

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
جامعة محمد بوقرة- بومرداس  
Université M'HAMED BOUGARA –Boumerdes



Faculté des Sciences  
Département de Biologie

Mémoire de projet de Fin d'Etude en vue de l'obtention du Diplôme  
de MASTER

**Domaine** : Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière** : Sciences Biologiques  
**Spécialité** : Biologie des populations et des organismes

## Thème

**ÉTAT SANITAIRE DES CÉRÉALES STOCKÉES ET PERSPECTIVE DE LUTTE  
BIOLOGIQUE CONTRE LE TRIBOLIUM**

**Présenté par :**

M<sup>lle</sup> DERBAL Soumia & M<sup>lle</sup> ZEMOUR Houria

*Soutenu le : 10 /07/2018*

**Devant le jury :**

M<sup>elle</sup> AISSAT F.

MAA (UMBB)

**Présidente**

M<sup>me</sup> BENDIFALLAH L.

MCA (UMBB)

**Promotrice**

M<sup>r</sup> ARAB K.

Professeur (UMBB)

**Examineur**

**Année universitaire : 2017-2018**

## *Remerciements*

*Tous d'abord, nous tenons à remercier le bon Dieu, de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste Travail pour arriver à ce jour là.*

*Nous tenons particulièrement à remercier notre promotrice **M<sup>me</sup> BENDIFALLAH Leila** (Maître de conférences), recevez ici nos sincères remerciements pour la confiance et les conseils que vous nous aviez accordée.*

*Merci également pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.*

*Nous remercions aussi la présidente du jury **M<sup>elle</sup> AISSAT Faiza** (Maître Assistante) d' Avoir accepté de présider ce jury.*

*Et l'examineur **Mr ARAB Karim** (Professeur). Vous nous faites un grand honneur en acceptant d'évaluer et de juger ce travail.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciements à **M<sup>me</sup> AOUS W.** pour son aide, sa disponibilité et ses précieux conseils. Nos remerciements vont également aux techniciennes des laboratoires pédagogiques : **Nesrine et Safia**, et tous ceux qui nous ont aidée de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*Ames chers parents, pour leurs sacrifices, leur affection et leur  
encouragement, que ALLAH me les garde.*

*Ames chères soeurs*

*Ames chers frères*

*A tous mes amis*

*A mon binôme de ce travail*

*Soumia*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*Ames chers parents, pour leurs sacrifices, leur affection et leur  
encouragement, que ALLAH me les garde.*

*Ames chères soeurs*

*Ames chers frères*

*A tous mes amis*

*A mon binôme de ce travail*

*Houria*

# Sommaire

---

Liste des figures

Liste des tableaux

**Introduction générale .....1**

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

I.1. Données sur les céréales .....	3
I.1.1.La production céréalière en Algérie .....	3
I.1.1.1. Taux de Production.....	3
I.1.1.2. Consommation :.....	3
I.1.2.La production de blé en Algérie :.....	3
I.2.1. Classification botanique de blé :.....	4
I.2.2. Structure et composition de grain de blé :.....	4
I.3.Le Stockage des grains de céréales :.....	5
I. 3.1.Modes de stockage :.....	5
I.3.1.1.Stockage en sac :.....	5
I.3.1.2.Stockage en vrac :.....	6
I.3.2.Techniques de stockage :.....	7
I.3.2.1.Stockage en atmosphère confinée .....	7
I.3.2.2.Stockage en atmosphère modifié :.....	7
I.3.2.3. Stockage sous vide :.....	7
I.3.2.4. Stockage par le froid :.....	7
I.4.Principe de conservation :.....	7
I.4.1.Techniques de conservation :.....	7
I.4.1.1. Le séchage :.....	7
I.4.1.2. La ventilation :.....	8
I.5.Facteurs de détérioration des grains entreposés :.....	8

# Sommaire

---

I.5.1. Facteurs abiotiques :.....	8
I.5.1.1. L'humidité :.....	8
I.5.1.2. La température .....	9
I.5.2. Facteurs biotiques .....	9
I.5.2.1. Altération d'origine enzymatique .....	9
I.5.2.2. Altération microbiologique :.....	9
I.5.2.3. Altération dues aux ravageurs .....	9
I.5.2.3.1. Les principaux insectes ravageurs de stocke : .....	9
I.5.2.3.1.1. Les principaux coléoptères .....	10
I.5.2.3.1.1.1. Le <i>Sitophilus oryzae</i> et le <i>Sitophilu sgranarius</i> .....	10
I.5.2.3.1.2. <i>Tribolium castaneum</i> Herbst .....	12
I.5.2.3.1.2. Les principaux lépidoptères .....	14
1. <i>Sitotroga cerealella</i> .....	14
I.6. Méthode de luttés .....	15
I.6.1. Lutte chimique .....	15
I.6. 2. Lutte intégrée .....	15
I.6. 3. Lutte physique .....	16
I.6.4. La lutte biologique .....	17
1.7. Présentation de l'aneth <i>Anethum graveolens</i> L.....	17
1.7.1. Description botanique :.....	18.
1.7.2. Répartition géographique :.....	18
1.7.3. Systématique :.....	19
1.7.4. Propriétés thérapeutiques :.....	19
1.7.5. Composition chimique :.....	20
Les métabolites secondaires :.....	20
*Les composées phénoliques :.....	21
1. Les tanins : .....	21
2. Les flavonoïdes : .....	21
3. Les coumarines :.....	21
4. Les Anthocyanes : .....	21

# Sommaire

---

5. Les saponosides.....	21
-------------------------	----

## ChapitreII - Matériel et méthodes

II.1. L'inventaire des insectes dans les unités de stockage des céréales et des légumes secs .....	23
II.1.1. Matériel.....	23
II.1.1.1. Matériel biologique.....	23
II.1.1.1.1 Matériel végétal .....	23
II.1.1.2. Matériel non biologique .....	23
II.1.2. Méthodes d'étude .....	24
II.1.2.1. Echantillonnage .....	24
II.1.2.2. Récolte et détermination .....	25
II.1.2.2.1. Emballage et conservation .....	25
II.1.3. Analyse biologique des grains.....	26
II.1.3.1. Analyse entomologique .....	26
II.1.3.1.1. Fréquence centésimale .....	26
II.1.4. Analyse physique des grains : .....	27
II.1.4.1. Température : .....	27
II.1.4.2. Humidité (Teneur en eau) .....	27
II.1.4.3. Les impuretés .....	28
II.1.4.4. Poids de 1000 grains .....	28
II.1.4.5. Evaluation du pourcentage d'attaque .....	29
II.2. Evaluation de l'activité insecticide de l'Aneth <i>Anethum graveolens</i> L. contre <i>tribolium castaneum</i> .....	30
II.2.1. Matériel .....	30
II.2.1.1. Matériel biologique .....	30
II.2.1.1.1. Matériel végétal .....	30

# Sommaire

---

II.2.1.1.2. Matériel animal .....	30
II.2.1.2. Matériel non biologique.....	30
II.2.2. Méthodes d'étude .....	31
II.2.2.1. Méthodologie de récolte, séchage, broyage et conservation de la poudre végétaled' <i>Anethum graveolens</i> .....	32
II.2.2.2. Etude phytochimique des feuilles .....	33
II.2.2.2.1 Préparation de l'extrait éthanolique brut d' <i>Anethumgraveolens</i> .....	34
II.2.2.4.1. Préparation des solutions tests .....	36
II.2.2.4.2. Evaluation de la toxicité de l'extrait brut d' <i>Anethum graveolens</i> par contact :.....	37
II.2.2.5. Analyse statistique :.....	39

## Chapitre III. Résultats et Discussion

III.1. Analyse entomologique des grains :.....	40
III.1.1 Blé dur et tendre de l'importation .....	40
III.1.2. Blé dur local : .....	41
III.2. Analyse physique des grains :.....	41
III.2.1. Taux d'impureté :.....	43
III.2.2. Poids de 1000 grains (PMG) :.....	43
III.2.3. Température du grain :.....	44
III.2.4. Humidité du grain : .....	44
III.2.5. Pourcentage d'attaque .....	44
III.3. Evaluation de l'activité insecticide de l'Aneth <i>Anethum graveolens</i> L. vis-à-vis du tribolium <i>Tribolium castaneum</i> Herbst : .....	45
III.3.1. Rendement et caractérisation de l'extraitéthanolique brut : .....	45
III.3.2. Screening phytochimique : .....	46
III.3.3. Activité insecticide de l'extrait éthanolique brut d' <i>Anethum graveolens</i> : .....	47
➤ Résultats des analyses statistiques .....	51

## Conclusion Générale

# Sommaire

---

**Annexe**

**Résumé**

# Liste de figure

---

## Liste de figure

### Listes des figures

Figure 1 : Evolution de la production des céréales (blés et orge) en Algérie par période quinquennale.....	4
Figure 2 : Anatomie schématique du grain de blé et proportion relative des principaux tissus du grain. ....	5
Figure 3 : Stockage des céréales en sac.....	6
Figure 4 : silo métallique.....	6
Figure 5 : Silo en béton armé .....	6
Figure 6 : <i>Sitophilus granarius</i> .....	11
Figure 7 : <i>Sitophilus oryzae</i> .....	11
Figure 8 : Cycle de vie <i>sitophilus granarius</i> (de gauche à droite) : œuf, larve, nymphe, adulte .....	12
Figure 9 : Grains vèdis par le charançon. ....	12
Figure 10 : Adulte de <i>Tribolium castaneum</i> .....	13
Figure 11 : Adulte de <i>Tribolium confusum</i> .....	13
Figure 12 : Cycle de <i>Tribolium castaneum</i> ( <i>Herbst</i> ), .....	14
Figure 13 : Adulte de <i>Sitotroga cerealella</i> .....	14
Figure 14 : Dispositif expérimental utilisé pour établir les paramètres d'une désinsectisation des grains par la chaleur. ....	16
Figure 15 : Feuilles, Fleurs, Fruit de <i>Anethum graveolens</i> . ....	18
Figure 16: Grains de blé échantillonnés :.....	23
Figure 17 : protocole d'analyse d'échantillon de blé au niveau de laboratoire.....	24
Figure 18 : les échantillons de blé étiquetés.....	25.
Figure 19 : protocole expérimentale de tamisage.....	26
Figure 20: la mesure de la température et l'humidité des grains par l'humidimètre .....	27
Figure 21: 1000 grains de blé attaqués par les insectes .....	29
Figure 22 : Feuilles d' <i>Anethum graveolens</i> . ....	30

## Liste de figure

---

Figure 23 : Schéma général des différentes étapes du travail .....	31
Figure 24: a) Feuilles d'Aneth.....	32
Figure 25: poudre végétale .....	32
Figure 26: protocole d'obtention de l'extrait éthanolique brut <i>d'Anethum graveolens</i> .....	35
Figure 27 : Série de dilutions préparées à partir de la solution mère de l'extrait brut <i>d'Anethum graveolens</i> .....	37
Figure 28: teste de l'activité insecticide .....	37
Figure 29 : Fréquence centésimale de chaque espèce d'insecte trouvé dans l'échantillon de blé dur local .....	40
Figure 30 : Droites de régressons : $\text{probit} = f \log (\text{dose})$ des triboulioums par l'extrait brut de <i>Anethum graveolens</i> en fonction du Temps d'observation .....	48
Figure 31: Droites de régressons : $\text{probit} = f \log (\text{temps})$ des triboulioums à l'extrait éthanolique brut de <i>Anethum graveolens</i> aux différentes doses testées .....	50

