



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Larbi Tébessa –Tébessa



Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

DEPARTEMENT : Biologie des êtres vivants

DOMAINE : Science de la Nature et de la Vie

FILIERE : Sciences Biologiques

SPECIALITE : Ecophysiologie animale

MEMOIRE Présenté en vue de l'obtention de diplôme de MASTER

Thème

Les insectes ravageurs des stocks

Présenté par

HELIMI Rania

FAREH Maroua

Devant le jury :

Dr. TINE.S

M.C.A

Université de Tébessa

Président

Pr. TINE. DJEBBAR.F

M.C.A

Université de Tébessa

Encadreur

Dr.TALEB.S

M.C.A

Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance : 24-06-2020

Année Universitaire : 2019-2020

Remerciements

*Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé
la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir
ce travail*

*Au terme de ce travail nous tenons à remercier tout d'abord notre
Directrice de mémoire **Professeur TINE-DJEBBAR-Fouzia** pour
son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils*

*Nous tenons également à remercier **Dr. TINE Samir**
pour ses orientations mais également pour avoir accepté de présider
notre jury.*

*Nos remerciements s'adressent à **Dr. TALEB Salima**
d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Je profite de l'occasion pour remercier tous mes proches amis (es),
qui m'ont toujours
soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.*

Merci à toutes et à tous.

DEDICACES

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,
l'amour, le respect, la reconnaissance...*

Tous simplement que je dédie ce mémoire de fin d'étude à

*Mes très chers parents (H A et A N) aucune dédicace ne saurait
exprimer l'amour, l'estime,
le dévouement et le respect que j'ai eu pour vous. Rien au monde ne
vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien
être. Merci pour les encouragements
et le soutien dont vous avez fait preuve à mon égard en tout temps et
en toute circonstance.*

*Je mets entre vos mains le fruit de longues années d'études et de longs
jours d'apprentissage. Chaque ligne de ce mémoire, chaque mot et
chaque lettre vous exprime
la reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes parents.*

À mes chers frères (Radoine et Riad) et sœurs (Sarrah et Chaima)

*À mon cher petit neveu, **ABED EL ILLAH***

*A tous mes amis Chaima Zaidi, Roumaissa, Nada, Oula, Mouna ,
Maroua , karima , housseyn ,*

Et surtout Mirou.

Rania

Je dédie ce travail

Aux êtres les plus chers : Mes parents

A mon père,

*Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller
toujours de l'avant et ne*

*Jamais baisser les bras. Pour son enseignement continu à m'inculquer
les vraies valeurs de la vie*

*Et pour ses précieux conseils. J'espère que ce travail sera à la
hauteur de tes attentes et qu'elle*

Soit l'accomplissement de tous tes efforts.

A ma mère,

*Pour son affection, sa patience, sa compréhension, Sa disponibilité,
son écoute permanente et son*

*Soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie. Là où
je suis arrivée aujourd'hui*

*c'est à vous MES CHERS PARENTS que je le dois, que Dieu vous
garde.*

*A mes chers frères et sœurs: IMAD et CHAMS a pour vous exprimer
toute mon affection et ma*

*Tendresse et à mes amies et collègues Ikram et Raouia , Maria et
Meriem à mon binôme Rania.*

*Et finalement à tous mes chères, impossible à compter, impossible à
citer...*

Maroua

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	Page
Remerciements	
Dédicaces	
Listes des figures	
Sommaire	
Résumé	
Abstract	
المخلص	
1. Introduction générale	
Chapitre (I) : Généralités sur le stockage des céréales	
2.1. Pour quoi stocker ?	1
2.2. Mode de stockage	1
2.2.1. Stockage traditionnel	1
a. Stockage souterrain (Matmoura)	1
• Les avantages	2
• Les inconvénients	2
b. Stockage en sac	3
• Les avantages	3
• Les inconvénients	3
c. Stockage en vrac	4
2.2.2. Stockage moderne	5
a. Stockage en silos	5
• Silos métalliques	5

-Les avantages	5
-Les inconvénients	6
• Silos en béton armé	6
-les avantage	6
-les inconvénients	7
Chapitre (II). Matériels et méthodes	
1.1. Description du lieu de collecte	8
2.2. Identification des espèces collectées	9
2.2.1. Tribolium confusum (Duval)	9
a. Répartition géographique	10
b. Habitude alimentaire	10
c. Cycle biologique	10
❖ Ponte et éclosion	10
❖ Développement larvaire	10
❖ Nymphose	11
❖ Emergence adulte	11
2.2.2. Rhyzopertha dominica (Fabricius, 1792)	12
a. Répartition géographique	13
b. Habitude alimentaire	13
c. Cycle biologique	13
❖ Ponte et éclosion	13
❖ Développement larvaire	13
❖ Nymphose	14
2.2.3. Sitophilus granarius (Linnaeus, 1758)	15

a. Répartition géographique	16
b. Habitude alimentaire	16
c. Cycle biologique	16
❖ Pont et éclosion	16
❖ Développement larvaire	16
❖ Nymphose	17
2.2.4. Trogoderma granarium	17
a. Origine et Répartition géographique	18
b. Habitude alimentaire	19
c. Cycle biologique	19
❖ Ponte et éclosion	19
❖ Développement larvaire	19
❖ Adulte	20
2..3. Technique d'élevages au laboratoire	21
Chapitre (III). Les dégâts causés par les insectes	
3.1. Classification des insectes ravageurs	22
• Les ravageurs primaires	22
• Les ravageurs secondaires	22
• Les ravageurs tertiaires	22
3.2. Les dégâts causés par ces ravageurs	23
3.2.1. Les pertes causées par les insectes	23
• Perte de poids	23
• Perte de qualité et de valeur marchande	24
• Formation de moisissures en milieu mal ventilé	24

• Diminution de la faculté de germination des semences	24
• Perte de valeur nutritive	24
3.3. Les mesures de protection contre les insectes ravageurs	24
3.3.1 Méthodes de culture	24
a. Le choix des variétés	25
b. L'époque de la récolte	25
c. 3.3.2. Méthodes stockage	25
a. La sélection du site	25
b. La sélection du produit	25
c. L'hygiène	26
d. Le séchage	27
e. La régulation de la température	28
Conclusion	
Références bibliographiques	

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
Figure 1	Vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura) pour le stockage de céréale	2
Figure 2	Stockages de blé en sac (CCLS de Tebessa) (photo personnelle)	3
Figure 3	Stockage en vrac (courte durée) (photo personnelle)	4
Figure 4	Silos métallique (CCLS de Tebessa) (photo personnelle)	5
Figure 5	Silos en beton (CCLS El Aouinet-Tebessa) (photo personnelle)	7
Figure 6	Lieu de collecte	8
Figure 7	Coopérative des céréales et légumes secs (complexe el aouinet) (photopersonnelle)	8
Figure 8	Tribolium confusum (Duval) (photo personnelle)	9
Figure 9	Cycle biologique de T.Confusum (Duval) Ahmady etal.(2017)	11
Figure 10	Rhyzopertha dominica (Fabricius, 1792)	12
Figure 11	Différents stades de développement de Rhyzoperthadominica	14
Figure 12	Sitophilus granarius (Linnaeus, 1758)	15
Figure 13	Différents stades de développement de Sitophilus granarius (Linnaeus,1758)	17
Figure 14	Trogoderma granarium (Everts,1898)	18
Figure 15	Différents stades de développement de Trogoderma granarium (Everts, 1898)	20
Figure 16	Tri des espèces (photo personnelle)	21
Figure 17	Des bocaux d'élevage (photo personnelle)	21
Figure 18	Les dégâts causés par les ravageurs de stocks (photo personnelle)	23
Figure 19	Les palettes (Inge de Groot, 2004)	26
Figure 20	Modèles d'empilement des sacs sur la palette (Inge de Groot.,2004)	27

