot qu'avec beaucoup de retard.

- **Hygroscopicité**

Une masse de grain a la capacité d'absorber de l'humidité de l'air environnant. Cette propriété détermine la teneur en eau du lot et joue un rôle dans la conservation à long terme.

4.2. Composition biochimique

- Le grain est composé de matière minérale et de matières organiques.
- Les matières minérales (cendres) sont constituées d'éléments divers dont la carence ou l'excès dans l'alimentation peut entraîner des troubles du métabolisme.
- Les matières organiques sont constituées d'éléments dont les principaux sont les glucides, les lipides et des protides.
- **Les glucides**

Les glucides (sucres) sont constitués de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Ils se différencient des lipides par leur solubilité dans l'eau.

- **Les lipides**

Les lipides sont aussi constitués de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Ils sont cependant insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques (acétone, hexane, ether de pétrole, benzène etc....).

Cette propriété est utilisée dans les huileries pour extraire la fraction d'huile restée dans les grains d'oléagineux.

- **Les protides**

Les protides sont des matières organiques renfermant l'azote en plus du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. La teneur en protides se mesure par le dosage de l'azole et la multiplication du résultat par un coefficient de 5,7 (alimentation animal) ou 6 ; (alimentaire humaine).

- **Les vitamines**

Les vitamines sont des éléments cliniques complexes jouant un rôle important dans la nutrition. Les vitamines interviennent au niveau des fonctions essentielles de l'organisme. A niveau du grain elles sont surtout concentrées au niveau du germe et des enveloppes. Lors de la mouture, une partie est perdue dans les sons.

- **L'eau**

L'eau est présente dans le grain sous différentes formes : l'eau de dissolution dans les vacuoles des cellules, qualifiée de libre, l'eau d'imbibition associée aux protéines : l'eau de constitution très fortement fixée aux molécules. A une teneur élevée dans le grain, l'eau favorise le développement des nuisibles. Par ailleurs, il a un rôle physique et un rôle chimique.

Le rôle physique permet le maintien des structures cellulaires ; le transport du gaz et de sels minéraux ; la bonne conductibilité thermique du grain.

Le rôle chimique intervient lors des hydrolyses et surtout au cours des réactions du métabolisme du grain.

La teneur en eau du grain s'exprime de deux manières : par rapport à la matière sèche ou par rapport à la matière humide.

5. Avantages liés à la maîtrise des techniques de stockage et conservation.

- ✓ Garder les stocks alimentaires à l'abri de la pluie, de l'humidité, des insectes et autres animaux nuisibles, de la chaleur excessive.
- ✓ Gérer les approvisionnements en céréales en tenant compte des normes de stockage et de conservation.
- ✓ Proposer des produits agricoles alimentaires de bonne qualité.
- ✓ Minimiser les pertes quantitative et qualitative des stocks céréaliers.
- ✓ Faire face aux fluctuations de la production.
- ✓ Faire face aux pénuries conjoncturelles des consommateurs.
- ✓ Faire face aux problèmes de sécheresse et d'autres catastrophes agricoles.
- ✓ Faire face à certains problèmes d'ordre politique.
- ✓ Assurer un stock stratégique.
- ✓ Assurer un stock outil pour l'industrie de transformation.
- ✓ Assurer la sécurité alimentaire et sanitaire des populations.

6. Conditions de stockage et de conservation

- ✓ La durée de stockage dépend du taux d'humidité avant et pendant le stockage. En effet plus le taux d'humidité est bas, plus la qualité du stock est bonne.
- ✓ Conditionner les produits dans des sacs en polypropylène ou dans des récipients hermétiques pour des petites quantités.
- ✓ Eviter de stocker les produits agricoles avec les produits chimiques, notamment les pesticides.
- ✓ Taux d'humidité de l'air dans les structures de stockage variant entre 8 et 12% selon les spéculations.
- ✓ Respecter l'hygiène dans et autour des lieux de stockage.
- ✓ Débarrasser l'intérieur de tous les objets inutiles (sacs vides ...).
- ✓ Fermer les trous qui servent de caches aux insectes et aux rongeurs.
- ✓ Les sacs remplis ne doivent pas être en contact avec le sol et les murs car disposés sur des palettes.
- ✓ Ne pas construire des piles de sacs autour des colonnes ou à l'entrée du magasin.
- ✓ Respecter une distance de 50 à 100 cm entre les piles ainsi qu'entre les piles et le mur.
- ✓ Construire des piles avec des sacs de mêmes dimensions.
- ✓ Les oreilles des sacs sont toujours placées vers l'intérieur pour faciliter la manutention.
- ✓ Disposer d'une méthode de lutte contre les insectes et les rongeurs.
- ✓ Maintenir une humidité relative convenable par une bonne aération.

9. Les principaux ennemis des stocks et moyens de lutte

9.1. Caractéristiques d'un produit agricole de mauvaise qualité

Généralement les produits infestés présentent cet aspect : présence de déchets des rongeurs, changement de la coloration, les grains qui s'effritent et deviennent farineux, présence d'insectes, présence de larves dans les grains, dépôt de moisissures sur les grains, dégagement d'odeur de fermentation, etc. Lors du contrôle du stock, dès qu'un ou plusieurs de ces éléments sont constatés, cela signifie que le stock est infesté. Il faut donc agir vite pour limiter les dégâts.