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Analyse phytochimique des graines, feuilles et racines d'aneth.....	20
<b>Tableau2 :</b> Molécules recherchées, leurs réactifs de caractérisation et les résultats attendus.....	33
<b>Tableau 3:</b> Analyses physiques des échantillons de blé dur de l'importation stockés au niveau da la CCLS de Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou).....	41
<b>Tableau 4:</b> Analyses physiques des échantillons de blé tendre de l'importation stockés au niveau da la CCLS de Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou).....	42
<b>Tableau 5 :</b> Analyses physiques de l'échantillon de blé dur local stockés au niveau da la CCLS de Rouïba (Alger).....	43
<b>Tableau 6 :</b> Rendement des poudres des feuilles d'Aneth.....	45.
<b>Tableau 7 :</b> Résultats de criblage photochimiques de la poudre d'aneth.....	46
<b>Tableau 8 :</b> valeurs des doses létales 50 (DL50) de la population des triboliums traitées par l'extrait éthanolique brut d' <i>Anethum graveolens</i> .....	49
<b>Tableau 9:</b> valeurs des temps létaux pour 50 % (TL50) des populations de triboliums induits par l'extrait éthanolique brut d' <i>Anethum graveolens</i> L.....	51
<b>Tableau 10 :</b> Analyse de la variance de la mortalité des Triboliums en fonction des différentes doses et du temps de l'aneth par le test ANOVA.....	51

## Liste des symboles et des abréviations :

**%** : pourcentage

**Ans** : années

**°C** : degré Celsius

**CCLS** : Coopérative des Céréales et Légumes Sec

**Cm** : centimètre

**D** : dose

**DL50** : dose létale pour 50% des individus

**TL50** : doses létale au bout duquel 50% de mortalité sont obtenus.

**ESM** : Erreur Statistique a la moyenne

**Hf** : humidité relative

**HA** : Hectare

**H** : heur

**G** : gramme

**GLM** : modèle générale linière

**Kg** : kilogramme

**Kg /per/ans** : kilogramme par personne par année

**Mq** : million de quintaux

**Mg** : milligrammes

**Mm** : millimètre

**ml** : millilitre

**PMG** : Poids de 1000 grains

**QDS** : Semence de qualité déclarée

**R** : Rendement

**R** : répétition

**SAU** : Superficie agricole utile

**T°** : température

**T** : témoin

**P** : probabilité

**DL50** : dose létale pour 50% des individus

**TL50** : doses létale au bout duquel 50% de mortalité sont obtenus.

## **Glossaire :**

**Alcaloïde** : molécule cyclique comportant un atome d'azote ce qui la rend basique.

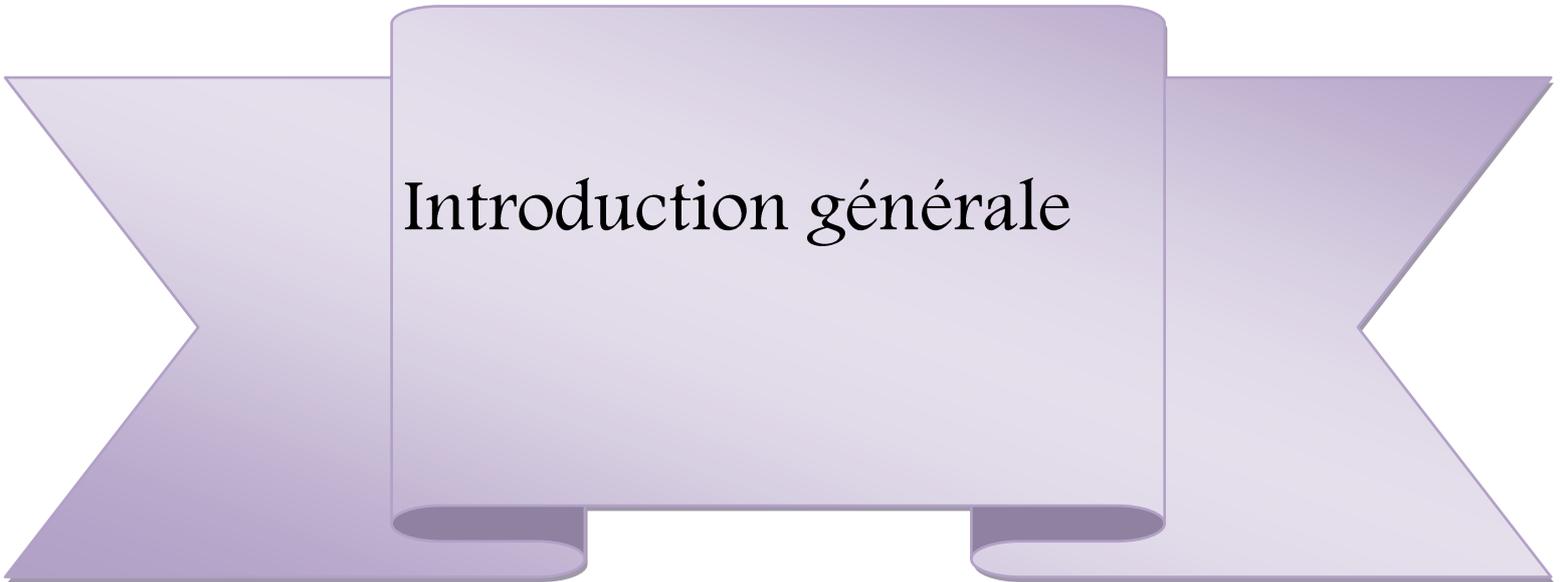
**Coumarine** : molécule aromatique hétérocyclique oxygénée de formule 1-benzopyran -2-one, isomère de la chromone. C'est le squelette de base des molécules de la famille des coumarines.

**Flavonoïdes** : molécules appartenant à la famille des polyphénols (constitués de plusieurs groupes phénols).

**Infusion** : action de faire macérer une plante aromatique dans un liquide bouillant

**Insecticide** : se dit d'un produit utilisé pour détruire les insectes nuisibles

**Taxa** : unité de classification (famille, genre, espèce, etc.) au pluriel : taxa.



Introduction générale

# Introduction générale

---

Les céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'Homme et des animaux domestiques. La connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage sont déterminantes pour la survie de la population mondiale qui enregistre des taux d'accroissement à peine concevables faisant passer l'humanité de 1,5 milliards d'individus vers 1850 à plus de 7 milliards aujourd'hui. (Aoues et *al*, 2017).

En Algérie, la céréaliculture a une importance stratégique puisqu'elle est à la base de la sécurité alimentaire du pays. Le blé dur et le blé tendre sont les céréales les plus cultivées pour l'alimentation humaine, devant le triticales en tant que matière première de la fabrication des aliments du bétail. Les céréales de production locale en Algérie peuvent être plus ou moins sensibles aux attaques d'insectes de stockage qui provoquent, selon les années, des pertes pouvant atteindre des niveaux supérieurs à 20 % en Afrique (Fourar-Belaifa et Fleurat-Lessard, 2015).

En conséquence, tous les leviers possibles pouvant contribuer à protéger les stocks de céréales contre les attaques d'insectes nécessitent d'être activés dans une approche moderne de la protection intégrée appliquée à la préservation des stocks de céréales après récolte (Fourar-Belaifa et Fleurat-Lessard, 2015).

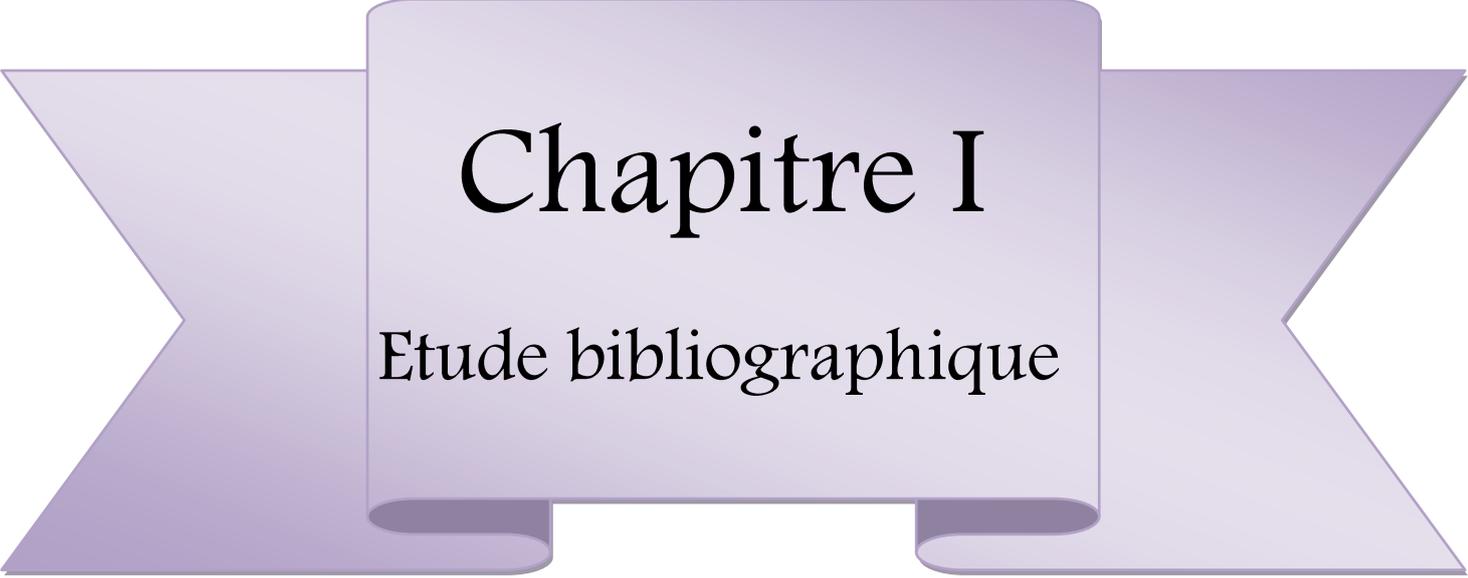
En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation des insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus pratiquée pour lutter contre les insectes ravageurs. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides a provoqué une contamination de la chaîne alimentaire, et l'apparition d'insectes résistants. Le recours aux produits chimiques d'origine botanique apparaît comme la meilleure alternative de lutte propre contre ces ravageurs (Bounechada et Arab, 2011).

Notre travail contribue par une étude de l'état sanitaire des céréales (blé dur et blé tendre) stockés au niveau des coopératives des céréales et légumes secs (CCLS) et d'étudier les paramètres déterminant la qualité sanitaire de ces céréales et les pertes post récolte causées par les insectes ravageurs, et tester une méthode alternative par l'utilisation d'un biopesticide à base de plante dans la protection des stocks des céréales. A cet effet, nous avons évalué l'activité insecticide d'une plante spontanée l'Aneth *Anethum graveolens* L.