Résumé

Le bon stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum la qualité des grains et des graines. Parmi les principaux dangers biologiques qui menacent la qualité des grains stockés, l'infestation des stocks par les insectes est le plus préoccupant, Ces insectes peuvent causer la perte totale d'un stock. Certaines conditions physiques notamment la teneur en eau, l'humidité relative et la température peut entraîner les pertes qualitatives par la dégradation de la qualité des denrées stocker, Les industries des céréales sont devenues beaucoup plus exigeantes sur les critères de qualité et sécurité sanitaires, ainsi que sur la déclaration des traitements de préservation des grains stockés. L'usage d'insecticides est devenu impossible pour certaines filières. Ces nouvelles exigences imposent l'application de certaines méthodes de protection des denrées plus douces, respectueuses de la santé humaine et de l'environnement un bon stockage combinées à une bonne hygiène, à un séchage adéquat et à une régulation de température et à toutes les autres mesures de sécurité peut prévenir efficacement les pertes au stockage.

Abstract

Good storage and good conservation in order to preserve as much as possible the original quality of the grains and seeds. Many losses are still observed both at the village level among producers and at the central level in stores. Among the main biological hazards that threaten the sanitary quality of stored grain, the infestation of stocks by insects is of most concern. These insects can cause the total loss of a stock. Certain physical conditions, in particular the watercontent, the relative humidity, the temperature, can lead to qualitative losses through the deterioration of the quality of the foodstuffs stored. The cereal industries have become much more demanding on quality and health safety criteria, as well as the declaration of preservation treatments for stored grain. The use of insecticides has become impossible for certain sectors. These new requirements impose the application of certain methods of protecting sweeter foodstuffs, respectful of human health and the environment, good storage combined with good hygiene, adequate drying and temperature regulation and all other security measures can effectively prevent storage losses

المخلص

التخزين الجيد والحفظ الجيد يكون من أجل الحفاظ على الجودة الأصلية للحبوب والبذور قدر الإمكان. لا تزال خسائر كثيرة ملحوظة على مستوى القرى بين المنتجين وعلى المستوى المركزي في المتاجر. حيث ان من بين الأخطار البيولوجية الرئيسية التي تهدد الجودة الصحية للحبوب المخزنة تفشي الحشرات وهو الامر الأكثر إثارة للقلق، حيث يمكن أن تتسبب هذه الحشرات في فقد كامل للمخزون. يمكن أن تؤدي بعض الظروف الفيزيائية ، ولا سيما المحتوى المائي ، والرطوبة النسبية ، ودرجة الحرارة ، إلى خسائر نوعية من خلال تدهور جودة المواد الغذائية المخزنة. وأصبحت صناعات الحبوب أكثر طلبًا على معايير الجودة والسلامة الصحية و تقرير معالجات حفظ الحبوب المخزنة. أصبح استخدام المبيدات الحشرية مستحيلًا بالنسبة لقطاعات معينة. تفرض هذه المتطلبات الجديدة تطبيق طرق معينة لحماية المواد الغذائية الأكثر امانا، تحترم صحة الإنسان والبيئة، التخزين جيد إلى جانب النظافة الجيدة، والتجفيف المناسب وتنظيم درجة الحرارة وجميع الإجراءات الأمنية الأخرى يمكن ان تمنع فقد المخزون.

I. Introduction

Les céréales représentent une ressource alimentaire importante aussi bien pour l'homme et le bétail. Elles tiennent la première place quant à l'occupation des surfaces agricoles, dont 70% de ces terres mondiales sont emblavées en céréales (**Riley *et al.*, 2009**).

Les dernières estimations publiées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) indiquent que les disponibilités mondiales de céréales sont satisfaites malgré les répercussions du "Covid -19", car le taux de la production mondiale de céréales a atteint 65,3 millions de tonnes (2,5 pour cent), et cette dernière devrait augmenter à 762,6 millions de tonnes en 2020, soit le niveau le plus élevé jamais enregistré (**FAO2019-2020**).

En Algérie, les produits céréaliers occupent également une place stratégique dans le système alimentaire (**Doukani *et al.*, 2013**) et dans l'économie nationale (**Djermoun, 2009**). Cependant, la production de cette culture est saisonnière, n'est récoltée qu'une seule fois par an. Pour garantir la sécurité alimentaire nationale en matière de céréales, les récoltes doivent être stockées dans des entrepôts durant des périodes variables, allant de quelques jours à plus d'un an (Proctor, 1994). De ce fait, le stockage est un 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**).

Malheureusement, au cours du stockage, les céréales subissent des altérations diverses, d'ordre abiotique, biotique, et biologique (**Caid *et al.*, 2008**). Les insectes sont les principaux agents biologiques responsables des pertes de ces denrées, dont les dégâts peuvent atteindre jusqu'à 10% à l'échelle mondiale (**De Carvalho *et al.*, 2013**), et plus de 50% dans les pays en voie de développement (**Brader *et al.*, 2002**).

Le présent document est divisé en trois chapitres. Le premier s'intéresse aux différents modes de stockage, le deuxième concerne la présentation de la région d'étude et les principaux ravageurs de denrées stockées. Tandis que la classification de ces ravageurs et les dégâts causés par ces derniers sont rassemblés dans le troisième chapitre.

1.1. Pour quoi 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 atteint 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.

1.2. 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 y aura un début d'altération des protéines et la destruction des enzymes nécessaires pour la panification (**Daufin, 1989**).

1.2.1. Stockage traditionnel

a. Stockage souterrain (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 où 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 (Fig. 1). La capacité de ces lieux de stockage est variable elle est de l'ordre de quelque mètres cubes, c'est une technique archaïque peut être encore utilisée dans certaines régions isolées (**Doumaïndji et al., 1989**).

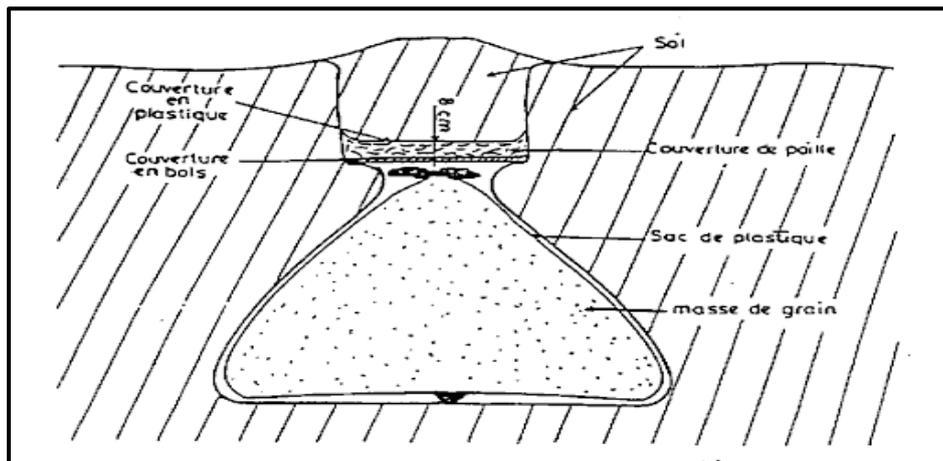


Figure 1. Vue en coupe d'un silo souterrain (matmoura) pour le stockage des céréales (E.Bartali)

Les avantages

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'aire qui réduit les échanges gazeux avec l'extérieur.