Tableau 1: Les principaux ennemis des stocks agricoles

Principaux ennemis	Conséquences sur les stocks
<ul style="list-style-type: none">• Rongeurs	<ul style="list-style-type: none">• Consomment environ 10% de leur poids par jour.• Déprécient les grains stockés et les lieux de stockage par les urines, excréments, poils qui peuvent passer dans les farines.• Véhiculent des maladies et des puces.
<ul style="list-style-type: none">• Insectes	<ul style="list-style-type: none">• Destruction physique des grains.• Altération de la qualité marchande.• Diminution de la qualité nutritionnelle.• Diminution de la faculté germinative.• Développement d'odeurs désagréables.• Augmentation de la concentration des poussières organiques.• Dissémination des micro-organismes.
<ul style="list-style-type: none">• Humidité	<ul style="list-style-type: none">• L'humidité entraîne la pourriture des grains à travers des moisissures et champignons qui s'y déposent. A la longue, les céréales se fermentent et dégagent une odeur forte. L'humidité peut en un temps record, engloutir une quantité importante de céréales. Elles deviennent impropres à la consommation.• Les moisissures sécrètent des mycotoxines (Aflatoxines surtout) qui sont indestructibles et sont responsables de maladies incurables.

9.2.Moyens de lutte (prévention et traitement)

- ✓ Pour la prévention les méthodes suivantes sont utilisées :
- ✓ Pose de pièges.
- ✓ Bonne hygiène du magasin.
- ✓ Traitement insecticide préventif des denrées à stocker par poudrage ou utilisation des sacs à triple fond.
- ✓ Traitement préventif par pulvérisation, du magasin, des palettes.
- ✓ Avant le stockage, il faut s'assurer que les produits sont bien secs.

- ✓ Nettoyer le voisinage et éliminer les déchets loin de l'enceinte de stockage, colmater les fissures et les trous.
- ✓ Traiter l'enceinte de stockage par des produits appropriés.

9.3. Pour le traitement curatif, les méthodes suivantes sont utilisées

- ✓ Traitement par les insecticides de contact
- ✓ Traitement par fumigation

10. Identification des insectes ravageurs

Les insectes ravageurs ont été collectés à partir de CCLS (Coopératives des céréales et des légumes secs) de la région de Tébessa, on les a criblés dans un tamis de 2 mm, avec un papier filtre blanc pour qu'on puisse les repérer à l'œil nu.

11. Présentation des insectes collectés

Les grains 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 :

- **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.
- **Ravageurs secondaires** : Attaquent les grains qui ont déjà été endommagé ou attaqué par les ravageurs d'entrepôt (Tarvinga, 2014).

Au cours de cette étude, on a pu inventorier quatre espèces de ravageurs des denrées stockées, appartenant à l'ordre de coléoptères à savoir : Le charançon (*Sitophilus granarius*), Le Silvain (*Cryptolestes ferrugineus*), Le tribolium (*Tribolium confusum*) et Le capucin (*Rhyzopertha dominica*).

11.1. *Cryptolestes ferrugineus* (Silvain) : *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) ou petit sylvain est un coléoptère (ravageur secondaire) aplati dorso-ventralement brun d'environ 3 mm de long possède de longues antennes (la moitié de la longueur du corps). En chapelet projetées vers l'avant en forme de «V» chez les deux sexes (Dobie *et al.*, 1991 ; Banks, 1979) (Fig. 05). IL se déplace rapidement parmi les grains chauds et peut voler lorsque la température de l'air dépasse 23°C (Bousquet, 1990).

9.1.1. Classification de *Gryptolestes ferruginens*

II. 3. 1. 1. Classification de *Gryptolestes ferruginens* :

Tableau 01 : La position systématique de *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens,1830).

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropodia
Sous-Embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-Classe	Pterygota
Infra-Classe	Neoptera
ordre	Coleoptera
Sous-Ordre	Polyphaga
Famille	Laemophoeidae
Genre	<i>Cryptolestes</i>
Espèce	<i>Gryptolestes ferruginens</i>

9.1.2. Cycle biologique

L'éclosion de l'œuf à l'émergence de l'adulte, peut prendre aussi peu que 19 jours dans des conditions idéales de 35°C et 75% HR (Rilett, 1949). Le développement cessera de se produire si l'humidité du grain tombe en dessous de 12% et / ou l'humidité relative diminue à 40% ou moins (Jagadeesana et al., 2013). La femelle de *C. ferrugineus* est capable de pondre 2 à 3 œufs par jour, généralement entre les grains, dans les fissures ou à la surface des grains (Rilett, 1949 ; Hagstrum, 2012). En vieillissant, *C. ferrugineus* femelle pond de moins en moins d'œufs, chose rare chez les insectes des produits stockés (Arbogast, 1991). La fécondité moyenne par femelle est de 242 œufs (Davies, 1949). Les œufs sont assez grands par rapport à la longueur totale des femelles adultes. Chaque œuf mesure en moyenne 0,76 mm de longueur alors que les adultes ne mesurent en moyenne que 2 mm de longueur (Rilett, 1949). Les œufs sont blancs et en forme ovale. Après 4-5 jours, une petite larve blanche claire, légèrement plus longue que l'œuf, émerge. Les larves commencent immédiatement à chercher de la nourriture, préférant l'endosperme de blé, surtout s'il était déjà attaqué par les champignons (Hagstrum, 2012). Si les conditions sont favorables, un grain de blé peut porter une larve tout au long du développement jusqu'au stade nymphal (Rilett, 1949). S'il y a un manque de nourriture, les coléoptères deviendront cannibales et se nourriront de pupes et d'œufs (Sheppard, 1936). Il existe

quatre stades, et tous ces stades peuvent être très mobiles lors de la recherche de nouveaux aliments. Les larves du quatrième stade complètement développées sont robustes, poilues et peuvent mesurer jusqu'à 4 mm de long (Jagadeesanaet al., 2013). Les nymphes sont nues et ne peuvent que déplacer leur abdomen d'avant en arrière et le feront facilement lorsque perturbées. L'insecte reste au stade nymphal pendant environ quatre jours, mais commence à devenir rougeâtre ou de couleur brune le troisième jour. L'insecte adulte émerge avec des élytres avec une couleur brune rougeâtre.