## Introduction générale

---

Hormis l'introduction et la conclusion, ce travail est organisé en trois grandes parties : La première partie consiste en une synthèse bibliographique sur les céréales, les principaux ravageurs des denrées stockées et la plante *Anethum graveolens*. La deuxième partie est un exposé du matériel et des méthodes mises en œuvre dans le cadre du travail expérimental. Les résultats et leur discussion sont ensuite développés dans une troisième partie.



# Chapitre I

Etude bibliographique

## I. 1. Données sur les céréales

### I.1.1. Production céréalière en Algérie

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie (Djermoun, 2009).

#### I.1.1.1. Taux de production

La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) de pays, la superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 million d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures. Elle apparaît donc comme une spéculation dominante (Djermoun, 2009).

Les moyennes des 135 dernières années (1876-2011) par culture ont évolué. Le blé dur caractérise la production la plus élevée avec 7,8 Mq, soit 43% du total suivi de celle de l'orge qui atteint 6,8 Mq ou 37% du total produit par le pays. La production du blé tendre vient ainsi en troisième position avec 3,3 Mq, soit 18% seulement de la production céréalière. L'avoine reste enfin le moins productif, 251 174 qx. ou 1% en relation avec la faiblesse des surfaces ensemencées. (Smadhi et al, 2011).

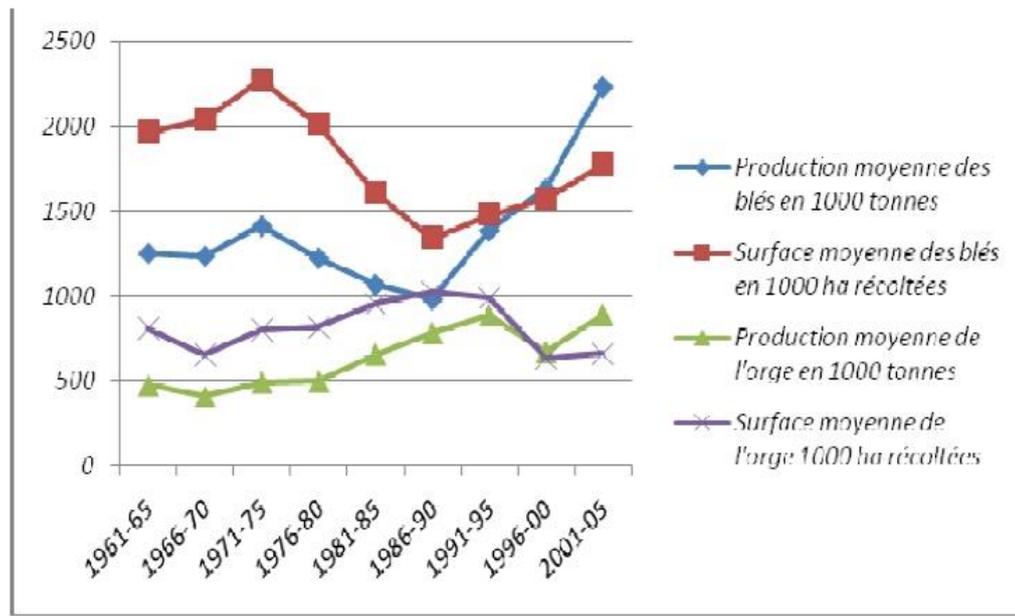
#### I.1.1.2. Consommation

La consommation directe des céréales en Algérie est évaluée durant les années 2000 à 250 Kg/pers/an en moyenne. Cette consommation est inférieure à la moyenne mondiale qui est de 317 Kg/per /an, mais reste 4 fois plus importante que celle des pays développés (60 à 70 Kg /per/an)) et plus élevée que celle des pays limitrophes telle que la Tunisie avec 205 Kg /hab /an et le Maroc avec 240 Kg/hab /an. La consommation des céréales dans le pays a tendance à accroître en relation avec la croissance démographique et la baisse des pouvoirs d'achats (Smadhi et al ,2011).

## I.2. Production de blé en Algérie

En Algérie, la production de blé occupe une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Aoues et al., 2017). Les surfaces disponibles assurent une production moyenne de 2 millions de tonnes de blé (dur et tendre), la production de blé contribue en moyenne à hauteur de 5,6% à la production Intérieure Brute Agricole. Le produit

brut de l'ensemble de la filière blé, au cours de la période 2004-2008, peut être estimé à hauteur de 306 milliards de DA. (Djermoun, 2009) (Fig. 1).



**Figure 1 :** Evolution de la production des céréales (blés et orge) en Algérie par période quinquennale (U=1000 Tonne) (Djermoun, 2009).

### I.2.1. Classification botanique du blé

Le blé est une culture annuelle appartenant à la famille des *Poaceae* (graminées), sous famille des *Pooideae* et tribu des *Triticeae* (Boulal *et al.*, 2007).

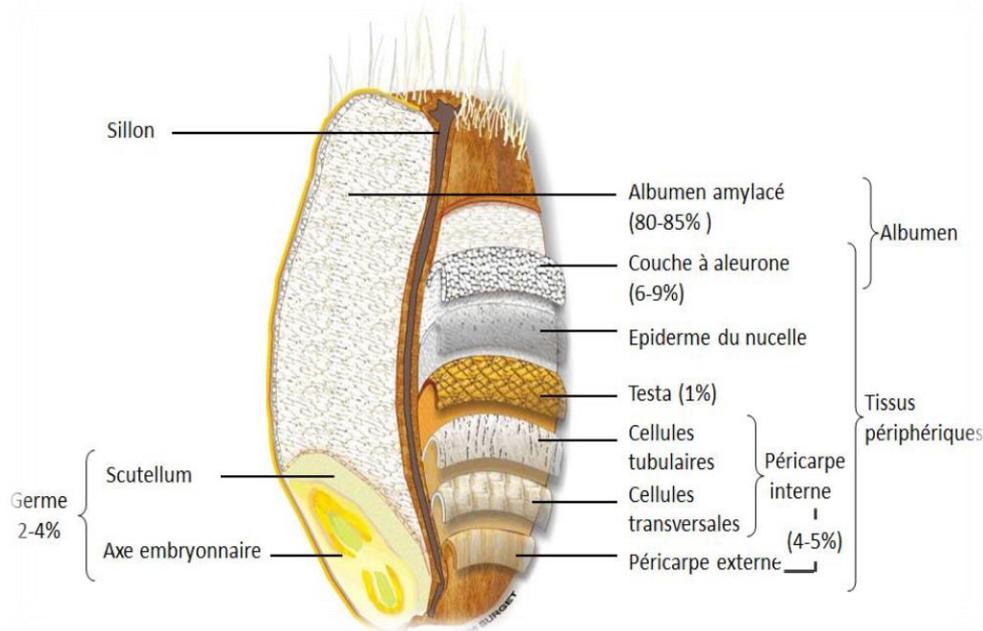
Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre *Triticum aestivum L.* et le blé dur *Triticum durum L.* Le blé tendre possède les trois génotypes AA, BB et DD constitués chacun de sept paires de chromosomes homologues numérotés de 1 à 7, soit au total 42 chromosomes. Le blé dur ne contient que les deux génotypes AA et BB et 28 chromosomes. (Boudjabi, 2017).

### I.2.2. Structure et composition de grain de blé

Le grain de blé est un fruit sec indéhiscent (caryopse) constitué d'une unique graine intimement soudée à l'enveloppe qui la contient (Barron, 2012).

Le grain de blé est constitué de 3 grandes parties : le germe, l'albumen et les Enveloppes (Fig. 2). Il est constitué majoritairement d'amidon qui représente environ 70% de la matière sèche du grain et qui est situé dans l'albumen. Les protéines représentent entre 10 et 15% de la matière sèche et se retrouvent dans tous les tissus du grain de blé avec une concentration plus importante dans le germe et la couche à aleurone. Les pentosanes (polysaccharides non amylicés) représentent quant à eux entre 2 et 3% de la matière

sèche et sont les principaux constituants des parois cellulaires de l'albumen (70 à 80%). (Debiton, 2010).



**Figure 2** : Anatomie schématique du grain de blé et proportion relative des principaux tissus du grain (Surget et Barron, 2005).

### I. 3. Stockage des grains de céréales

Les récoltes des céréales se font au début de l'été et les céréales doivent pouvoir se consommer au moins jusqu'aux récoltes suivantes un an plus tard. Il faut pouvoir stocker et conserver le stock tout au long de l'année et assurer la subsistance du groupe. Il faut également conserver les semences pour les années suivantes (Patrice, 2015).

#### I. 3.1. Modes de stockage

##### I. 3.1.1. Stockage en sac

Cette méthode consiste à conserver les grains, préalablement séchés et nettoyés, en sacs (en fibre végétale ou en matière plastique), et à empiler les sacs avec ordre dans des espaces convenablement aménagés. Peu importante dans les pays développés, cette méthode de stockage des grains est par contre largement diffusée dans les pays en voie de développement. En effet, elle est économique et s'adapte bien aux conditions locales de transport et de commercialisation des grains. Il existe plusieurs manières d'effectuer le stockage des grains en sacs. On peut empiler les sacs de grains à l'extérieur, sous bâches, ou bien les disposer à l'intérieur de magasins, hangars ou entrepôts (Fig. 3).

Dans certains cas et notamment pour les semences, le stockage des grains en sacs s'effectue parfois dans des magasins réfrigérés (Lucia, 1992).



**Figure 3 :** Stockage des céréales en sac (Cephas et *al* ,2014)

### I.3.1. 2.Stockage en vrac

Le stockage en vrac est une pratique qui consiste à mettre les denrées dans des silos, hangars ou autres structures. C'est une méthode généralisée dans les pays développés alors qu'elle est encore peu répandue dans les pays en développement à cause du manque de moyens de transport spécialisés, et la possibilité de disposer des structures adaptées (Athmani, 2008).

- **L'entreposage en silo (longue durée)**

Les silos sont construits en métal ou en béton armé. Ils comportent généralement des cellules juxtaposées de sections variables et de grandes hauteurs. Ils se terminent à leur base par les mamelles de vidange, mais fermés à leur partie supérieure par un plancher sur lequel sont installés les appareils de remplissage (Louetri, 2009) (Fig. 4,5).



**Figure 4:** Silo métallique



**5:** Silo en béton armé

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

### **I.3.2. Techniques de stockage**

#### **I.3.2.1. Stockage en atmosphère confinée**

Elle consiste à conserver les grains secs en silos souterrains étanches à l'abri de l'air et de la vapeur d'eau, cette technique de stockage remonte à la plus haute antiquité. Les atmosphères appauvries en oxygène ont un effet dépressif, d'une part sur les insectes infestant habituellement les grains stockés et d'autre part sur les microorganismes, et notamment les moisissures qui se développent aux dépens des produits stockés (Diawara *et al*, 1989).