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 & Baislambert, 1982**).

b. Stockage en sac

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute ou en polypropylène pour les semences (Fig.2). 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 (hangar et magasins) devient nécessaire (Doumaindji *et al.*, 1989).



Figure 2. Stockage de blé en sac (CCLS de Tébessa) (photo personnelle)

Les avantages

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

Les inconvénients

D'après Cryz *et al.* (1988), les majeurs inconvénients sont :

- La faible isolation des sacs contre l'humidité, la température, et les différents déprédateurs (insectes, oiseaux, rongeurs.) ;
- La nécessité d'une main d'œuvre importante qui augmente le coût de cette opération
- Opération de chargement et déchargement difficile.

a. Stockage en vrac

Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique (Fig. 3). 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 (Doumaindji *et al.*, 2003).



Figure 3. Stockage en vrac (courte durée) (photo personnelle)

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

1.2.2. Stockage moderne

a. Stockage en silos

Le terme de « silos » désigne des installations de grande capacité composé de structures en béton armé (en batterie) destinées à un stockage de quantité. Ces silos sont toujours équipés des installations nécessaires pour la pesée la manutention, le nettoyage, le séchage, la ventilation et la supervision, ce qui permet la gestion de grandes quantités des grains par des équipes très réduites.

➤ Silos métalliques

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



Figure 4. Silos métallique (CCLS de Tébessa) (photo personnelle)

Les avantages

- Montage souvent facile et rapide.
- Construction légère ce qui permet d'implanter un silo sur des sols de mauvaise portance.
- Construction moins coûteuse.

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 défectueux 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 **Cryz et al. (1988)**,

➤ Silos en béton armé

La plupart des silos de grande capacité en Algérie, sont construits en béton armé. Le béton armé présente des caractéristiques très intéressantes pour la construction d'installation de stockage (**LERIN, 1986**). C'est un matériau durable n'exigeant, ni revêtement, ni entretien donc pouvant être amorti sur une longue période. Il permet des constructions de grande hauteur, si avec les cellules métalliques les hauteurs sont couramment limitées à une vingtaine de mètres, 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).



Figure 5. Silos en béton CCLS–Tébessa (complexe El-Laouinet (photo personnelle))

Le béton armé présente toutefois quelques inconvénients :

- 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 (**Cryz *et al.*, 1988**).

2.1. Description du lieu de collecte

El Aouinet : est une commune située à environ 60 km au Nord de La wilaya de Tébessa. Elle est délimitée :

- Au Nord, par la wilaya de Souk ahras
- A l'Est, par la commune d'Ouenza
- A l'Ouest, par la wilaya d'Oum el bouaghi
- Au Sud, par la commune de Morsot

Sur le plan économique la commune d'El aouinet comporte notamment un complexe de stockage de blé parmi Les plus grands complexes dans l'Algérie et dans l'est précisément, qui collecte les produits céréaliers (blé dur, blé tendre, et orge ...) de la wilaya de Tébessa et les autres communes Cheria, Negrine .

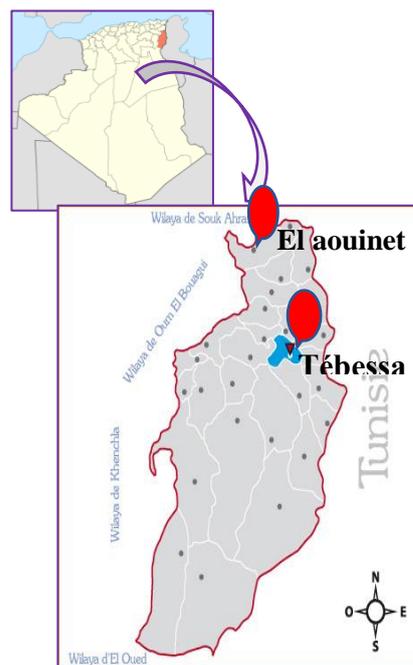


Figure 6 : Lieu de collecte

Cette Coopérative de céréales et de légumes secs (CCLS) a une capacité de stockage atteignant 1.250.000 qx de produits céréaliers repartis sur cinq batteries, chacune contient neuf silos avec une capacité de stockage de 25.000 qx et 18 intercalaires d'une capacité de stockage de 7000 qx.



Figure 7 : Coopérative de céréales et légumes secs (complexe El Aouinet) (Photo personnelle).

2.2. Identification des espèces collectées

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 est indispensable d'identifier les espèces présentes avant d'intervenir.

2.2.1. *Tribolium confusum* (Duval)

Une vraie confusion règne sur son identité, d'où son nom latin. C'est un insecte ravageur très commun. Il peut facilement être confondu avec le tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum*). La distinction des deux espèces est basée sur la forme des antennes. Cette espèce est de couleur plus foncée et de taille un peu supérieure à celle de *T. castaneum*, Elle se rencontre sur les mêmes denrées que *T. castaneum* et cause les mêmes dégâts. *T. confusum* a des ailes bien développées, mais vole rarement. Sa taille est de 3-4 mm de longueur chez l'adulte et de 6 mm chez la larve).

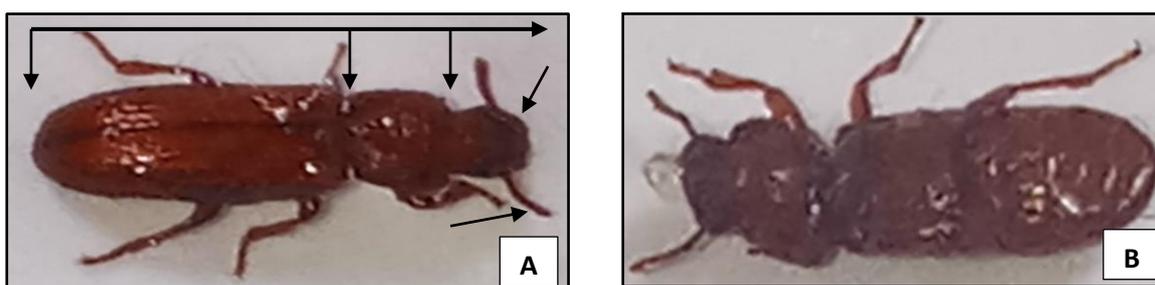


Figure 8 : *Tribolium confusum* (Duval) (photo personnelle)

A : Face dorsale

B : Face ventral

La position systématique de cette espèce est la suivante :

Règne : Animale

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

S/Ordre : Polyphaga

Famille : Tenebrionidae

Genre : Tribolium

Espèce : *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1861

Nom français : ***Tribolium brun de la farine***

Nom anglais : ***Confused Flour Beetle***

a. Répartition géographique

Tribolium confusum est une espèce cosmopolite (**Balachowsky & Mensil, 1936**), bien qu'elle est d'origine strictement africaine, cette espèce a été transportée par l'homme avec des produits alimentaires et se rencontre maintenant dans le monde entier par suite de sa résistance plus grande aux baisses températures, cette espèce se rencontre à des latitudes plus septentrionales que d'autres espèces du même genre (**Jurgen et al., 1981**). Elle est nuisible aussi bien à l'état adulte qu'à l'état larvaire (**Lepiger, 1966**).

b. Habitude alimentaire

C'est un ravageur pour une grande variété de produits alimentaires sous forme de farine (blé, riz, seigle, maïs, orge, avoine, haricots et des noix diverses...etc.) (**Jurgen et al., 1981**). Il ne peut pas manger le grain entier, mais peut se nourrir des grains cassés qui sont généralement présents à proximité.

c. Cycle biologique

❖ Ponte et éclosion

Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des imagos et dure de 3 à 15 minutes. Chez *Tribolium confusum* (Duv.) l'échelonnement des pontes est conditionné par plusieurs copulations. Les œufs sont pondus en vrac sur les marchandises et ils sont difficiles à déceler. Au cours de sa vie, la femelle pond entre 500 et 1000 œufs (**Steffan in Scotti, 1978**). L'œuf est oblong et blanchâtre, presque transparent avec une surface lisse recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée, il mesure en moyenne 0,6 x 0,3 mm (**Lepesme, 1944**).