9.2. *Rhyzopertha dominica* R. dominica

Également appelé capucin des grains, est un insecte de petite taille de 2,3 à 2,8 millimètre de longueur, brun capable d'attaquer les grains sains et entiers (ravageur primaire). Les adultes sont bruns foncés, presque cylindriques et mesurent 4mm de long avec une grosse tête penchée sous le thorax. Les larves complètement développées mesurent 2,5 mm de long, sont incurvées et renflées aux deux extrémités. Elles ont une tête brune et six courtes pattes (Ripusudan, 2002). Les larves et les adultes se nourrissent à l'intérieur des grains. La femelle pond ses œufs de 300 à 500 dans le grain. Le cycle dure un mois en conditions favorables. Cet insecte est répandu dans le monde entier (Ripusudan, 2002).

II. 3. 2. 1. Classification de *Rhyzopertha dominica*

Tableau 02 : La position systématique de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792).

Règne	Animal
Embranchement	Arthropode
Sous embranchement	Antennates ou Mandibulates
Classe	Insecte
Sous classe	Ptérygote
Ordre	Coléoptère
Famille	Bostrychidae
Genre	<i>Rhyzopertha</i>
Espèce	<i>Rhyzopertha dominica</i>

9.2.1. Cycle biologique

L'accouplement et la ponte ont lieu en avril ou mai, quand les T° sont élevées (Lepigre, 1951). Les femelles pondent de 300 à 600 œufs à la surface des grains, à l'intérieur ou parmi les débris, ils sont déposés isolément ou en petit amas (Lepesme, 1944). La durée de développement du capucin des grains est essentiellement liée à la T° et à la teneur en eau des grains (Balachowsky, 1935).

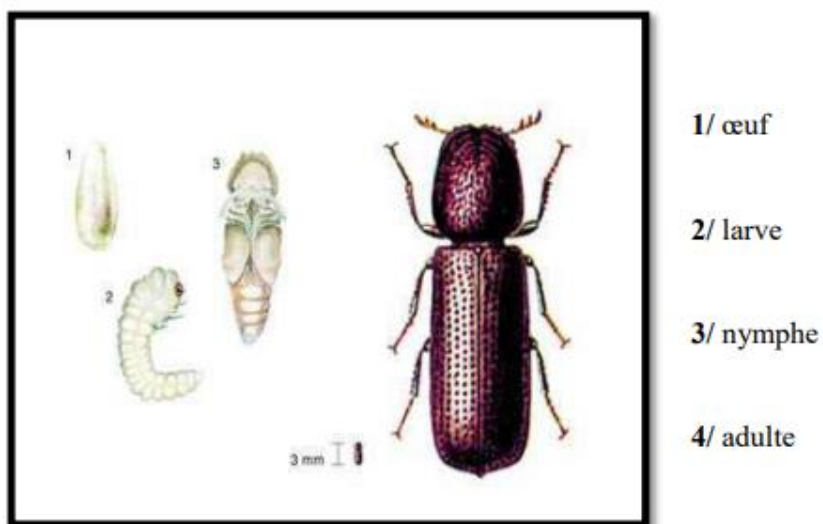


Figure 07.Stades morphologiques de *Rhyzopertha dominica*.

Source : www.grainxanada.gc.ca/storage.entrepote

Figure 06. Capucin des grains A : Face dorsale ; B : Face ventral. Source :
www.grainscanada.gc.ca

a. Ponte et éclosion : Les femelles s'accouplent plusieurs fois au cours de leur vie qui peut atteindre 8 mois et elles pondent en conditions favorables de 300 à 400 œufs environ, les œufs sont piriformes, blancs ou rosés, isolés ou en petits paquets (Balachowsky, 1962). La durée moyenne d'incubation est de 15 jours à 26°C et de 65% d'humidité relative (Potter, 1935) (Fig. 07).

b. Evolution larvaire : Après l'éclosion les larves s'introduisent dans les grains en creusant des tunnels aux alentours du germe et continuent leur développement à l'intérieur (Thomson, 1966). Au cours de son développement, la larve passe par 4 stades (Balachowsky, 1962)(Fig. 07). Les larves du premier stade sont de type Chrysomélien (pourvues de pattes) ; les trois derniers stades sont apodes de type Rhynchophorien. Au 1er 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, 1979). Les larves de ces insectes ont un régime Clétophage exclusivement car elles vivent dans les grains (Flaurat-Lessard, 1982).

c. Nymphose : a lieu dans une cavité du grain. 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 5 à 8 jours plus tard et se reproduisent aussitôt (Flaurat-Lessard, 1982)(Fig. 07)

8.2. Sitophilus granarius Le charançon du blé *Sitophilus granarius* de la Famille des Curculionidés (ravageur primaire), l'adulte est brun foncé, pratiquement noir, avec une apparence luisante, caractérisé par un rostre bien visible légèrement recourbé, équipé de pièces buccales broyeuses (Anonyme, 2014) (Fig. 08). Le prothorax est aussi long que l'abdomen dont les élytres sont rainurés. Il mesure 3,5 à 5 mm et ne vole jamais (absence d'ailes postérieures membraneuses). La larve de 2,5 à 3 mm de longueur est blanche, à tête brune claire et sans pattes (Immanuel, 2004).



Figure 08. *Sitophilus granarius*

A : Face dorsale ; **B :** Face ventral.

Source : www.grainscanada.gc.ca

Tableau 03 : La position systématique de *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758).

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
classe	Insecta
Sous -classe	Ptérygota
Infra-classe	Neoptera
Ordre	Coleoptéra
Sous-ordre	Polyphaga
Famille	Curculionidae
Sous-famille	Dryphtorinae
Genre	Sitophilus
Espèce	<i>Sitophilus granarius</i>

9.2.2. Cycle biologique Le charançon du blé ne peut se reproduire que dans les grains où le taux d'humidité est supérieur à 9,5 % et une fourchette de T° allant de 13 jusqu'à 35°C (Thomson, 1966). Le développement complet se fait entre 25 à 35 jours dans les conditions optimales, lorsque la température se situe entre 26 °C et 30 °C, et la teneur en eau est de 14 % (Potter,1935).Le charançon développe son cycle complètement à l'intérieur des grains. L'adulte possède un appendice nasal distinctif dont il se sert pour creuser dans le grain (Thomson,1966).