#### **I.3.2.2. Stockage en atmosphère modifié**

C'est une technique qui consiste à conserver les grains de céréales sous gaz neutre qui remplace l'air interstitiel par un gaz inerte (azote ou azote-gaz carbonique) afin de rendre l'atmosphère dans le stock létale pour les insectes ravageurs (Jayas *et al*, 2002).

#### **I.3.2.3. Stockage sous vide**

Le principe est connu depuis longtemps. L'application du vide tue les insectes et son maintien stoppe le développement des micro-organismes. Actuellement, cette technique est utilisée dans les emballages des plusieurs denrées (Athmani, 2008).

#### **I.3.2.4. Stockage par le froid**

Le froid détruit les animaux prédateurs de stock et ralentit le développement des micro-organismes. Donc le froid permet d'augmenter le temps de stockage (Cruz *et al*, 1988).

### **I.4. Principe de conservation**

Le stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains (Ndiaye, 1999).

#### **I.4.1. Techniques de conservation**

##### **I.4.1.1. Le séchage**

Le séchage est une étape indispensable pour le stockage. En effet, chaque type de produit nécessite une diminution de son taux d'humidité jusqu'à une valeur spécifique avant d'être stocké. Le taux d'humidité élevé est un terrain favorable pour la pourriture et l'infestation d'insectes. Les paysans négligent parfois l'importance du séchage pour le stockage. Certains d'entre eux continuent même une partie du séchage à l'intérieur du local. Cela augmente l'humidité relative de l'air et sans une ventilation permanente, le risque de moisissure ainsi que de pourriture et d'infestation d'insecte est important. Or, les locaux de stockage traditionnel, manquent en général d'aération et sont victimes de ces phénomènes (Andriamparanony et Lesoa, 2011)

### **I.4.1.2. La ventilation**

Parmi les mesures de prévention, la ventilation à l'air ambiant qui consiste à refroidir le grain progressivement (classiquement en trois paliers réalisés durant l'été avec un objectif de 20°C, l'automne avec un objectif de 12°C et l'hiver pour atteindre 5°C) en y insufflant de l'air ambiant lorsque sa température est inférieure de 7 à 10°C à celle du grain. Lorsque le grain atteint 12°C, les insectes cessent de se reproduire et ont une activité ralentie ; exposés pendant plusieurs mois à 5°C, les populations d'insectes meurent en grande partie. Les principes de la ventilation à l'air ambiant sont bien connus des organismes stockeurs, mais l'efficacité de la ventilation dépend des débits spécifiques des ventilateurs et de « l'offre climatique » disponible dans la région pour refroidir suffisamment le grain (Barrier-Guillot *et al.*, 2014)

## **I.5. Facteurs de détérioration des grains entreposés**

### **I.5.1. Facteurs abiotiques**

La température de stockage et l'humidité relative, en tant que facteurs variables les plus importants, influencent les changements de graines qui conduisent à la détérioration de la qualité. De nombreuses études empiriques ont été réalisées en se référant à l'influence de la température et de la température ambiante à la viabilité du grain. Il est déterminé que la viabilité des grains de blé diminue rapidement à des températures plus élevées par rapport aux températures de stockage plus basses (Rozman *et al.*, 2008)

#### **I.5.1.1. L'humidité**

Le taux d'humidité des semences est l'élément qui affecte le plus le taux de détérioration. Le pourcentage optimal d'humidité dépend de l'espèce et de la température. Comme il est indiqué dans les normes QDS, les céréales devraient avoir un taux d'humidité de 13 pour cent ou moins (FAO, 2011)

L'humidité relative (HR) est le pourcentage de vapeur d'eau dans l'air entre les grains de céréale, et représente l'équilibre entre l'humidité de l'air et la teneur en humidité des grains. Si l'humidité relative dépasse les 65 %, les moisissures et les insectes d'entrepôt peuvent se développer, et les grains et semences sont susceptibles de se détériorer (Céphas *et al.*, 2014).

### **I.5.1.2. La température**

La température est le facteur clé responsable des pertes post récoltes. Elle exerce une forte influence sur le taux de respiration des grains stockés et celui des organismes parasites, de même que sur l'humidité relative de l'air, la teneur en eau des produits stockés et enfin sur le développement des ravageurs des stocks (Gwimer *et al*, 1996).

### **I.5.2 .Facteurs biotiques**

#### **I.5.2.1. Altération d'origine enzymatique**

Elles sont essentiellement provoquées par les enzymes propres du grain. En mauvaises conditions de stockage, ces derniers entrent en activité et favorisent la dégradation de l'amidon et le rancissement des lipides (Berhaut *et al*, 2003).

#### **I.5.2.2. Altération microbiologique**

La microflore des « moisissures de stockage » est principalement constituée par les espèces des genres *Penicillium* et *Aspergillus*, accompagnées par des espèces secondaires de Mucorales ou des genres *Byssochlamys*, *Scopulariopsis* ou *Wallemia*. Ces moisissures sont les seules à pouvoir se développer sur les grains à partir du seuil de 15 à 16 % de teneur en eau (Fleurat- Lessard, 2003).

#### **I.5.2.3. Altération dues aux ravageurs**

Dans les champs et plus encore durant l'entreposage, les plus grosses pertes imputables à des ravageurs sont dues aux insectes et aux vertébrés (rongeurs, oiseaux et autres animaux). Les insectes sévissent dans toutes les régions et sur toutes les récoltes, tandis que les attaques des autres ennemis sont plus sporadiques encore que souvent catastrophiques (Okelly, 1983).

##### **I.5.2.3.1. Les principaux insectes ravageurs de stocks**

Les coléoptères constituent de loin le groupe le plus important au sein des insectes ravageurs des stocks. Ils sont suivis par les teignes, les lépidoptères. Ils sont universellement reconnus comme les plus dévastateurs des céréales entreposées en raison de leur propre consommation selon les stades de développement (Adjalian *et al*, 2014)

Les espèces les plus dangereuses sont celles qui se développent à l'intérieur même du grain et qui appartiennent au groupe des ravageurs primaires : espèces du genre *Sitophilus* (Charançons des céréales), *Rhyzopertha* (capucin des grains) et *Sitotroga* (alucite du maïs et du riz). Les espèces les plus fréquentes et les plus nombreuses dans les stocks de céréales sont des ravageurs qui attaquent les grains de l'extérieur et dont le cortège d'espèces succède

théoriquement aux attaques des ravageurs primaires (ravageurs secondaires). Ils appartiennent aux genres *Oryzaephilus* ou *Cryptolestes* (silvains), *Tribolium*, *Ephestia* (mite de la farine) et *Plodia* (teigne des semences). Un troisième cortège d'espèces vient compléter cette faune entomologique des grains stockés : les espèces opportunistes à régime autre que granivore (mycophages, nécrophages, détritiphages, saprophages, parasites, prédateurs, etc.). En climat tempéré, ces ravageurs "de stockage" ne sont pas présents dans le champ au moment de la récolte des céréales, au moins pour les céréales à paille. Cependant, des colonies cachées se maintiennent d'une année à l'autre dans la majorité des installations de stockage (Fleurat-Lessard, 2003).

Les dégâts qu'ils occasionnent incluent la perte de poids et une diminution de la qualité des grains et quelque fois une perte du pouvoir germinatif. L'activité métabolique des insectes crée un milieu favorable au développement des micro-organismes produisant des toxines à l'instar des champignons aflatoxinogènes du genre *Aspergillus*. Ces différents dégâts réduisent la qualité du grain et le rendent impropre à la consommation. (Waongo *et al*, 2013).

#### **I.5.2.3.1.1. Les principaux coléoptères**

##### **I.5.2.3.1.1. *Le Sitophilus oryzae* et le *Sitophilus granarius***

###### **Reconnaissance**

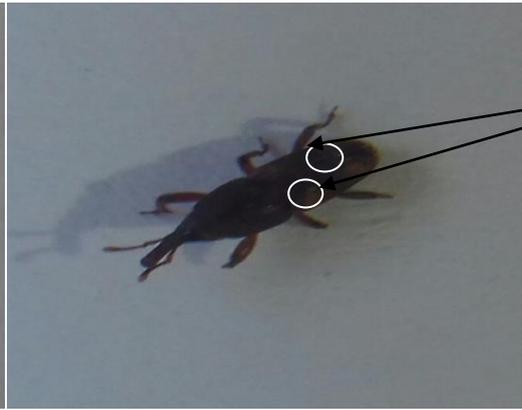
Ce sont 2 espèces pratiquement identiques (Ndiaye ,1999) (Fig. 6, 7).

###### **Description**

C'est une espèce appartenant à la famille des curculionidés caractérisée par la présence d'un long bec ou rostre. L'adulte mesure 2,5 à 4,5 mm, de couleur brun à brun noirâtre et le *Sitophilus oryzae* possède des grosses tâches claires sur les élytres qui sont ponctuées et striées. Les stries élytrales sont grossièrement ponctuées et les inter stries finement ponctuées. Il possède des ailes postérieures membraneuses et peut voler. La larve est longue de 2,5 à 3mm, de couleur blanche, de forme sub-circulaire, apode et très peu velue. Les larves se développent à l'intérieur de la graine. La femelle a une fécondité de 300 œufs et une longévité de six à sept mois (Aissata ,2009).



**Figure 6 :** *Sitophilus granarius*



Taches claires  
sur élytres

**Figure 7:** *Sitophilus oryzae*

(Zemour et Derbal, 2018)

### Position systématique (Kassemi, 2014)

Embranchement : Arthropodes

Sous Embranchement : Hexapodes

Classe : Insectes

Sous Classe : Ptérygotes

Ordre : Coléoptères

Sous Ordre : Polyphaga

Famille : Curculionidae

Genre : *Sitophilus*

Espèce : *Sitophilus granarius* (L) .(1758)

Nom commun : Charançon

### Cycle de vie

Les femelles pondent leurs œufs à l'intérieur des grains de blé dans un trou perforé par le rostre. Ce trou est ensuite rebouché par une sécrétion mucilagineuse de l'oviducte qui durcit rapidement à l'air. Le développement de la larve (quatre stades larvaires et un stade nymphal) jusqu'au stade adulte, se déroule à l'intérieur du grain en 31 jours environ à 27,5°C pour les souches symbiotiques. Le grain de céréale apporte à l'insecte à la fois sa nourriture et sa protection. Après la mue imaginale, l'adulte reste un à deux jours dans le grain avant l'émergence (Charles ,1997) (Fig. 8).



**Figure 8 :** Cycle de vie du *Sitophilus granarius* (de gauche à droite) : œuf, larve, (Bettaher ,2016).

### Dégâts :

L'infestation débute généralement dans les champs, où les œufs sont pondus dans les grains intacts. Après récolte, les grains sont emmagasinés dans l'entrepôt où les larves sortent des grains en les grignotant, laissant un trou caractéristique. Les adultes comme les larves peuvent causer des dégâts, mais la plus grande partie des dégâts est due aux larves ( Céphas et *al*, 2014) (Fig. 9).