❖ Développement larvaire

L'éclosion de l'œuf donne naissance à une larve de couleur blanche et de petite taille ne dépassant pas 1,4 mm. Cette dernière passe par plusieurs stades dont le nombre varie de 5 à 12 selon la température, l'humidité relative et la qualité de l'alimentation. La larve du dernier stade est cylindrique mesure environ 7mm de long et 0,8mm de large, sa couleur est jaune pâle. Son corps presque glabre, se termine par deux paires urogomphes, elle circule librement dans la denrée infestée où elle se nymphose (**Lepesme, 1944**).

❖ Nymphose

La nymphe est blanche et nue, les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés. La nymphe reste sans protection et est incapable de se déplacer jusqu'à l'apparition de l'imago (**Balachowsky, 1936**)

❖ Emergence adulte

L'imago est d'un blanc jaunâtre, son tégument se sclérotinise et se pigmente 2 à 3 jours après son émergence. La couleur devient brun rouge, sa taille atteint 3 à 4 mm. Ces élytres allongés, parallèles et arrondis à l'extrémité postérieure, portent des lignes régulières de ponctuation séparée par des cotés très fins. Les pattes sont courbées, les tarses postérieurs sont formés de quatre articles (**Lepesme, 1944**). L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose à 32,5°C et une humidité relative de 70 % (**Steffan in Scotti, 1978**).

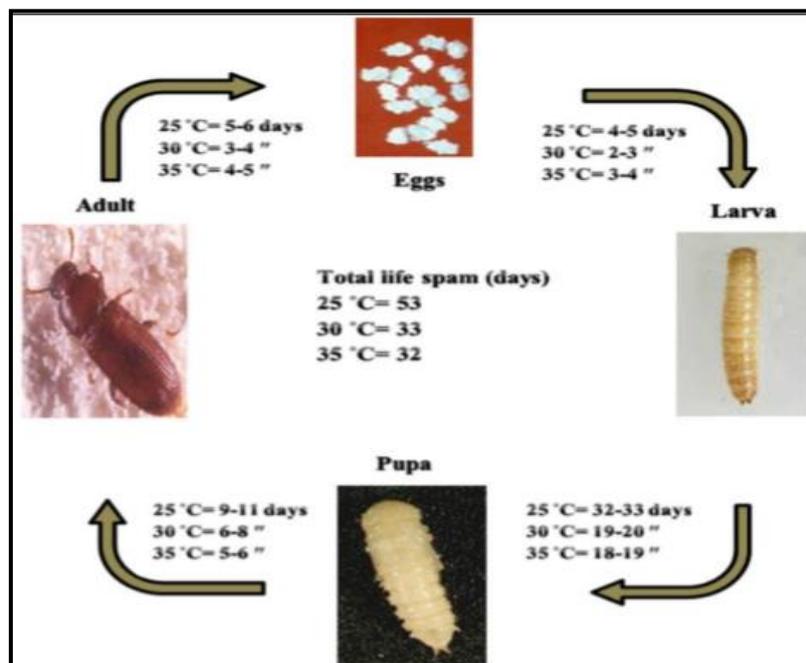


Figure 9. Cycle biologique de *T. confusum* (Duval.)
Ahmady *et al.* (2017).

2.2.2. *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792)

Le capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*) est une espèce d'insectes coléoptères cosmopolite de la famille des Bostrichidae. Il appartient au genre monotypique *Rhyzopertha*. *Rhyzopertha dominica* (F.) constitue le principal ravageur de plusieurs grains stockés (Toews *et al.*, 2000 ; Arthur *et al.*, 2007, Waongo *et al.*, 2013). L'adulte est de couleur brun plus ou moins rougeâtre. C'est la plus petite des espèces de Bostrichidae, c'est un insecte de petite taille de 2,5 à 2,8 mm de longueur, le dernier segment abdominal est généralement de coloration plus pâle que le reste de l'abdomen. Chez le mâle, on peut observer une ligne transversale de points enfoncés au milieu de ce même segment. La tête est cachée sous le prothorax légèrement noueux et percé.



Figure 10 : *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792)

(Photo personnelle)

La position systématique de cette espèce est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropodes

Sous Embranchement : Antennates

Classe : Insectes

Sous Classe : Ptérygotes

Ordre : Coléoptères

Sous Ordre : Polyphaga

Famille : Bostrychidae

Genre : Rhyzopertha

Espèce : *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792)

a. Répartition géographique

Le capucin est vrai semblablement originaire d'Asie du sud, il est actuellement répandu dans l'ensemble des zones tropicales subtropicales et tempérées chaudes, il est devenu, en raison de sa tolérance à de nombreux insecticides (Delobel & Tran, 1978).

b. Habitude alimentaire

On le trouve principalement dans le blé et le maïs stocké. Il peut aussi infester le tabac, les noix, les fèves, les graines d'oiseaux, les biscuits, le manioc, les fèves de cacao, les fruits secs, les cacahouètes, les épices, les appâts rodenticides et la viande et le poisson séchés. Les adultes consomment par semaine une quantité de blé d'environ 5 à 6 fois supérieur à leur poids. Ils causent des pertes huit fois plus supérieures à celles des larves qui s'alimentent de la farine formée par les adultes (Delobel & Tranc, 1993).

c. Cycle biologique

❖ Ponte et éclosion

Les femelles s'accouplent plusieurs fois au cours de leur vie et elles pondent en condition favorables de 300 à 400 œufs environ (Fleuraat, 1982). Les œufs sont piriformes, de couleur blanc et rose. Ils peuvent atteindre 0,6 mm de longueur sur 0,2 mm de largeur (Thomson, 1966). Les œufs mettent de 5 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, 1982).

❖ Développement larvaire

Après éclosion, les larves s'introduisent dans les grains en creusant des tunnels aux alentours du genre et continuent leur développement à l'intérieur (Thomson, 1966). Dans certains cas les larves sont capables de se nourrir et de se développer librement entre les grains. Le nombre de mue varie de 2 à 4 à une température de 29°C et de 70 à 80% d'humidité relative. Thomson (1966) a estimé la durée de développement des différents stades larvaires à 17 jours

Et les stades pré nymphe et nymphe à 7 jours à 29°C et 70% d'humidité relative, la durée de cycle est en moyenne de 38 jours, par ailleurs, la durée de développement sur le blé à 14% de teneur en eau du grain et 30°C varie de 30 à 40 jours et de 58 jours à 26°C (Potter, 1935). Au cours de son développement, la larve passe par 4 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 (3) derniers stades sont apodes (Rhynchophorien) (**Balachowsky, 1962**). Le changement d'aspect intervient progressivement après la 2ème mue, le corps s'incurve, le thorax s'élargit, et les soies deviennent courtes. Au 4ème stade, elle est très active avec une forme allongée et des pattes plus robustes terminées par des grilles. A la fin du développement, la taille de la larve atteint celle d'un adulte de 2,5 à 3 mm de longueur (**Balachowsky, 1962**). Les larves de ces insectes ont un régime « Clétrophage » exclusivement car elles vivent dans les grains (**Balachowsky, 1962**).

❖ Nymphe

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 5 à 8 jours plus tard et se reproduisent aussitôt. Le cycle de développement complet peut durer entre 27 à 183 jours à une température de 35°C et de 21°C respectivement (**Fleuraat, 1982**).