Figure 09. Différents stades de *Sitophilus granarius*.

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

12. Les principaux insectes ennemis du stockage

Les principaux insectes qui infestent les denrées sont extrêmement destructifs en milieu tropical. Il en existe une centaine. Parmi eux une vingtaine est particulièrement importante.

Nous nous contenterons dans ce manuel, de vous décrire une dizaine des plus dangereux à l'heure actuelle.

Les insectes se développent et se nourrissent dans les denrées alimentaires, causant ainsi des pertes quantitatives et qualitatives.

Pour les combattre efficacement, il est important de les connaître et de disposer d'une base de données sur leur biologie, leur zone d'habitation.

Les acariens décrits ici ne sont pas des insectes, mais sont comme eux de petits animaux aux pattes jointes. Ils ne sont pas aussi nombreux et aussi dangereux que les insectes mais méritent d'être soulignés. Ils ont 4 paires de pattes.

13. Aspects généraux de reconnaissance des insectes

Les insectes adultes se reconnaissent des autres espèces par les caractéristiques suivantes :

- **Le corps** : il est composé de 3 parties généralement bien distinctes, la tête, le thorax et l'abdomen. Chaque partie du corps est segmenté mais pas de manière distincte toujours.
- **La tête** : elle porte les yeux, les parties buccales et une paire d'antenne qui sont souvent manifestes, mais pas toujours.
- **Le thorax** : il porte 3 paires de pattes et généralement 1 à 2 paires d'ailes.
- **L'abdomen** : il contient la plupart des éléments de l'appareil digestif et des organes d'élimination des excréments ainsi que ceux de la reproduction. Au bout de l'abdomen se trouve une petite pointe pour les mâles et un réceptacle d'œufs pour les femelles.

Ces buts ou réceptacles ne sont pas évidents chez le Coléoptères, mais sont relativement manifestes chez les Lépidoptères.

Des ouvertures de respiration apparaissent par paire le long du thorax et de l'abdomen.

- **Développement et multiplication**

Les œufs des insectes sont dans certaines mesures protégés. Ils sont généralement déposés dans des conditions favorables aux premiers besoins.

Ils peuvent être introduits dans les grains ou graines (charançon), collés à la surface (bruches et papillons) ou enveloppés dans une capsule de protection (cafards).

Pour certaines espèces (papillons des magasins), les œufs sont déposés en plusieurs endroits ou à côté d'une nourriture adaptée.

Durant le développement tous les insectes muent (se débarrassent de la peau) une ou plusieurs fois.

Les intervalles durant la mutation sont la période larvaire. Quand un insecte atteint le stade adulte, le développement n'est plus possible. Il peut se nourrir à un rythme très réduit.

Les adultes de Lépidoptères ne se nourrissent pas, bien qu'ils puissent prendre de l'eau là où certains adultes (*Rhizopertha dominica*, *Prostephanus truncatus*) sont aussi destructifs que leur larve. La larve est toujours structurellement différente de l'adulte.

En se développant pour atteindre le stade adulte les changements qui s'opèrent sont appelés métamorphose. On distingue la métamorphose complète et la métamorphose incomplète.

- **Conditions optimales de développement**

Les conditions varient énormément mais la plupart des insectes parasites du stockage se développent rapidement entre 25 à 30°C et 65 à 70% d'humidité relative.

14. Reconnaissance des insectes

Lorsqu'on voit quelques insectes dans une denrée alimentaire cela indique généralement la présence d'un grand nombre d'insectes. Le contact ne doit pas être ignoré. Nous donnerons dans ce manuel des détails sur les principaux insectes parasites.

- **Le *Tribolium castaneum***

- **Reconnaissance**

Insecte plat et allongé, 3 à 4mm de long, couleur brune. Les antennes ont les 3 derniers segments bien plus développés. Les yeux sont partiellement divisés en 2 des 2 côtés de la tête avec 3 à 4 parties distinctes à l'extrémité.

Son parent proche le *Tribolium confusum* a des antennes qui s'épaississent graduellement jusqu'à la fin sans former les 3 derniers segments des antennes nettement plus gros que le reste. Les yeux plus nettement divisés en plus de 2 parties distinctes à l'extrémité.

- **Produits attaqués**

Un grand nombre de denrées alimentaires, spécialement les arachides, les gâteaux à base de produits huileux, les céréales et leurs produits transformés.

- **Type de dégâts et importance**

Parasite important de grains de céréales endommagées et de leurs produits transformés. Il manifeste une préférence pour l'embryon des grains de céréales.

- **Habitat et genre de vie**

Jusqu'à 400 œufs sont déposés par la femelle sur une période de plusieurs mois. Les œufs sont déposés au hasard dans la denrée. La pupe a lieu dans la denrée sans

Partie bibliographique

la formation de cocon et les adultes qui émergent peuvent vivre longtemps jusqu'à 18 mois. Les adultes comme les larves se nourrissent.

Le développement de l'œuf à l'adulte se déroule sur une période de 20 jours dans des conditions optimales.

Ce développement peut être influencé par la disponibilité de nourriture et sa période peut être extrêmement allongée en fonction de la nourriture ou des conditions de l'environnement.

Les conditions optimales de développement sont de 35°C entre 20 et 40°C et 70% d'humidité relative entre 10 et 90%

- **Distribution** : partout dans le monde
- **Le *Sitophilus oryzae* et le *Sitophilus granarius***
- **Reconnaissance**

Ce sont 2 espèces pratiquement identiques

Le *Sitophilus oryzae* a 4 tâches claires sur les élytres. Les adultes mesurent 2,5 à 4,5 mm de long. Ils se distinguent des autres insectes par un rostre bien évident et la forme des antennes.

- **Produits attaqués**

Les grains de céréales incluant le riz, surtout quand il est décortiqué ainsi que le maïs, le blé et le sorgho.