**Figure 9:** Grains vidés par le charançon (Bettaher ,2016).

#### I.5.2.3.1.2. *Tribolium castaneum* Herbst

##### Description

C'est un insecte appartenant à la famille des *Tenebrionidae* (Camara, 2009). Il est 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 (Ndiaye, 1999) (Fig. 10, 11).



**Figure 10:** Adulte de *Tribolium castaneum*



**Figure 11 :** Adulte de *Tribolium confusum*

**Source :** [www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepouse](http://www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepouse)

**Position systématique :** (Aba Toumnou, 2013)

Règne: Animal

Embranchement: Arthropodes

Classe: Hexapodes (Insectes)

Ordre : Coléoptères

Famille : Tenebrionidés

Genre : Tribolium

Espèce : *Tribolium castaneum* (Herbst.) .(1797).

Nom commun : Tribolium

#### **Cycle de vie**

Dès trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler.

Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphose sans cocon.

A 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation. C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33°C. Son développement cessant au dessous de 22°C et qui résiste très bien aux basses hygrométries. La femelle pond entre 500 et 800 œufs. La durée du cycle dure environ un mois (Kassemi, 2014) (Fig. 12).



**Figure 12** : Cycle de vie du *Tribolium castaneum* (Herbst) (Aba Toumno, 2013).

### Dégâts

Parasite important de grains de céréales endommagées et de leurs produits transformés. Il manifeste une préférence pour l'embryon des grains de céréales (Ndiaye, 1999) L'infestation cause des odeurs persistantes et désagréables au niveau des produits (Thakur *et al* ,2010).

### I.5.2.3.1.2. Les principaux lépidoptères

#### 1. *Sitotroga cerealella*

### Description

L'alucite des céréales *Sitotroga cerealella* appartenant à la famille des Gelechiidae et à l'ordre des lépidoptères, est un insecte cosmopolite qui est largement répandu au niveau mondial. C'est un petit papillon de couleur chamois ou brun jaunâtre qui a une envergure d'environ 1,5 cm (Fig. 13). Il est le plus fréquemment retrouvé dans les grains infestés. *Sitotroga cerealella* est un parasite de maïs stocké, de blé, de riz, de sorgho et il attaque aussi les céréales dans le champ avant la récolte (Adjalian *et al*, 2014).



**Figure 13**: Adulte de *Sitotroga cerealella* (Adjalian *et al* ,2014)

**Cycle de vie**

La femelle peut pondre jusqu'à 400 œufs déposés sur ou entre les grains, sur les panicules dans le champ, ou dans le stock. L'œuf est blanc et ovale, et devient après rouge vif et éclos dans une semaine. Le petit larve pénètre dans le grain et se nourrit du contenu interne. La période larvaire est de 2 à 3 semaines (Thakur *et al*, 2010). 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. Les adultes ont une durée de vie courte (Ndiaye, 1999).

**Dégâts :**

Les chenilles dévorent l'albumen des grains des céréales qu'elles atteignent en creusant une galerie à travers les glumes. Dans des conditions de forte infestation, les produits stockés peuvent subir 100 % de pertes. Les attaques de *Sitotroga cerealella* se traduisent par la diminution du poids des produits, la baisse du pouvoir germinatif des graines et par la perte de la valeur nutritive et de la valeur marchande (Togola, 2010).

**I.6. Méthodes de lutte****I.6. 1. Lutte chimique**

Il existe deux types de traitement :

- Le traitement par contact où le grain est recouvert d'une pellicule de produit insecticide qui agit sur les insectes. Ces produits peuvent être utilisés sous forme de poudre ou après la dilution (Crus *et al.* 1988).

- Le traitement par fumigation :

La fumigation est l'action de tuer les insectes par le gaz. C'est la seule méthode qui permet de tuer tous les insectes quelque soient les stades de développement et quelque soient les endroits où ils se trouvent dans le stock, si elle est bien menée.

La désinsectisation est totale, mais le fumigant n'assure aucune protection, une fois le traitement terminé. Le stock doit être sous bâche ou dans une enceinte fermée. Tous les fumigants actuels sont toxiques sur les insectes et rongeurs, mais aussi sur l'homme. C'est pourquoi, elle ne doit être menée que par des agents expérimentés (Ndiaye, 1999).

**I.6. 2. Lutte intégrée**

La protection intégrée est définie comme étant un système de lutte aménagée qui, compte tenu du milieu particulier et de la dynamique des populations des espèces considérées, utilise les techniques et méthodes appropriées de façon aussi compatible que possible en vue de

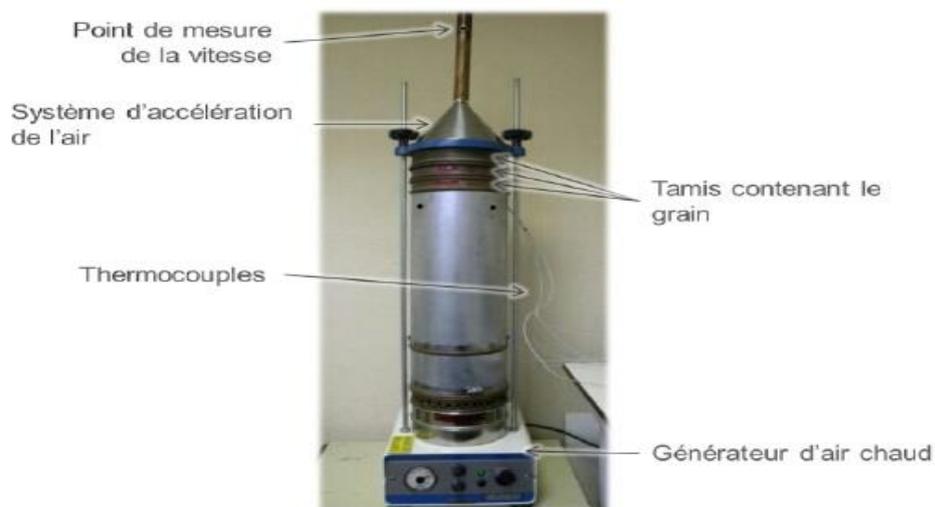
maintenir les populations d'organismes nuisibles à des niveaux où ils ne causent pas de dommages économiques. Il s'agit par conséquent d'employer les moyens de gestion valorisant les régulations physiques et biologiques pour maîtriser les infestations des bioagresseurs en agissant à différentes étapes de leur cycle de vie. Pour ce faire, la protection intégrée des cultures associe un ensemble de leviers aux effets complémentaires permettant d'empêcher le bon déroulement du cycle de vie des bioagresseurs (Munier-Jolain, 2008).

### I.6. 3. Lutte physique

La lutte physique signifie l'élimination du ravageur ou la détérioration physique de l'environnement de manière à le rendre inhospitalier ou inaccessible pour le ravageur (Nanfack, 2015).

- **Lutter par la chaleur :**

L'utilisation de la chaleur pour désinsectiser des grains a été étudiée par de nombreux auteurs et il est reconnu que, soumis à des températures comprises entre 45 et 60°C les insectes meurent rapidement. La rapidité d'action d'un traitement par la chaleur dépend de la durée d'exposition et du niveau de la température appliquée (plus la température est élevée, plus la mortalité survient vite), mais aussi de l'espèce considérée (le capucin étant par exemple plus résistant à la chaleur que le silvain) et de la forme des insectes, les formes adultes étant plus sensibles à la chaleur que les formes larvaires (Barrier ,2014)(Fig. 14).



**Figure 14** : Dispositif expérimental utilisé pour établir les paramètres d'une désinsectisation des grains par la chaleur (Barrier ,2014)

- **Lutter par le froid :**

Le développement des insectes ralentit avec un abaissement de température et n'est plus possible pour des températures inférieures à 10°C (Crus et Diop ,1989).

D'après Lee et *al.* (1993), les insectes présentent des perturbations physiologiques suivies d'une mort certaine sous l'action d'un courant d'air frais. Les cellules sont progressivement déshydratées et le métabolisme est abaissé.

- **L'irradiation ionisante :**

Les rayonnements ionisants créent des ions par la rupture de liaisons chimiques (Faruki et *al.*, 2007). Ils frappent les électrons hors de leurs orbites entraînant une douche d'électrons, créant des ions et des radicaux qui causent des dommages supplémentaires aux grandes molécules biologiques telles que l'ADN et provoque par conséquent un arrêt de développement d'organismes irradiés et endommagement des sites de division cellulaire qui incluent les gonades et l'intestin moyen chez l'insecte adulte (Hallman, 2012).

Deux types de radiations ionisantes sont utilisés pour lutter contre les insectes des denrées stockées, le rayonnement gamma qui peut être produit par un isotope radioactif tel que le cobalt-60 et le rayonnement bêta, qui est un faisceau d'électrons, peut être généré électriquement (Hallman, 2012).

#### **I.6. 4. La lutte biologique**

Elle consiste à combattre les insectes ravageurs en utilisant leurs ennemis naturels dont les parasitoïdes, les bactéries, les virus, les champignons, les protozoaires, les nématodes (Nanfack et *al.*, 2015).

L'usage des plantes indigènes dans la conservation des récoltes a été pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse. Les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigant. Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre (Gueye et *al.*, 2011)

#### **1.7. Présentation de l'aneth *Anethum graveolens* L**

L'aneth est un membre de la famille des Apiaceae, qui inclut des herbes comme le persil, la coriandre, le fenouil et la dentelle de la Reine Anne. Son nom latin est *Anethum graveolens* avec plusieurs autres synonymes tels que *Anethum sowa*, *Peucedanum graveolens* et

*Peucedanum sowa*. (Fhayli ,2013).

### 17.1. Description botanique

Plante herbacée annuelle de 1,25 à 2,5 m de hauteur et à longue racine fuselée. La tige est cylindrique et rameuse, à la fois souple et tubuleuse. Elle porte des feuilles alternes et pétiolées à la base. Le pétiole est pourvu d'une gaine très développée, charnue et sucrée. Les feuilles supérieures sont sessiles, glabres, à limbe bi- ou tripennatiséqué, découpé en lanières filiformes et très allongées. Par rapport au fenouil amer, les feuilles du fenouil doux sont distiques, moins finement divisées et à pétiole plus engainant.

L'inflorescence est formée d'ombelles composées, longuement pédonculées et regroupant 4 à 25 rayons de longueur quasi identique. L'involucre et l'involucelle sont absents.

Les fleurs sont régulières, radiales, à 5 sépales formant un bourrelet, 5 pétales jaune verdâtre tronqués et roulés vers l'intérieur, 5 étamines, 2 styles courts, un ovaire infère et divisé en 2 loges (Filliat ,2012)(Fig 15). Les fruits de AG sont bruns plat, minuscule et de forme ovale (Goodarzi et al , 2016).



**Figure 15** : a) Feuilles, (Originale), b) Fleurs, c) Fruit de *Anethum graveolens*. (Goodarzi et al, 2016).

### 1.7.2. Répartition géographique

L'Aneth est connue depuis des milliers d'années, elle est cultivée dans les pays méditerranéens, en Asie et en Europe (Goodarzi et al, 2016), et principalement en Inde et Pakistan comme plante condimentaire pour ses feuilles et ses graines très aromatiques, tandis que les principaux producteurs de l'huile essentielle de l'aneth sont : Etats-Unis, Canada, la Hongrie et la Bulgarie (Orhan et al, 2013).