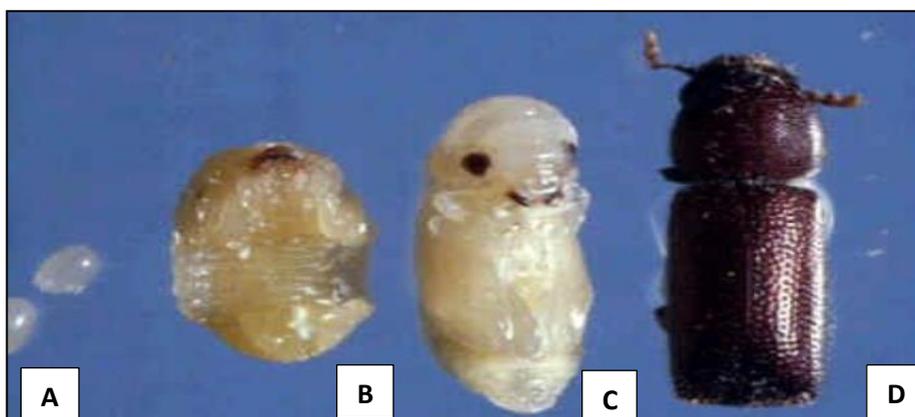


Figure 11 : Différents stades de développement de *Rhyzopertha dominica*

A : œuf B : larve C : nymphe D : adulte

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

2.2.3. *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758)

Bien que semblable au charançon du riz, le charançon des grains est habituellement un peu plus gros, et ses élytres sont dépourvues de taches claires. Il est incapable de voler, à cause du manque de puissance de ses ailes. Son développement à l'intérieur du grain est analogue à celui du charançon du riz, quoiqu'un peu plus lent. De couleur marron foncé à noir. Il mesure environ 2,5 - 5 mm de long. Il a une pièce buccale longue et mince. Au stade larvaire, les charançons sont apodes, ont une bosse, sont blancs à blanc crème, avec une petite tête brune.



Figure 12 : *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (GX 45)
A : face dorsale B : face ventrale
(Abir & Amira, 2019)

La position systématique de cette espèce est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropodes

Sous Embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous Classe : Ptérygota

Ordre : Coléoptères

Sous ordre : Polyphaga

Famille : Curculionidae

Sous Famille : Dryphtorinae

Genre : *Sitophilus*

Espèce : *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758)

Nom français : charançon de blé

a. Répartition géographique

Sitophilus granarius a une aire de répartition quasi-cosmopolite. C'est une espèce adaptée aux climats tempérés et présente dans tous les pays tempérés. Elle est plus rare dans les pays tropicaux, où on la trouve dans les régions des hauts plateaux à climat plus frais. Ce charançon peut néanmoins causer des dégâts dans les stocks de céréales dans les pays chauds (Thomson, 1966).

b. Habitude alimentaire

Il passe la majorité de sa vie dans le noyau du grain. Les larves et les adultes se nourrissent de grain. Ils attaquent la plupart des cultures céréalières, notamment le blé, l'orge, l'avoine et le seigle (Navarro & Noyes, 2001).

c. Cycle biologique

Le charançon du blé ne peut se reproduire que dans un grain dont le taux d'humidité est supérieur à 9,5 %. Sur une plage de températures allant de 13 à 35°C (Thomson, 1966). Le développement complet se fait entre 25 à 35 jours dans des conditions optimales lorsque la température du grain 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).

❖ Ponte et éclosion

La femelle pond environ 200 œufs, à une vitesse de 2 ou 3 par jour. En fonction de la température et de l'humidité, en plaçant chacun d'eux dans un petit trou creusé dans le grain et en scellant celui-ci avec un bouchon de salive mucilagineux à 18-20°C, les œufs éclosent après 8 à 11 jours pour donner naissance à de petites larves blanches (Potter, 1935).

❖ Développement larvaire

Dès qu'elle apparaît, la larve creuse au travers du grain une galerie qu'elle va élargir au fur et à mesure de sa croissance (Bekon & Fleurat, 1989). Dépourvues de pattes avec une longueur de 2,5 à 3 mm, de couleur blanche, les larves se nourrissent de l'albumen et achèvent leur croissance à l'intérieur du grain (Potter, 1935). Une seule larve se développe parmi les petites graines comme celles de blé et du riz, mais des graines plus grosses comme

celles du maïs supportant le développement de plusieurs spécimens. Les larves ne vivent jamais à l'air libre et se développent entièrement à l'intérieur du grain, elles muent quatre fois (**Lepesme, 1944**).

❖ Nymphose

La larve finalement se transforme en nymphe au sein des graines, après 6 à 8 semaines. Les adultes émergent après 5 à 16 jours supplémentaires et vivent environ 9 mois. Ils percent des trous sur le côté des grains pour en sortir (**Lepesme, 1944**). S'ils sont dérangés, ils feignent la mort en repliant leurs pattes sur leur corps et en restant dans cette position. A une température de 15°C et avec un taux d'humidité du grain égal à 11,3%, le cycle de vie complet s'étend sur six mois (**Potter, 193**).



Figure 13 : Différents stades de développement de *Sitophilus granarius*
(**Linnaeus, 1758**)

2.2.4. *Trogoderma granarium* (Everts, 1898)

Le dermeste des grains est considéré comme le ravageur le plus destructeur de céréales stockées et de produits céréaliers au monde. Si rien n'est fait, il peut recouvrir complètement la surface des céréales stockées. Cela donne l'impression de ne plus voir que les larves y ramper.

Le mâle de cette espèce mesure environ 2 mm de long et la femelle est légèrement plus grande (jusqu'à 3 mm). Marron foncé avec des taches sur l'aile jaune-brun à rouge-brun. Il est également couvert de poils fins qui peuvent attraper la poussière, ce qui lui donne un aspect sale. (**CRUZ & all, 1988**)



Figure 14: *Trogoderma granarium* (Everts, 1898)

Adulte : http://gezoor11.blogspot.com/2017/07/blog-post_5.html

La position systématique de cette espèce est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille : Dermestidadae

Sous famille : Anthreninae

Genre : Trogoderma

Espèce : *Trogoderma granarium* (Everts, 1898)

a. Origine et répartition géographique

Le trogoderne provient de l'Inde, mais s'est établi dans de nombreux pays tropicaux et subtropicaux. Sa présence a également été signalée dans beaucoup de pays d'Afrique et d'Asie ainsi que dans certaines parties de l'Europe et de l'Amérique du Sud. En Amérique du Nord, on a détecté la présence du trogoderne dans quelques États américains, mais le ravageur a

Ensuite été éradiqué. Même si le trogodermite ne s'est pas établi au Canada, plusieurs spécimens de cette espèce ont été interceptés aux frontières canadiennes dans des produits importés. (CRUZ & all, 1988)

b. Habitude

Il est généralement présent dans différents produits secs entreposés, essentiellement d'origine végétale. Ses principaux hôtes sont les céréales, le blé noir, les produits céréaliers, les légumineuses, la luzerne, différentes graines de légumes, les plantes herbacées, les épices et divers fruits à coque. Il peut effectuer avec succès son cycle biologique complet dans le coprah, les fruits secs et différentes gommes, ainsi qu'un très grand nombre de produits séchés différents d'origine entièrement ou partiellement animale tels que le lait en poudre, les peaux, les aliments pour chien séchés, le sang séché, les insectes morts et les carcasses animales séchées. Il est également considéré comme sale car il casse ou effrite plus de grains qu'il n'en consomme. Il contamine également le grain avec les dépouilles larvaires et les soies. (CRUZ & all, 1988)

c. Cycle biologique

Le cycle biologique dure environ 220 jours à 21°C, 39-45 jours à 30°C et 75% d'humidité relative (HR) et 26 jours à 35°C.