Il existe du reste une espèce appelée *Sitophilus zeamais* de par ses attaques sur le maïs. Il est très apparenté au *Sitophilus oryzae*, mais ne se limite guère au maïs.

- **Type de dégâts et importance**

Parasite des grains de céréales causant des creux dans les grains. Les dégâts causés sur les grains de riz peuvent entraîner des pertes de poids de 75% ou plus, là où les pertes sur les grains de maïs sont de l'ordre de 10%. Les dommages sur les autres grains se situent entre 10 et 75% en fonction de la taille des grains.

- **Habitat et genre de vie**

Les adultes évitent généralement la lumière forte, mais sont très actifs quand ils sont secoués. Certains peuvent voler et donc peuvent attaquer les céréales aux champs avant la récolte.

Dans les conditions optimales 100 à 150 œufs sont déposés durant une période de plusieurs semaines, mais la plupart des œufs sont déposés durant une période de plusieurs semaines, mais la plupart des œufs sont déposés en 3 semaines après l'émergence de l'adulte.

Chaque œuf est déposé sur un petit trou créé dans le grain par la femelle. L'œuf est collé au grain par une sécrétion. La larve s'installe dans le grain et se nourrit et éventuellement passe à l'état de pupue.

Quand la métamorphose est complète, l'adulte creuse son chemin et sort laissant un trou net. Les adultes comme les larves se nourrissent et l'adulte peut vivre jusqu'à 5 mois.

Les conditions optimales pour les espèces en zones tropicales sont proches de 20°C (entre 17 et 34°C) et 70% d'humidité relative (entre 45 et 100%).

- **Distribution** : partout dans le monde

- **Le *Rhizopertha dominica***

- **Reconnaissance**

Corps cylindrique d'environ 3mm de long, couleur brune, tête courbée et plus ou moins cachée par le thorax qui est ponctué de creux. Les élytres ont des rangées nettes de creux.

Les antennes ont les 3 derniers segments nettement plus développés. Son parent proche *Prostephanus truncatus* qui était limité dans les Amériques commence à se retrouver dans les différentes zones. Il est signalé au Kenya et dernièrement au Nigéria.

Il a l'extrémité du fémur plus plat que celui du *Rhizopertha dominica*.

- **Produits attaqués**

Grains de céréales. Le développement est possible dans les farines de céréales.

- **Type de dégâts et importance**

Un parasite important des céréales et le plus dangereux du riz paddy. Les dégâts sont irréguliers comparés à ceux de *Sitophilus sp.*

- **Habitat et genre de vie**

Les adultes comme les larves sont voraces. Les adultes vivent longtemps. Les œufs sont déposés sur la surface ou le long des grains de céréales. Jusqu'à 550 œufs sont déposés par femelle sur une période de 3 à 6 semaines

La production journalière d'œufs est très variable, sans un sommet dans cette activité. La larve émerge et trace son chemin dans le grain en mangeant, un peu en suivant une voie hasardeuse.

Contrairement à *Sitophilus spp.*, les larves ont des pattes et peuvent grouiller. Elles se nourrissent activement dans les poussières de grains et attaquent les parties extérieures des grains. Elles sont capables d'attaquer certaines parties de l'enveloppe qui protège le riz paddy et qui sont résistantes au *Sitophilus spp.*

Quand la larve finit son développement, elle se transforme en pupe, généralement à l'extérieur du grain.

- **Distribution** : partout dans le monde

- **Le Trogoderma granarium**

- **Reconnaissance**

Insecte petit, ovale de 1,5 à 3 mm de long. Il est densément couvert de poils. Les élytres couvrent l'abdomen. Les antennes ont l'extrémité nettement plus développée. La larve a des nombreuses touffes de poils.

- **Produits attaqués**

Les arachides, les céréales, les haricots et les épices.

- **Type de dégâts et importance**

Il est considéré comme l'insecte le plus dangereux en zone chaude et sèche. Des lois phytosanitaires strictes ont été introduites dans plusieurs pays pour limiter sa propagation. Sa présence dans les denrées entraîne le refoulement d'une telle marchandise importée dans plusieurs pays dont ceux qui reçoivent des dons.

- **Habitat et genre de vie**

L'adulte a une durée de vie très courte d'environ 14 jours. L'adulte ne se nourrit pas et n'est pas capable de voler. 50 à 80 œufs sont déposés par la femelle. Le développement de l'œuf à l'adulte dure 25 jours dans les conditions optimales.

La larve de *Tropoderma* se déplace et se nourrit librement même en conditions très sèches. Dans des conditions de vie défavorables, les larves se mettent en vie ralentie ou diapause, abandonnent la nourriture et s'immobilisent dans les crevasses ou fissures du magasin.

Elles peuvent rester ainsi cachées sur une période allant jusqu'à 4 à 5 ans, les larves poursuivant leur développement quand la nourriture est disponible et la température favorable.

Dans ces conditions les larves sont plus difficiles à tuer aussi bien avec les insecticides qu'avec les fumigants. Des doses spéciales de produits phytosanitaires sont du reste appliquées lorsque l'on constate la présence de *Tropoderma granarium*.

Les conditions optimales de développement sont de 37°C et 25% d'humidité relative.

- **Distribution**

Ces insectes sont en milieu favorable dans les zones à climat chaud et sec. On les retrouve pratiquement partout mais on les déclare absents dans plusieurs pays africains dont le Kenya, l'Ouganda, l'Afrique Centrale et le Sud de l'Afrique. Avant ces 20 dernières années, les ravages avaient été énormes au Sénégal et au Mali.

- **Le Sitotroga cerealella**

- **Reconnaissance**

Envergure des ailes avant : 5 à 10mm. C'est un petit papillon de couleur jaune brun pâle. Les ailes de l'avant avec 1 ou 2 petits points noirs. Les ailes arrières avec une rangée manifeste de longs poils, extrémités pointues.