**1.7.3.Systématique :** (Alloun ,2013)

**Nom scientifique :** *Anethum graveolens* L.

**Nom commun :** Aneth, Fenouil batard, Fenouil puant (français), bessbes ou habate hlawa (Bèrbère), Al chabbte (Arabe).

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsida

**Ordre :** Apiales

**Famille :** Apiaceae

**Genre :** *Anethum*

**Espèce :** *Anethum graveolens* L.(1753).

**1.7.4.Propriétés thérapeutiques**

L'aneth est reconnu depuis très longtemps pour ses vertus digestives et carminatives (qui favorisent l'expulsion des gaz). Cette plante favorise la relaxation du muscle lisse du tube digestif et agit comme agent anti-moussant, en prévenant la formation de bulle de gaz intestinaux (Polese, 2006 ; Mansouri *et al*, 2012).

Sa concentration élevée en carvone et myristicine rend l'aneth efficace pour soulager les spasmes intestinaux et les coliques. Elle convient mieux aux enfants que l'anis ou le fenouil comme calmante et préparant au sommeil (Polese, 2006 ; Mansouri *et al*, 2012 ; Orhan *et al*, 2013).

Son huile essentielle s'oppose à la croissance de certains germes tels que les lactobacilles, le colibacille *Escherichia coli*. Elle peut donc prévenir certaines diarrhées infectieuses. Elle protégerait également d'infections des voies urinaires provoquées par *E.coli*.

On recommandait également l'aneth pour favoriser la montée de lait et la lactation (galactagogue), mais cette propriété n'a pas été clairement démontrée (Monsefi *et al*, 2006 ; Mansouri *et al*, 2012).

Ses propriétés sont aussi apéritive, diurétique, sédative, anti-inflammatoire, antihyperlipidémique (Polese, 2006 ; Mansouri *et al*, 2012), antidiabétique, antihypercholestérolémique (Orhan *et al*, 2013), contre la douleur de dent (Lamendin, 2007) et favorise la menstruation chez la femme (Monsefi *et al*, 2006).

Aussi, *A. graveolens* est récemment connu comme anticancéreux, antimicrobien et agent antioxydant. (Goodarzi *et al*, 2006).

### 1.7.5. Composition chimique

Le criblage phytochimique de la plante d'aneth montre que les feuilles, la tige et les racines sont riches en terpènes, glycosides cardiotoniques et flavonoïdes (tableau 1).

**Tableau 1:** Analyse phytochimique des graines, feuilles et racines d'Aneth  
(Jana et Shekhawat, 2010).

Métabolites	grains	Feuilles	racines
Tannins	+	+	+
Terpenoid	+	+	+
Saponines	+	-	+
Stéroïde	-	+	+
Flavonoïde	+	+	+
Anthraquinone	+	-	-

L'étude phytochimique de l'extrait méthanolique des fruits d'*Anethum graveolens* L faite par Ishikawa *et al.* (2002) a pu isoler et caractériser 33 composés, y compris un nouveau monoterpénoïde, six nouveaux glycosides monoterpéniques, un nouveau composé aromatique glucosidique et un nouveau glucoside alkylique.

Cependant, le criblage phytochimique des graines d'*Anethum graveolens* L. réalisé par Gurinder et Daljit (2009) a montré la présence de 2,80% alcaloïdes, 11,05% flavonoïdes, 19,71 tanins et 0,55% saponines.

#### -Les métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes, ils sont divisés principalement en trois grandes familles: Les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes (Lutge *et al*, 2002 ; Abderrazak et Joël., 2007).

**\*Les composés phénoliques :****1. Les tanins**

Toutes les plantes contiennent des tanins à un degré plus ou moins élevé. Ceux-ci donnent un goût amer à l'écorce ou aux feuilles et les rendent impropres à la consommation pour les insectes ou le bétail (Eberhard et al, 2005).

Les tanins ont la propriété de tanner la peau. Cette propriété de tannage provient de la création de liaisons entre les molécules de tannins et les fibres de collagène. (Schauenberg et Paris ,2006).

**2. Les flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont des polyphénols retrouvés naturellement dans les plantes. Ils constituent donc des métabolites secondaires produits lors de la croissance et du développement de la plante. Ils sont responsables de la pigmentation et de la coloration des fleurs et des fruits de certaines plantes et jouent ainsi un rôle important dans le contrôle des interactions avec les insectes par chimiotactisme : attraction des insectes qui jouent un rôle dans la pollinisation et la dispersion des graines. Ils jouent également un rôle important dans la protection de la plante soit directement soit en induisant la production de métabolites ayant un effet contre les attaques de bactéries et d'insectes (Marfek ,2003)

**3. Les coumarines**

Les coumarines ont été isolées pour la première fois par Vogel en 1820, à partir de *Coumaroun aodorata*. Aujourd'hui, près de 1000 composés coumariniques sont isolés dans plus de 800 espèces de plantes et de microorganismes. Dans les plantes, on les rencontre chez les Apiacées, les Astéracées, les Fabacées, les Rosacées, les Rubiacées, les Rutacées et les Solanacées (Sakagami *et al*, 2005). Elles se trouvent dans la nature soit à l'état libre ou bien combiné avec des sucres. Elles sont responsables de l'odeur caractéristique du foin. (Cowan, 1999).

**4. Les Anthocyanes**

Les anthocyanes constituent le groupe de pigments solubles dans l'eau le plus important, ils sont dissous dans les vacuoles des cellules épidermiques des fleurs et des tissu auxquels ils donnent des couleurs rose, rouge, bleu et violet (Mazza et Miniati, 1993).

**5. Les saponosides**

Les saponosides constituent un vaste groupe d'hétérosides très fréquents chez les végétaux. Ils se caractérisent par des effets tensio-actifs leur conférant la propriété de former des solutions moussantes lorsqu'ils sont dissous dans l'eau. Il semble que les saponosides jouent un rôle de défense du végétal contre les pathogènes microbiens (Krief, 2003).



# Chapitre II

Matériels et méthodes

Objectifs du présent travail :

Notre travail a pour but d'inventorier principalement les différentes espèces d'insectes inféodées aux grains de blé stockés et d'étudier les paramètres déterminant la qualité sanitaire de blé, et l'étude phytochimique, suivie d'une évaluation de l'activité insecticide de l'extrait éthanolique brut de l'*Aneth A. graveolens*. L'ensemble des manipulations est réalisé au niveau du laboratoire de Biologie des Population et des Organismes (BPO) de la Faculté des sciences de l'université M'Hamed Bougara de Boumerdès (UMBB).

### II.1. Inventaire des insectes dans les unités de stockage des céréales et des légumes sec

#### II.1.1. Matériel

##### II .1.1.1. Matériel biologique

##### II.1.1.1.1 Matériel végétal

Le matériel végétal étudié comprend 2 espèces végétales constituées par : le Blé dur et le Blé tendre d'importation, prélevées à partir des silos métalliques au niveau de la CCLS de Draa BenKhedda (Tizi-Ouzou) et le Blé dur local prélevé à partir des sacs stockés au niveau de la CCLS de Rouïba (Alger) (Fig. 16).



a/



b/

**Figure 16-Grains de blé échantillonnés (Original): a/tendre (*Triticum aestivum* L.)  
b/ dur (*Triticum durum* L.)**

##### II.1.1.2. Matériel non biologique

L'ensemble de matériel utilisé dans cette étude est mentionné dans l'Annexe 1).

II.1.2. Méthodes d'étude

Les étapes de l'étude sont résumées dans la figure 17.

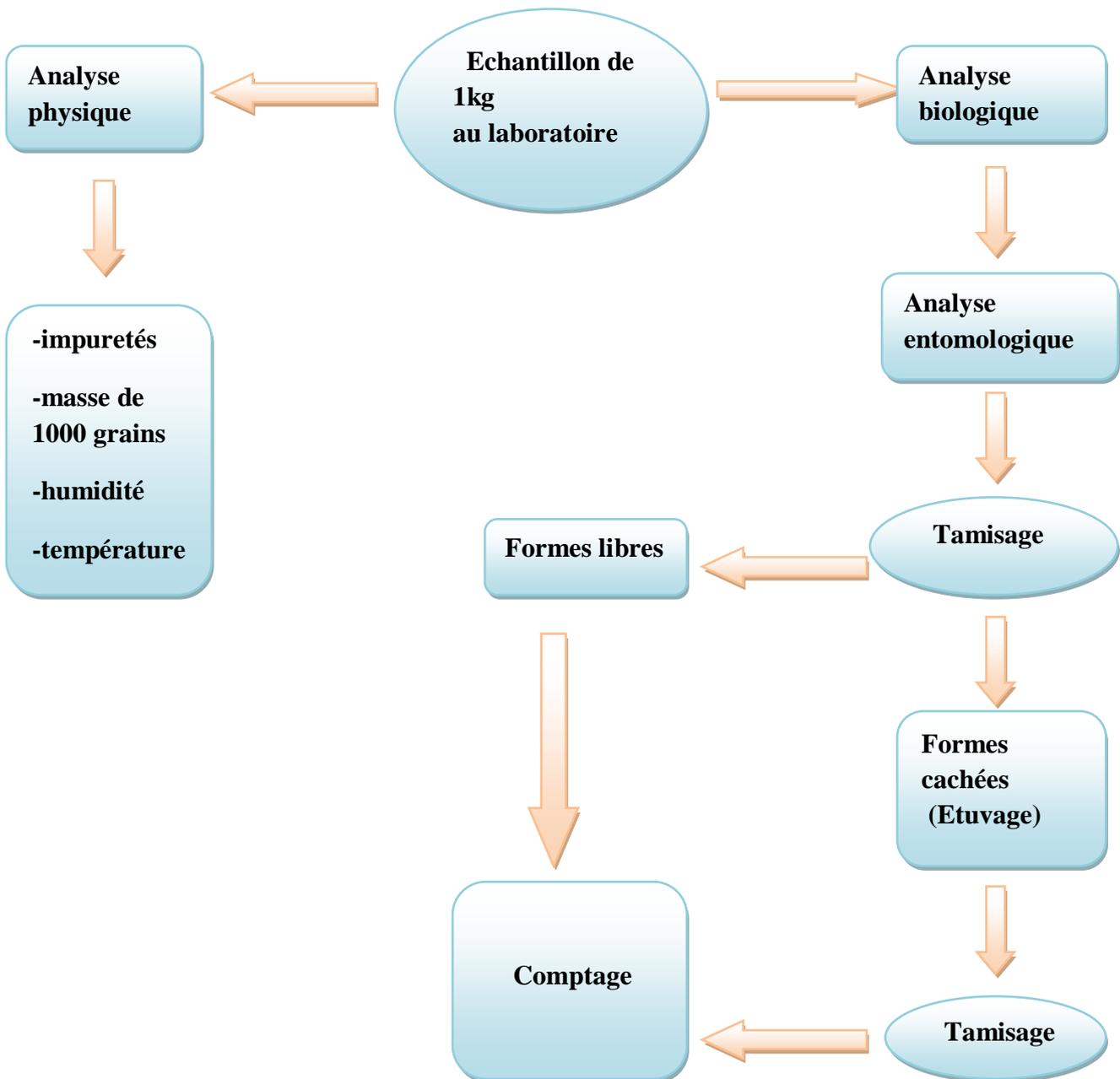


Figure 17 : Protocole d'analyse d'échantillon au niveau de laboratoire

II.1.2.1.Echantillonnage

- **Objet :** L'intérêt primordial de cette opération est de prélever un échantillon (quantité d'un produit donné permettant l'appréciation des qualités de l'ensemble dont il est issu) représentatif du lot global examiné.