❖ Ponte et éclosion

Si les conditions sont optimales, la femelle pond en moyenne 50-90 œufs, sans rapport avec le substrat. Les œufs éclosent en 3-14 jours. L'insecte peut pondre des œufs suite à un seul accouplement, mais un deuxième accouplement augmente le nombre total d'œufs pondus.

❖ Développement larvaire

Dans la zone où *T. granarium* est indigène, où les températures moyennes sont toujours supérieures à 25°C, la larve passe rapidement au stade nymphal, par exemple en 15 à 35°C. Les larves résistent au froid et peuvent survivre à des températures inférieures à -8°C. La diapause a souvent lieu à une température constante inférieure à 30°C. Les larves peuvent muer pendant la diapause, autrement elles sont relativement inactives et se nourrissent rarement, elles ont tendance à se réfugier dans des fissures des murs des

Bâtiments. Une larve peut demeurer plusieurs années dans cet état, mais un nouvel arrivage de nourriture, en particulier sous climat chaud, peut stimuler le développement et la nymphose.

La quantité et l'état de la nourriture présente affecte la vitesse de développement, mais les larves peuvent survivre de longues périodes (au moins 13 mois) sans nourriture. Une période sans alimentation entre un et trois mois n'affecte pas le taux de nymphose des larves dormantes. (CRUZ & all, 1988)

❖ Adulte

Les adultes ont la vie courte, ils ne volent pas et se nourrissent très peu, parfois même pas du tout.

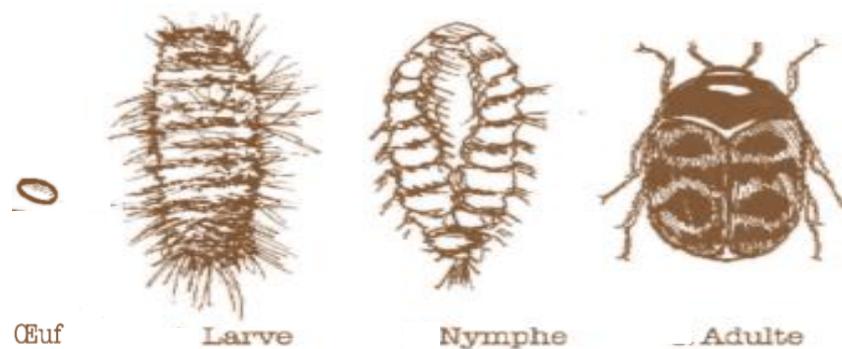


Figure 15 : Différents stades de développement de *Trogoderma granarium* (Everts 1898).

<https://books.google.dz/books?id=38e8DwAAQBAJ&pg=PA44&lpg=PA44&dq=la+nymphose>

2.3. Techniques d'élevage au laboratoire

L'élevage en masse est prélevé de la coopérative des céréales et des légumes secs d'El Aouinet -Tébessa. Les insectes sont ramenés au laboratoire Eau et Environnement (Université Larbi Tébessi), où ils ont subi un tamisage à l'aide d'un tamis à mailles de dimensions 2mm pour la sélection d'espèces ciblées. Les individus sélectionnés sont déposés séparément dans des bocaux en verre dont chacun contient des grains de blé dur sains non infesté ou traité, utilisés comme substrat alimentaire.



Figure 16 : Tri des espèces
(photo personnelle)



Figure 17 : Des bocaux d'élevage (photo personnelle)

3.1. Classification des insectes ravageurs

Les grains et graines subissent des multiples agressions de la part des insectes lors du stockage et de la conservation (Canbell & Sinha, 1976). Les insectes des denrées stockées sont classiquement répartis en trois catégories : espèces primaires, secondaires et tertiaires (Inge de Groot, 2004).

❖ Ravageurs primaires

Les insectes qui sont considérés comme des ravageurs primaires des denrées entreposées endommagent le grain entreposé en s'en nourrissant directement à une étape ou une autre de leur cycle vital. Ils attaquent les grains intacts et stables (le grain sain entier est stable lorsque sa température et sa teneur en eau sont inférieures aux seuils requis pour la germination). Les ravageurs primaires se développent et se reproduisent souvent très rapidement lorsque les conditions sont optimales. Leurs populations peuvent donc atteindre des densités très élevées et causer des dommages considérables en l'espace de seulement quelques mois. De nombreuses espèces de coléoptères qui infestent le grain entreposé se nourrissent à l'intérieur des grains à l'état larvaire. C'est le cas, notamment, du *Sitophilus granarius* et *Rhyzopertha dominica* (Inge de Groot, 2004)

❖ Ravageurs secondaires

Les ravageurs secondaires se nourrissent généralement sur le grain endommagé ou avarié n'attaquent pas les graines saines et intactes comme *Tribolium confusum*, *Trogoderma granarium* et *Oryzaephilus Surinamensis*

❖ Ravageurs tertiaires

Les insectes appelés **ravageurs tertiaires** se nourrissent de graines cassées, de poussières de graines et de la poudre laissée par les groupes précédents (Inge de Groot, 2004).

N.B - Les insectes ravageurs primaires sont les plus dangereux. Ils endommagent les graines intactes, ce qui permet aux larves de se développer à l'intérieur des graines. Ils permettent également l'infestation du stock par les ravageurs secondaires et tertiaires pour qui les graines endommagées sont une source de nourriture.

- Un produit stocké contenant de nombreuses graines cassées attire les insectes ravageurs secondaires et tertiaires (**Inge de Groot, 2004**).

3.2. Les dégâts causés par les ravageurs

Pour rester en vie, les insectes ont besoin de nourriture, d'air et d'eau. Les céréales stockées fournissent très souvent un endroit idéal pour le séjour et le développement des insectes car la nourriture, l'air et l'eau s'y trouvent en quantités suffisantes (**Inge de Groot, 2004**). Ces insectes peuvent causer la perte totale d'un stock (**Ngamo & Hance, 2007**).

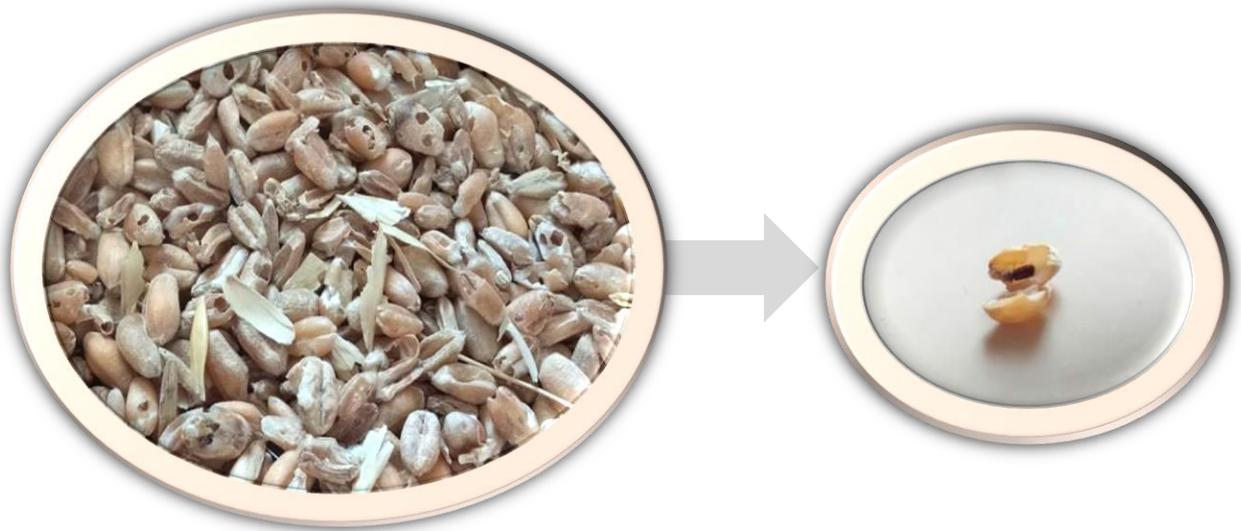


Figure 18 : Les dégâts causés par les ravageurs de stocks (photo personnelles)

3.2.1. Les pertes causées par les insectes

❖ 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 (**FAO, 2014**).