- **Produits attaqués**

Riz, sorgho, maïs, orge et blé

- **Type de dégâts et importance**

Un parasite important des grains de céréales, causant des dégâts à l'intérieur des grains semblables à ceux des charançons, mais le trou de sortie a une permanente « porte piège ». La perte quantitative par grain de maïs attaqué est juste au dessus de 10%. Le pourcentage de perte par rapport aux grains plus petits est proportionnel à la taille du grain (riz et blé).

- **Habitat et genre de vie**

Habituellement ils infestent les grains avant la récolte. Dans les magasins c'est un parasite important uniquement sur la couche supérieure des grains en vrac et sur les surfaces des sacs.

La femelle dépose ses œufs sur les grains, la larve perce le grain, s'installe à l'intérieur où elle reste jusqu'à son complet développement. A ce stade elle creuse un tunnel vers la surface laissant une mince couche de l'enveloppe du grain intacte. La puppe se forme quand, l'adulte émerge, il pousse et ouvre la fine couche de l'enveloppe préparée par la femelle, laissant cette « porte piège » sur le grain.

Seules les larves se nourrissent. Les adultes ont une durée de vie courte. Le développement de l'œuf à l'adulte dure environ 5 semaines à 30°C

Les conditions minimales de développement sont 16°C et environ 25% d'humidité relative.

- **Distribution** : partout dans le monde

- **Ephestia cautella**

- **Reconnaissance**

Envergure des ailes 6 à 13 mm. Les ailes sont grises brunes avec des taches sombres. Les larves ont des points colorés sur la cuticule.

- **Produits attaqués**

Les céréales, les oléagineux incluant les arachides et les noix d'huile de palme, le cacao, les épices et les aliments de bétail.

- **Type de dégâts et importance**

Un parasite important causant des dégâts évidents. Il préfère l'embryon des grains de céréales et est ainsi très destructif pour les semences.

- **Habitat et genre de vie**

L'adulte évite la lumière forte et reste dans les zones sombres durant la journée. Il atteint son rythme de vol au coucher du soleil et la nuit, lorsque les écarts de température et d'humidité relative sont importants durant la journée. Les œufs sont déposés sur les denrées, souvent simplement en les laissant tomber entre les fibres des sacs en jute ou librement à la surface des denrées. Les adultes qui ne se nourrissent pas vivent moins de 14 jours et les œufs sont déposés 3 à 4 jours après l'émergence de l'adulte. Le nombre d'œufs va jusqu'à 300 par femelle.

La larve se déplace librement dans la denrée et la contamine par ses toiles et ses déjections. Elle peut ensuite entrer dans une période d'errance durant laquelle un mince fil la suit sur son chemin et un cocon soyeux et éventuellement formé. Beaucoup de larves qui errent à la surface d'un stock peuvent couvrir entièrement la surface des sacs avec des toiles intenses.

Dans les conditions optimales les œufs éclosent en 3 jours. Le développement de l'œuf à l'adulte dure environ 25 jours.

Partie bibliographique

Le développement a lieu entre 15 à 30° C entre 45 et 100% d'humidité relative. Les conditions optimales sont proches de 28° C et 70% d'humidité relative.

- **Distribution** : partout dans le monde
- **Plodia interpunctella**
- **Reconnaissance**

Les ailes avant ont une couleur d'un pale jaune chamois à l'extrémité sur 1/3 de la surface de l'aile ; le reste est rouge brun.

La larve n'a pas de points colorés sur le cuticule.

- **Produits attaqués**

Les grains de céréales et leurs dérivés, les arachides et les fruits secs.

- **Type de dégâts et importance**

Un parasite important dans certaines zones.

Les toiles et les déjections produites dans les denrées infestées causent des dégâts très évidents.

- **Habitat et genre de vie**

Ils sont similaires à ceux de *Ephestia cautella*. La larve se nourrit en premier lieu de l'embryon pendant qu'elle répand un fil soyeux où s'accumulent les déjections et des parties de la denrée.

Le nombre d'œufs est important et va jusqu'à 500. Ce nombre varie selon la source de nourriture durant le stade larvaire.

Le développement de l'œuf se complique par le fait que la durée du stade larvaire est prolongée dans certaines conditions de températures, ou la larve passe par une phase de pré-pupe ou elle se met en vie très ralentie ou diapause.

A ce stade, le métabolisme est très réduit. Les doses normales de pesticides en particulier celles de la fumigation, peuvent se révéler inefficaces.

Les conditions optimales de développement sont 29°C et 75% d'humidité relative. Le développement complet n'est pas possible à des températures inférieures à 10°C.

- **Distribution**

Partout, mais moins abondant qu'*Ephestia cautella* dans la majeure partie de la zone tropicale.

- **Le Callosobruchus maculatus**

- **Reconnaissance**

L'adulte mesure 3 à 4,5 mm de long. Il est généralement gris brun avec 4 taches jaunâtres sur les élytres.

Le fémur caché a une grande et 2 petites dents. Les yeux sont grands et proéminents. Les élytres ne couvrent pas complètement l'abdomen. Les antennes sont en dent de scie.

- **Produits attaqués**

Les haricots principalement.

- **Type de dégâts et importance**

Parasite important. La larve se développe dans la graine causant de sérieux dégâts et des trous caractéristiques sur les haricots.

- **Habitat et genre de vie**

L'infestation commence généralement avant la récolte. Les œufs sont déposés doucement dans les cavités de surface des graines ou le long de la denrée. La jeune larve entre immédiatement dans la graine et le développement jusqu'au stade adulte se déroule à l'intérieur de la graine.

La chambre de pupation est préparée dans une poche proche de la surface extérieure. A ce « stade fenêtré », l'infestation peut être détectée par l'apparence d'une zone circulaire et translucide.

Les adultes vivent peu et ne causent pas eux-mêmes de dégâts aux haricots.