- ❖ Les échantillons sont prélevés à partir de la CCLS de Tizi-Ouzou pendant 1 mois pour le Blé dur et tendre de l'importation, une seule cellule a été utilisée pour l'échantillonnage effectué, selon le calendrier établi. Un échantillon de 1kg est prélevé dans chaque prélèvement.
- ❖ Pour le Blé dur local, il est prélevé à partir de la CCLS de Rouïba ; un seul échantillon de 1kg a été prélevé à partir d'un sac de 50 kg.

### II.1.2.2. Récolte et détermination

Pour réaliser l'inventaire des insectes des céréales stockées en silos métallique, on a effectué 4 prélèvements par cellule. Nos prélèvements ont été étalés sur une période d'un mois « mai ».

#### II.1.2.2.1. Emballage et conservation

Nos échantillons à analyser sont enfermés dans des petits sacs en plastique, chaque échantillon est accompagné d'une étiquette portant les renseignements suivants (Fig. 18):

- ❖ La nature de la denrée prélevée.
- ❖ La date de prélèvement.
- ❖ Lieu d'échantillonnage.
- ❖ La température et l'humidité des grains.



**Figure 18: les échantillons de blé étiquetés**

### II.1.3. Analyse biologique des grains

#### II.1.3.1. Analyse entomologique

Elle s'effectue dans les 4 à 5 jours qui suivent les prélèvements. Au laboratoire, les échantillons collectés ont été tamisés afin d'isoler les insectes adultes (Park *et al.*, 2008). On a procédé d'abord à un tamisage à l'aide d'un tamis de 2 mm d'ouverture de maille pour recueillir ainsi facilement les insectes. Deux tamisages réguliers d'une semaine d'intervalle, sont effectués afin de détecter les formes libres (Fig.19).



**Figure 19 : Protocole expérimentale de tamisage**

En vue de mettre en évidence des formes cachées à l'intérieur du grain, les échantillons sont conservés dans des bocaux en verre et placés dans des conditions favorables au développement des insectes.

Dans notre expérimentation, les conditions utilisées sont : température =27°C et 70% d'humidité relative, nous avons mis nos échantillons dans une étuve réglée. A la fin de chaque tamisage, les insectes sont dénombrés et déterminés.

##### II.1.3.1.1. Fréquence centésimale

La fréquence est le pourcentage des individus d'une espèce par rapport au total des individus toutes espèces confondues (DAJOZ, 1971).

$$F(\%) = \frac{n_i}{N} \times 100$$

$n_i$  : est le nombre des individus d'une espèce prise en considération.

$N$  : est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

### II.1.4. Analyse physique des grains

La détermination de l'état sanitaire de la masse globale d'une denrée est une opération primordiale, elle permet d'apprécier la qualité du grain entreposé sur la base des critères tels que :

- Température.
- Humidité.
- Masse de 1000 grains sains.
- Impuretés.

#### II.1.4.1. Température

La mesure de la température des grains est déterminée après chaque prélèvement d'échantillon par une appareil « humidimètre » au niveau de laboratoire de la CCLS de Tizi-Ouzou.

#### II.1.4.2. Humidité (Teneur en eau)

La teneur en eau est déterminée pour l'évaluation du taux d'humidité à l'intérieur du grain. Cette évaluation est très importante, car elle donne une idée sur la qualité alimentaire de la denrée à commercialisé. Pour déterminer l'humidité des grains de blé, nous avons utilisé l'humidimètre (Fig.20) .



Figure 20 : La mesure de la température et l'humidité des grains par l'humidimètre.

**II.1.4.3. Les impuretés**

Elle correspond à tout ce qui est corps étranger aux grains de blé sains comme : les débris végétaux ; les grains d'autres céréales ; les enveloppes des grains de blé ; les grains cassés, échaudés et les poussières.

**Mode opératoire**

La détermination des impuretés est faite au laboratoire, par tamisage et analyse visuelle. Sur un échantillon moyen de (1kg) à partir duquel nous avons prélevé 1000 grains. Les différentes impuretés sont séparées et pesées pour obtenir le taux d'impureté.

**Expression des résultats**

La détermination du taux d'impureté est calculée selon la formule suivante :

$$\%Ti = \frac{Mi(g) \times 100}{Mmg(g)}$$

**Ti** : Taux d'impuretés.

**Mi** : masse des impuretés en grammes.

**Mmg** : masse de 1000 grains exprimés en gramme.

**II.1.4.4. poids de 1000 grains**

L'objectif principal de la détermination du poids de 1000 grains sains de blé est d'estimer la qualité du rendement en farine et en semoule d'une part, et d'autre part, d'évaluer le pourcentage de pertes occasionnées aux grains stockées par les déprédateurs.

**II.1.4.5. Evaluation du pourcentage d'attaque****Mode opératoire :**

Nous avons prélevé de l'échantillon global de 1kg ,1000 grains sains et 1000 grains attaqués et après nous avons les pesé (Fig. 21).



**Figure 21: 1000 grains de blé attaqués par les insectes**

**Expression des résultats**

Le pourcentage d'attaque est donné par la formule suivante selon Athmani (2008)

$$PA = \frac{Na}{Ns + Na} \times 100$$

Soit un lot **N** de grains (1000 grains) :

**Ns** : nombre de grains sains pesés.

**Na** : nombre de grains attaqués pesés.

### II.2. Evaluation de l'activité insecticide de l'Aneth *Anethum graveolens* L. contre *Tribolium castaneum* Herbst:

#### II.2.1. Matériel

##### II.2 .1.1. Matériel biologique

##### II.2.1.1.1. Matériel végétal

Au cours de notre travail, nous avons choisi l'espèce végétale de la famille des ombellifères, il s'agit de l'Aneth *Anethum graveolens*. Les parties utilisées pour réaliser cette étude sont les feuilles (Fig.22).



Figure 22 : Feuilles d'*Anethum graveolens* (Original)

##### II.2.1.1.2. Matériel animal

L'étude a été réalisée sur les individus de *Tribolium castaneum* trouvé dans le blé dur stocké provenant de la CCLS de Rouïba.

L'élevage en masse a été réalisé au niveau du laboratoire du Département d'Agronomie (laboratoire 17) de la Faculté des sciences de l'Université de Boumerdès.

##### II.2.1.2. Matériel non biologique

L'ensemble du matériel utilisé pour réaliser cette étude est composé d'appareillage, de réactifs, de produits chimiques et de verrerie (Annexe1).

### II.2.2. Méthodes d'étude

Les étapes sont récapitulées dans la figure 23.

L'étude est essentiellement axée sur :

- Préparation de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*.
- Un criblage phytochimique de la poudre végétale des feuilles d'*Anethum graveolens*.
- Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait éthanolique brut.

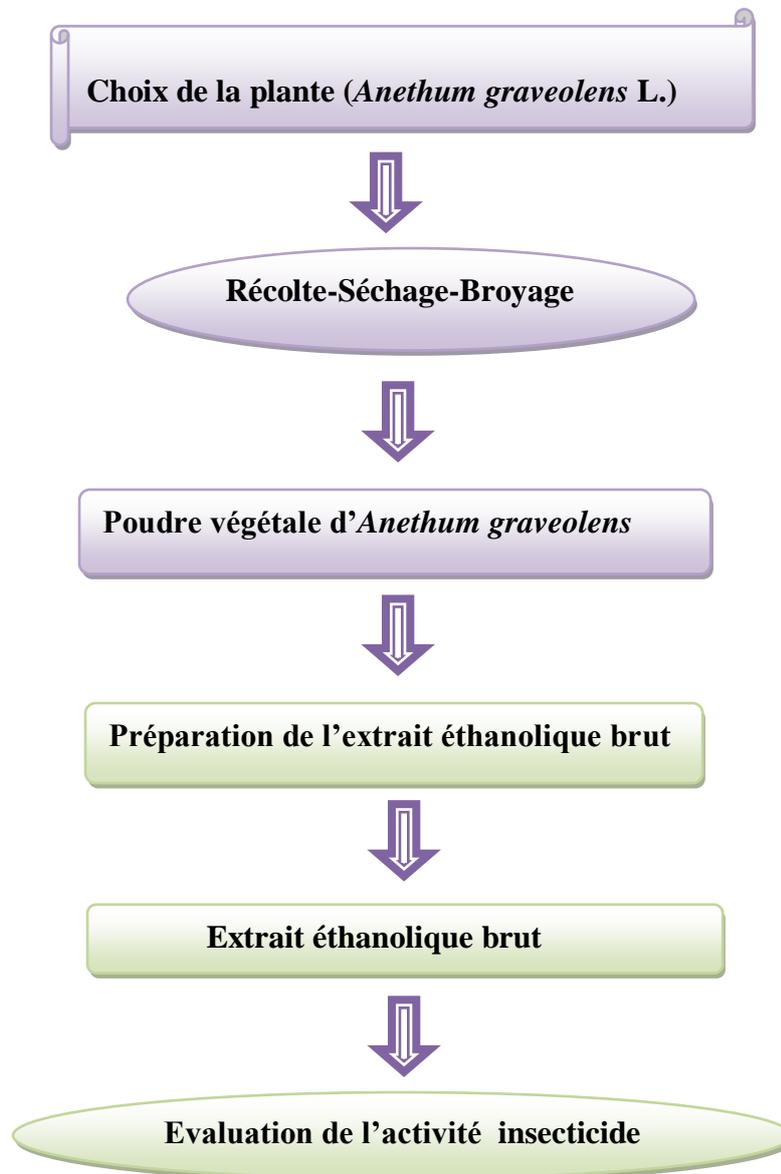


Figure 23: Schéma général des différentes étapes du travail

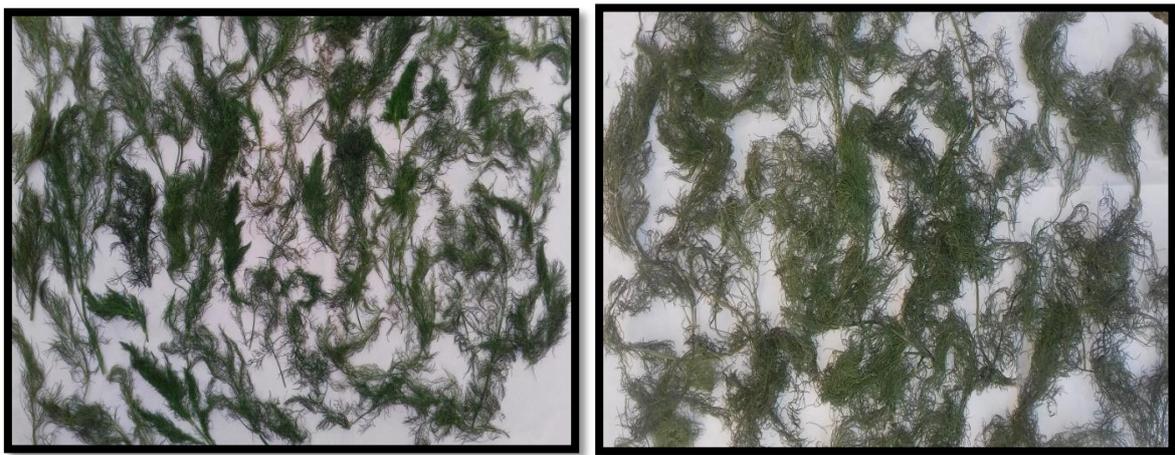
### II.2.2.1. Méthodologie de récolte, séchage, broyage et conservation de la poudre végétale d'*Anethum graveolens*

#### ➤ Récolte

La récolte de la plante d'*Anethum graveolens* a été effectuée durant le mois de Mars de l'année 2018 dans la région de Cap Djinet (Boumerdès).