❖ 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.

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 (FAO, 2014).

❖ 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.

❖ 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 (FAO, 2014).

❖ Perte de valeur nutritive

Si les ravageurs prélèvent le germe, il en résultera une réduction de la teneur en protéines du grain (FAO, 2014).

3.3. Les mesures de protection contre les insectes ravageurs

3.3.1. Méthodes de culture

On peut dire qu'en général, un paysan peut limiter la présence de ravageurs dans ses produits en choisissant soigneusement des variétés résistantes, en plantant ou semant et en récoltant à la bonne saison, en traitant adéquatement le produit avant le stockage, en plaçant l'entrepôt à un endroit favorable et en le maintenant très propre. (Inge de Groot, 2004).

a. Le choix des variétés

Le paysan peut tenir compte de la sensibilité du produit aux ravageurs du stockage dès qu'il choisit ses variétés de semences. L'expérience peut lui apprendre à sélectionner les variétés résistantes (**Inge de Groot,2004**).

b. L'époque de la récolte

Les produits doivent être récoltés au plus vite afin d'éviter l'infestation des céréales dans les champs. L'inconvénient des variétés à haut rendement et à maturation précoce est que l'époque de la récolte tombe pendant la période humide, ce qui pose de nouveaux problèmes de stockage (**Inge de Groot,2004**).

3.3.2. Méthodes de stockage

a. La sélection du site

Le choix d'un bon site pour le stockage du grain est très important. Les magasins à grain doivent être construits sur un sol bien drainé pour éviter que le bâtiment ou conteneur ne soit inondé par les eaux souterraines lors des grandes pluies ou prenne trop l'humidité du sol.

Le local de stockage doit être situé aussi loin que possible des champs de céréales. Cela contribue à protéger le grain contre les insectes qui font le va-et-vient entre les champs et la zone de stockage. Le magasin ne doit pas être construit à proximité d'endroits où sont gardés des animaux. Certains insectes qui rôdent près des animaux et de leur nourriture s'attaquent aussi aux céréales stockées (**Inge de Groot,2004**).

b. La sélection du produit

On réduit le risque de pertes en ne retenant pour le stockage à long terme que les graines propres et saines, c'est-à-dire en sélectionnant soigneusement les denrées à stocker. Même si le grain semble propre, il contient toujours un certain nombre d'insectes et les spores de moisissures sont présentes partout. Les graines cassées, les brins de paille et les saletés augmentent les risques d'infestation du stock par les insectes et les moisissures (**Inge de Groot,2004**).

c. L'hygiène

- Pour prévenir l'endommagement des produits stockés, il est essentiel de prendre de sérieuses mesures d'hygiène. Les magasins, silos, paniers, etc. et leurs alentours immédiats doivent être tenus aussi propres que possible.
- Il faut contrôler chaque conteneur avant de s'en servir pour voir s'il ne présente aucun trou, fente, cassure, etc. et le réparer au besoin.
- Le sol doit être facile à balayer. Des coins remplis de ciment et arrondis facilitent le nettoyage.
- Les murs du magasin doivent si possible être blanchis.
- La couche de peinture bouche les très petits trous qui servent de cache aux insectes.
- Les sols doivent être lavés au moins une fois par semaine.
- Les résidus doivent être immédiatement détruits.
- Il ne faut jamais les mettre dans la boîte à ordures.
- La nouvelle récolte ne doit jamais être stockée avec les restes de la récolte précédente.
- Nettoyez les conteneurs avant d'y mettre le grain.
- Ne stocker jamais de produits dans des sacs qui ont déjà servi sans les avoir lavés
- Pour le stockage en sacs, empilez les sacs de préférence sur palettes. Les palettes peuvent être faites de lattes de bois de différentes tailles (**Inge de Groot,2004**).

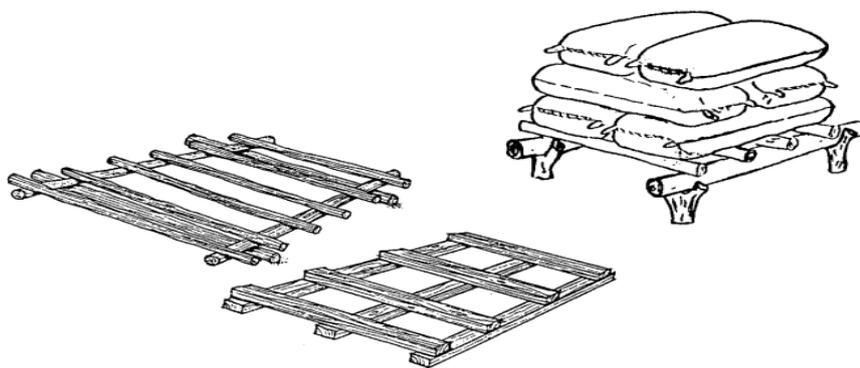


Figure 19 : Les palettes (Inge de Groot, 2004)

- Les sacs doivent toujours être bien empilés de façon à ce que l'air puisse passer au travers pour sécher et refroidir le grain figure 20.

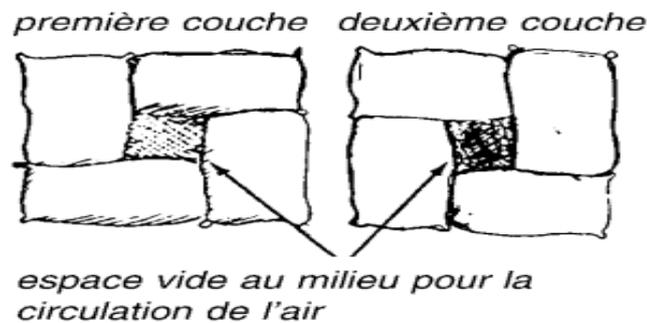


Figure 20 : Les modèles d'empilement des sacs sur palette
(Inge de Groot, 2004)

Il faut noter la date de la mise en stock, les conditions et les mesures de lutte prises dans les différentes parties du magasin. Les magasins doivent être inspectés une fois par semaine. Il est recommandé de désigner un responsable de l'hygiène et de l'entretien du magasin. Le principe à suivre lors du stockage est le suivant : le premier entré, le premier sorti : le premier produit stocké doit être retiré en premier (Inge de Groot, 2004).

d. Le séchage

Le séchage prévient la germination des graines, la croissance des bactéries et des moisissures et réduit les conditions favorables au développement des insectes. La teneur en humidité du produit stocké dépend de l'humidité relative de l'air. Plus l'air contient de la vapeur d'eau, plus la teneur en humidité du produit est élevée. Si les céréales sont récoltées par temps chaud et humide, la teneur en humidité du grain sera élevée car l'humidité relative de l'air est également élevée. Il est nécessaire de sécher le grain avant de le stocker. La méthode de séchage dépend des conditions locales (climat, saison, volume du produit, situation financière du paysan, matériau disponible). Utilisez au maximum le soleil et le vent et prenez les mesures appropriées pour éviter que les produits séchés ne soient remouillés par la rosée ou la pluie.