- **Distribution** : dans le monde entier

PARTIE
EXPERIMENTALE

Partie Expérimentale

6. Nécessité du stockage

La nécessité de stocker les produits récoltés est fonction d'un certain nombre de facteurs :

7. La nature du produit : durable ou périssable. Les céréales, produits durables s'ils ont été récoltés dans de bonnes conditions, paraissent particulièrement aptes au stockage.

- ✓ **La variété récoltée:** est une variable essentielle.
- ✓ **La destination du produit :** céréale pour l'alimentation (humaine ou animale), spéculation, semence.
- ✓ **La quantité récoltée :** de ce facteur dépend la part autoconsommée et la part commercialisable.
- ✓ **Sa durée de conservation :** qui dépend fortement des conditions de stockage. Quantité et durée permettent de déterminer la structure nécessaire.

8. La fonction des structures de stockage des céréales est donc multiple

- ✓ Préserver avec le maximum de sécurité contre les dégradations physiques, chimiques et biologiques.
- ✓ Empêcher ou minimiser les attaques de l'insecto faune granivore.
- ✓ Assurer la régularité de l'approvisionnement des familles ou des marchés jusqu'à la prochaine récolte.
- ✓ Apporter une plus-value aux agriculteurs en période de forte demande.

9. Méthode du volume standard poids

Elle repose sur la comparaison avant stockage et après un temps t de stockage du poids sec d'un volume standard de grains. Cela suppose que les principales pertes pondérales se font sans déformation du grain.

Il s'agit donc d'une méthode bien adaptée à la mesure des dégradations internes. Afin d'éliminer l'influence du facteur humidité, il est recommandé de disposer d'une courbe de référence fonctionnelle : poids sec d'un volume de référence V_A humidité pour chaque variété stockée.

Partie Expérimentale

10. Méthode de comptage et de pesée

Elle consiste à tirer un échantillon de 100 à 1000 grains endommagés, dont on compare le poids à celui qu'il aurait eu avec des grains sains.

$$\Delta m \% = \frac{[U_a \cdot N - (U + D)] \times 100}{U_a N}$$

- $\Delta m \%$ = pourcentage de perte pondérale.
- U_a = poids moyen d'un grain sain.
- N = nombre de grains de l'échantillon.
- U = poids de la fraction saine.
- D = poids de la fraction dégradée.

La méthode suppose une certaine uniformité de l'attaque. Elle pose de nombreux problèmes dans le cas où le ravageur a une préférence marquée pour certains types de grains. Par ailleurs, un grain en apparence sain peut avoir subi une infestation cachée. Les pertes sont alors sous-estimées.

10.1. Mode opératoire

L'opérateur réalise une «fiche de relevé d'échantillon» permettant de faire apparaître sélectivement :

- Les dommages causés par les insectes
- Les dommages causés par les moisissures
- La teneur en eau (méthode de l'étuve sur grain moulu ou entier).

10.2. Structures de stockage

Une structure de stockage est une enceinte appropriée dont la finalité est de contenir et préserver les denrées pendant une durée donnée.

Dans le cas des céréales, que le stockage soit paysan ou commercial, quatre structures ont été identifiées :

- Les greniers traditionnels (stockage domestique)
- Les cribs améliorés (à la ferme ou communautaires)
- Les silos (stockages centralisés)

Partie Expérimentale

- Les magasins (stockage commercial, administratif ou privé).

Ces quatre types de structure répondent à des cahiers des charges adaptés en terme de coûts et d'échelle en particulier. A l'intérieur de la structure, les céréales peuvent être conditionnées en sacs ou en vrac.

- **Stockage en sacs**

La conservation est notablement améliorée si le sac en toile de jute est doublé intérieurement par un sac plastique. Les entrepôts doivent être exempts d'infestation et le produit doit être sec. Le tableau I donne les humidités recommandées pour diverses céréales.

Tableau I: humidités recommandées pour diverses céréales.

Céréale	Stockage sur 1 an HR%	Stockage sur 5 ans HR%
Sorgho	13	10 - 11
Maïs	13	10 - 11
Riz	12 - 13	11 - 12

- **Stockage en vrac**

Ce type de stockage exige des contraintes particulières de la structure :

- ✓ Etanchéité
- ✓ Elimination De La Condensation
- ✓ Contraintes De Pression
- ✓ Contrôle De L'atmosphère Et De La Température.

Partie Expérimentale

- **Structures paysannes de stockage**

Depuis longtemps, l'homme sait que les céréales peuvent être stockées durant une longue période, à condition qu'elles soient à l'abri des ravageurs. Des études ont montré que les pertes en cours de stockage dues aux organismes nuisibles, variaient entre 1 et 50 % de la production.

Ces estimations fluctuent fortement en fonction des denrées, du milieu et des techniques de stockage. L'efficacité de celles-ci varie suivant le lieu et les modalités de leur application.

Au Mali, on rencontre plusieurs techniques traditionnelles de stockage villageois. Elles jouent un rôle très important dans la conservation des céréales. Il existe plusieurs types de structures paysannes de stockage suivant les différentes régions économiques du pays : ce sont des greniers qui sont soit en banco (mottes, briques, jarres), soit en bambou ou encore en paille.

- **Grenier à base de terre**

Greniers en mottes de terre Les greniers en mottes de terre sont les plus répandus et on les rencontre partout dans le pays. Ils sont bâtis de la façon suivante.

- **Plate-forme (base du grenier)**

Les greniers quelle que soit leur nature se construisent sur des plates-formes surélevées, destinées à empêcher les remontées d'humidité néfastes pour le grain stocké. De grosses pierres ou de grosses fourches de bois très dur constituent les isolants supportant la plate-forme. Cette plate-forme est ensuite recouverte par des tiges de mil ou de sorgho, par des seceos ou des nattes confectionnées avec des herbes.

Ces plates-formes se présentent sous forme circulaire ou rectangulaire, suivant le type de grenier. Dans certaines zones, on rencontre des plates-formes suffisamment surélevées pour laisser le passage des poules et leur permettre de picorer les termites.