Les graines mises à sécher au soleil doivent régulièrement être retournées afin que la chaleur soit distribuée de façon égale. L'exposition au soleil du grain étendu sur des feuilles ou des surfaces dures provoque la fuite des insectes adultes qui ne supportent ni les températures élevées (supérieures à 40-44 °C), ni la lumière forte. Le soleil ne détruit pas forcément les œufs et les larves à l'intérieur des graines. Le séchage artificiel permet des températures beaucoup plus élevées. Sous ces conditions, les œufs et les larves à l'intérieur des graines peuvent être détruits.

L'humidité peut entrer dans le local de stockage par le sol, les murs et le toit. Si l'humidité extérieure est élevée, il faut essayer de réduire l'échange atmosphérique entre l'intérieur de la masse de grain et l'extérieur. C'est possible grâce à un système de stockage étanche à l'air (**Inge de Groot,2004**).

e. La régulation de la température

L'air chaud peut contenir plus d'humidité que l'air froid. En refroidissant, l'air chaud libère de la vapeur d'eau qui se condense en formant des gouttelettes : c'est ce qu'on appelle la rosée.

Les grandes variations de température entre le jour et la nuit provoquent l'apparition d'une rosée matinale sur le grain stocké. Cette rosée mouille le grain. Le grain colle et moisit même s'il était sec à sa mise en stock. Dans ce cas, essayez de minimiser les fluctuations de température dans le magasin en l'ombrageant, par l'isolation, etc. Les insectes et les moisissures se développent moins vite à basse température qu'à haute température. Quand la température monte, les moisissures et les insectes se développent plus vite et le grain respire plus vite. Les insectes, les moisissures et même les grains de céréales sont des êtres vivants qui dégagent de la chaleur car ils sont actifs d'une manière ou d'une autre. La croissance, la marche, et même le développement d'un embryon à l'intérieur de la graine sont des processus qui s'accompagnent d'un dégagement de chaleur. La chaleur monte à l'intérieur de la masse de grain et des points d'échauffements se forment aux endroits où les moisissures et les insectes sont les plus actifs. Un point d'échauffement dans une masse de grain stimule la propagation des insectes et la condensation de vapeur d'eau dans les endroits plus froids (p.ex. près de la surface).

Cela permet le développement des moisissures et la germination du grain et aboutit à la formation de nouveaux points d'échauffement. Plus le grain contient d'humidité, plus le processus est rapide (**Inge de Groot,2004**).

Conclusion

Au cours du stockage, d'immenses quantités des céréales sont perdues en raison des attaques d'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 prendre des dispositions afin de limiter les attaques par ces insectes ravageurs dans les lieux de stockage.

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

L'objectif principal de notre travail est l'inventaire des différentes espèces de ravageurs des denrées stockées collectées à partir des silos du complexe d'El Aouinet. Nous avons pu déterminer plusieurs espèces telles que : *Tribolium confusum*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus granarius*, et *Trogoderma granarium*. De plus, on a évalué les pertes causées par ces ravageurs et les mesures de protection contre les dégâts de ces derniers.

Références bibliographiques

B

- Balachowsky A., Mensil L., 1936. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées leurs destruction. Ed. Etablissement Busson, Paris, T. II, III, Pp : 1722-1724.
- Balachowsky AS., 1962. Trait d'entomologie appliquée à l'agriculture. Tom. 01, vol ; 01 Ed. Masson et Cie, Paris ; pp 374-392
- Bartali E. (Institut agronomique et vétérinaire Hassan II) projet de recherche sur la maîtrise des techniques de stockage des céréales au Maroc.
- Bekon K., Fleurat-Lessard F., 1989. « Evolution des pertes en matière sèche des grains dues à un ravageur secondaire : *Tribolium castaneum* (Herbst), (Coléoptère : Tenebrionidae), lors de la conservation des céréales. », Céréales en région chaudes. 97-104.
- Brader B., Lee R.C., Plarre R., Burkholder W., Kitto G.B., Kao C.H., Polston L., Dorneanu E., Szabo I., Mead B., Rouse B., Sullins D., Denning R., 2002. A comparison of screening methods for insect contamination in wheat. Journal of Stored Products Research. 3875-86.

C

- Cambel A., Sinha R.N., 1978. Bioenergetics of graminivorous beetels, *Cryptolestes ferruginens* and *Rhyzopertha dominica* (Coléptora; Cucujidae and Bostychidae). Can J Zool; 56: 624-633.
- Caid H.S., Ecchammakh T., Elamrani A., Khalid A., Boukroute A., Mihamou A., Demandre C., 2008. Altérations accompagnant le vieillissement accéléré de blé tendre. Cahiers Agricultures, 17(1) : 39-44.
- Cryz JF., Troude F., Griffon D., Hebert JP., 1988. Conservation des grains en région chaudes ; 2ème édition ; « Technique rurale en Afrique ». Ed. Paris, France.

D

- Delobel., Tranc., 1993. Les Coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes. Ed Orstom. pp 125-129.
- De Carvalho B.N.C.R., Negrisoli Junior A.S., Bernardi D., Silviera Garcia M., 2013. Activity of eight strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinerner matidae, Heterorhabditidae) against five stored product pests. Experimental Parasitology, 134 : 384-388.

Références bibliographiques

- Djermoun A., 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, Revue Nature et Technologie, 1 : 45-53.
- Doumaindji A., Doumaindji S., Doumaindji B., 2003. Cours de technologie des céréales. Ed. Office des publications Universitaires Ben-Aknoun-Alger ; pp 01-20.
- Dupin H., 1989. Les aliments. Ed. Maloine, France ; pp 109.

F

- Fabricius., 1792. An accentuated list of the British Lepidoptera, with hints on the derivation of the names, Entomological Societies of Oxford and Cambridge, p. 1858.

I

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

J

- Jurgen K., Heina S., Werner K., 1981. Maladies, Ravageurs et mauvaises herbes des cultures Tropicales, Vol 23(1), Pp1-13.

L

- Lapesme P., 1944. Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Encyclopédie entomologique., Ed. Lechevalier use for biological control .J. Insect Physiol, 39(1) : 1-12.
- Lepiger A.L., 1966. La Désinsectisation des stocks de céréales Ed. Offinterprof des céréales paris 406 p.
- Lerin F., 1986. Céréales et produits céréaliers en méditerranéen. Ed. Montpellier ; pp 81 ; 93.

N

- Navarro S., Noyes R.T., 2001. The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management. USA.CRC Press. 672 p.
- Ngamo1 L.S.T., Hance TH., 2007. Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. Tropicultura. 25(4) : 215-220.

P

- Potter C., 1935. The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (Fab). Transactions and proceedings of the society, 83: 449 – 482.

R

- Riley I.T., Nicol J.M., Dababat A.A., 2009. Cereal cyst nematodes: status research and outlook, Turkey, CIMMYT, 242 p.

S

- 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.
- Steffan J R. (1978), Les insectes et les acariens des céréales stockées. Normes et techniques. AFNOR, 237 p.
- Steffan J.R., 1987. Description et biologie .les insectes et les acariens des céréales stockées Ed. AFNOR Paris, 238p.

T

- Thomson V., 1966. The biology of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (FAB.) (Coleoptera: Bostrychidae). Bull. Grain Tech., 4 (4): 163-168

W

- Waongo A., Yamkoulga M., Dabir-Binso C.L., Ba M.N., Sanon A., 2013. Conservation post-récolte des céréales en zone sud-saoudienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks, Int. J. Biol. Chem. Sci., 7(3) : 1157-1167.