Diverses plantes s'utilisent également lors de la confection de la plate-forme, afin d'empêcher le passage des prédateurs.

Elles sont ensuite recouvertes de banco. Le bénéfîn (*Hyptis specigeror*) s'emploie le plus souvent.

Partie Expérimentale

- **Corps du grenier**

On accorde beaucoup de temps et de soins à la confection du grenier en motte de terre. Un bon mélange d'argile et de paille (de préférence la paille de fonio) est utilisé. Les parois s'élèvent progressivement en empilant les mottes de banco, après séchage de la couche précédente, ce qui permet d'éviter une fissuration.

L'épaisseur de la paroi varie (environ 5 à 10 mm).

Lors de la confection des parois, on insère des plantes dans celles-ci, afin de constituer un escalier d'accès à la partie supérieure du grenier. Une fenêtre, de dimension 0,5 x 1 m, est placée dans la paroi opposée à celle qui est exposée aux pluies.

Dans plusieurs cas, suivant les régions, ces greniers sont compartimentés afin de conserver plusieurs produits en même temps.

La construction de ce type de grenier peut prendre jusqu'à 2 ou 3 semaines.

- **Toiture**

Les greniers en banco sont le plus souvent recouverts d'un toit en paille tressée. En pays dogon, ils ont des toits en terrasse, en bois dur recouvert de banco.

Dans certains cas, ces toits en terrasse sont aussi recouverts d'un toit en paille pour limiter réchauffement du grenier et les dégâts causés par les eaux de pluies. On rencontre également, dans la région nord du pays (Gao), des greniers dont l'ouverture circulaire du sommet se ferme grâce à un plateau de banco ou une pierre plate.

- **Greniers en briques de terre**

Les briques sont confectionnées et séchées au préalable tout comme dans la construction d'une maison.

La plate-forme, le corps du grenier et la toiture ressemblent aux greniers en mottes de terre. Ce type de construction est assez facile. On peut le réaliser en deux jours. C'est une technique qui oblige à un crépissage interne et externe des parois, car les fissures dans les briques peuvent constituer des passages et des refuges pour les ravageurs.

Ces greniers donnent l'impression d'être moins résistants, car les parois se fissurent très facilement ce qui demande un entretien régulier (crépissage annuel de la partie externe du grenier). Leur durée de vie peut aller jusqu'à 10 ans.

Partie Expérimentale

- **Greniers en paille**

Ce sont des greniers de forme cylindrique, de petite taille, dont le corps est constitué d'un ou de plusieurs seceos enroulés.

Les végétaux utilisés pour la confection de ce genre de greniers sont : le Cekela (Cymbopogon Gigantus) où, à défaut, le Waga (Antropogon Giganteus). Le Cekela est une graminée andropogonée particulièrement intéressante pour la construction des seceos et des toitures. Il renferme des essences qui ont la propriété d'éloigner les insectes ravageurs.

Les seceos en cylindre seront entourés de fibres de Dah, de bambou ou de lianes de Zaban.

Dans certains cas, on utilise un second secco entourant le premier, afin de renforcer la résistance du grenier. Surtout lorsque celui-ci représente la seule structure de stockage du milieu. Le corps du grenier se fixe ensuite sur la plate-forme. Ces genres de greniers sont crépis uniquement à l'intérieur.

Le banco est mélangé à de la bouse de vache et à certains enduits, auxquels sont incorporées des plantes possédant des vertus insecticides ou insectifuges.

CONCLUSION

Conclusion

Le stockage est une opération qui consiste à entreposer les produits en un lieu déterminé et pour une période donnée ; Il est important pour de maîtriser les techniques de stockage et de conservation des céréales pour de multiples raisons.

✓ Perspective

- La durée de stockage dépend du taux d'humidité avant et pendant le stockage. En effet plus le taux d'humidité est bas, plus la qualité du stock est bonne.
- Conditionner les produits dans des sacs en polypropylène ou dans des récipients hermétiques pour des petites quantités.
- Eviter de stocker les produits agricoles avec les produits chimiques, notamment les pesticides.
- Taux d'humidité de l'air dans les structures de stockage variant entre 8 et 12% selon les spéculations.
- Respecter l'hygiène dans et autour des lieux de stockage.
- Débarrasser l'intérieur de tous les objets inutiles (sacs vides ...).
- Fermer les trous qui servent de caches aux insectes et aux rongeurs.
- Les sacs remplis ne doivent pas être en contact avec le sol et les murs car disposés sur des palettes.
- Ne pas construire des piles de sacs autour des colonnes ou à l'entrée du magasin.
- Respecter une distance de 50 à 100 cm entre les piles ainsi qu'entre les piles et le mur.
- Construire des piles avec des sacs de mêmes dimensions.
- Les oreilles des sacs sont toujours placées vers l'intérieur pour faciliter la manutention.
- Disposer d'une méthode de lutte contre les insectes et les rongeurs.
- Maintenir une humidité relative convenable par une bonne aération.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- **Afrique verte Burkina Faso. 2004.** Modules de formation sur les techniques de stockage et de conservation des céréales, 1ère édition 2004, 42p.
- **Delobel A., Tran M. 1993.** Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes. Edition Orstom 424 p.
- **F.A.O./DANIDA. 1993.** Séminaire sur les techniques de stockage et de traitement des récoltes. Centre de Recherches F.A.O./DANIDA. sur le stockage des denrées en milieu rural africain, P.M.B. 5320, Ibadan, Nigeria, Ed. F.A.O. 123 p.
- **Genest C., Traoré A. et Bambara P. 1990.** Guide pratique de protection des grains entreposés. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, Direction de la Protection des Végétaux et du Conditionnement, Coopération Canado-Burkinabè, Ouagadougou, 105 pages
- **Gwinner J., Harnisch R. et Mück O. 1991.** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, Ed. G.T.Z. Postach 5180, D-65726 Eschborn, Hamburg, 332p.