#### ➤ Séchage

L'étape de séchage a pour but d'abaisser la teneur en eau des feuilles récoltées afin d'éviter toute réaction d'altération et la prolifération des microorganismes. Les parties récoltées sont séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière pendant une semaine (Fig. 24)



a- Avant séchage

b- Après séchage

**Figure 24- Feuilles d'Aneth**

#### ➤ Broyage et de conservation de poudre

Les feuilles séchées sont réduites en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique à hélice de type Philips. La poudre résultante est conservée à l'abri de la lumière dans des flacons en verre hermétiquement fermés (Fig.25).



**Figure 25 : Poudre végétale (Original)**

## II.2.2.2. Etude phytochimique des feuilles

Une étude phytochimique ou screening a été réalisée dans le but de révéler la présence des principales substances bioactives dans l'infusé des échantillons des feuilles d'*Anethum graveolens* (Tableau 2).

## a. Préparation de l'infusé à 20 %

- ✓ Nous avons versé 100 ml d'eau distillée chaude sur 20g de poudre de la plante d'*Anethum graveolens* déposée au fond d'un Becher.
- ✓ Après refroidissement et filtration, le filtrat résultant est complété par l'eau distillée jusqu'à 100 ml.

**Tableau 2 :** Molécules recherchées, leurs réactifs de caractérisation et les résultats attendus  
(Harborne, 1998; Trease et Evans, 1989)

Molécules recherchées	Volume de l'infusé ou la poudre végétale	Réactifs de caractérisation	Résultats
<b>Tanins totaux</b>	-5 ml de l'infusé	-Quelques gouttes de FeCl <sub>3</sub> à 5%	Coloration bleu noire
<b>Tanins galliques</b>	-5 ml de l'infusé	-2 g d'acétate de sodium -Quelques gouttes de FeCl <sub>3</sub>	Coloration bleu foncée
<b>Tanins catéchiques</b>	-15 ml de l'infusé	-7 ml de réactif de 10 ml du formol à 40% (40 ml du formol+ 60 ml d'eau distillé) -5 ml d'HCL	Coloration rouge
<b>Anthocyanes</b>	-5ml d'infusé	-Quelques gouttes d'HCL	Rouge
<b>Saponosides</b>	-2 ml de l'infusé	-Quelques gouttes d'acétate de plomb	Précipitation blanc
<b>Amidon</b>	-2g de poudre	-Quelques gouttes d'iode	Coloration bleu-violacée
<b>Glucosides</b>	-2g de poudre	-Quelques gouttes de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Coloration rouge brique

<b>Irridoïdes</b>	-2ml de l'infusé	-Quelques gouttes d'HCl -chauffer sur plaque chauffante	Coloration bleue
-------------------	------------------	--	------------------

#### II.2.2.2.1 Préparation de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*

L'éthanol est fréquemment employé pour l'extraction des composés phénoliques (Falleh *et al.*, 2008). C'est la raison pour laquelle on a opté pour la préparation d'un extrait éthanolique brut de notre plante par l'utilisation d'éthanol comme solvant d'extraction.

La procédure suivie est celle décrite par Owen *et al.* (1990).

- **Mode opératoire**

Une quantité de 5g de poudre de la plante a été laissée macérer dans 80ml d'éthanol pendant 3 jours sous agitation. Après filtration, le résidu (sédiment) a été extrait une deuxième fois avec 40 ml d'éthanol pendant 48 h et une troisième macération a été faite avec 20 ml d'éthanol pendant 24 h.

Les trois solutions ont été ensuite combinées et laissées décanter puis filtrées.

L'extrait éthanolique a été ensuite soumis à une évaporation sous vide à 65 C°, l'extrait brut a été récupéré dans un pilulier.

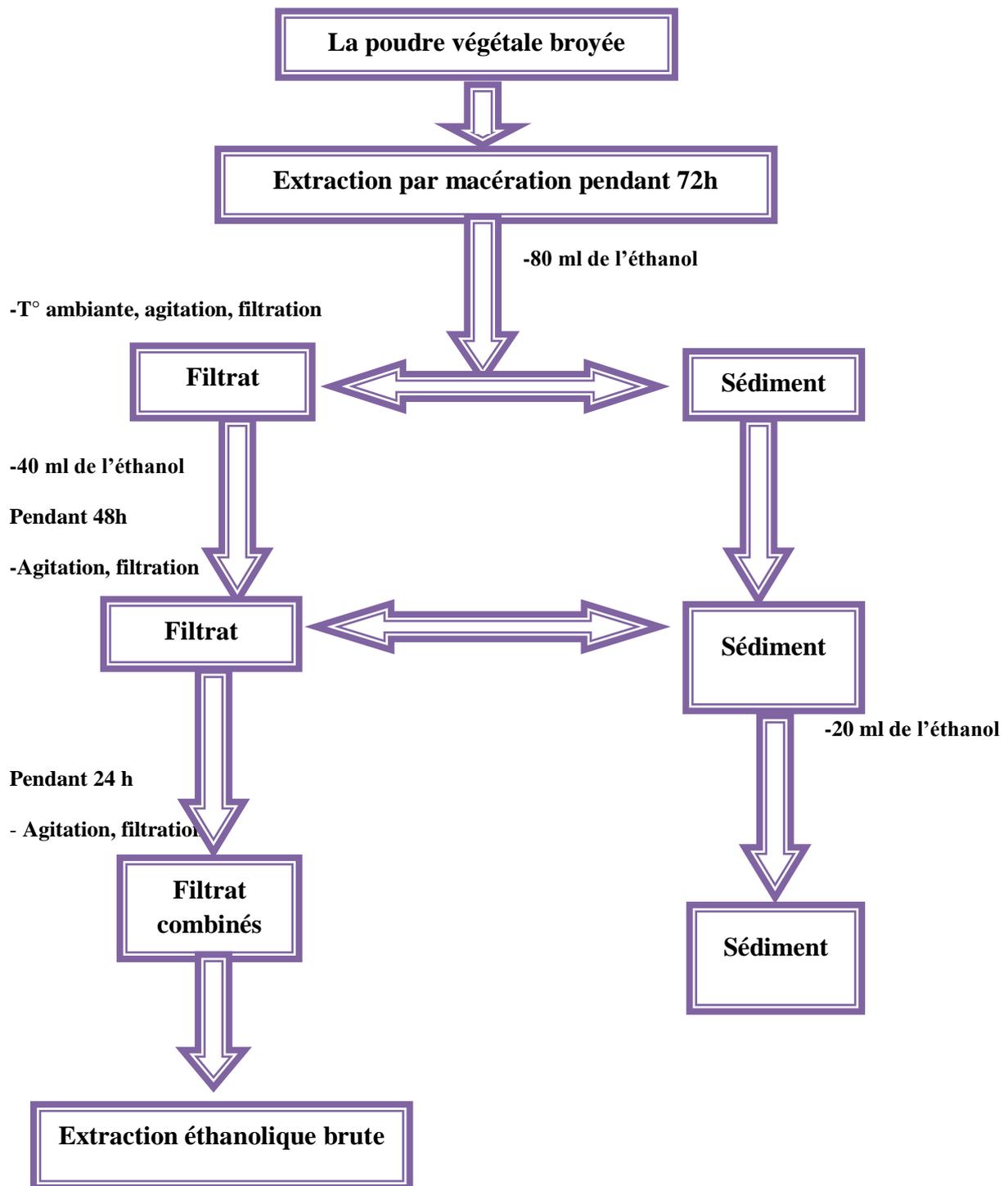


Figure 26: Protocole d'obtention de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*

**✓ Calcul de rendement :**

Le calcul du rendement l'extraction éthanolique brut est déduit par la formule suivante :

$$R\% = (M - M_0 / M_T) \times 100$$

Tels que :

R% : Taux de la matière extraite.

M : Masse du ballon avec l'extrait

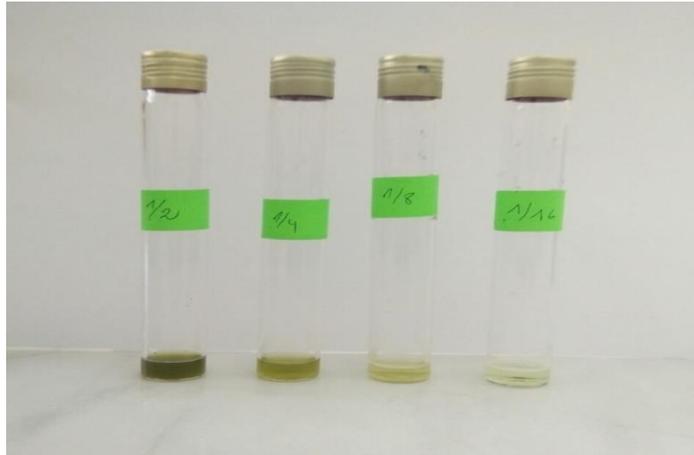
M<sub>0</sub> : Masse du ballon vide.

M<sub>T</sub> : Masse végétale totale utilisée dans l'extraction.

**II.2.2.4.1. Préparation des solutions tests (solution insecticide)**

Les solutions tests ont été préparées le même jour du traitement par dissolution de l'extrait brut dans éthanol. Quatre doses de l'extrait choisies pour effectuer le test de toxicité sont préparées comme suit (Fig.27):

- ❖ 0,5mg, 1mg, 2mg et 4mg d'extrait éthanolique brut sont mis respectivement dans quatre béchers.
- ❖ On y ajoute dans chacun 1ml d'eau distillée et une goutte de twinn à 40% avec agitation pour l'obtention des solutions homogènes à différentes concentrations.
- ❖ L'eau distillée a été utilisée pour traiter les adultes de tribolium des lots témoins.



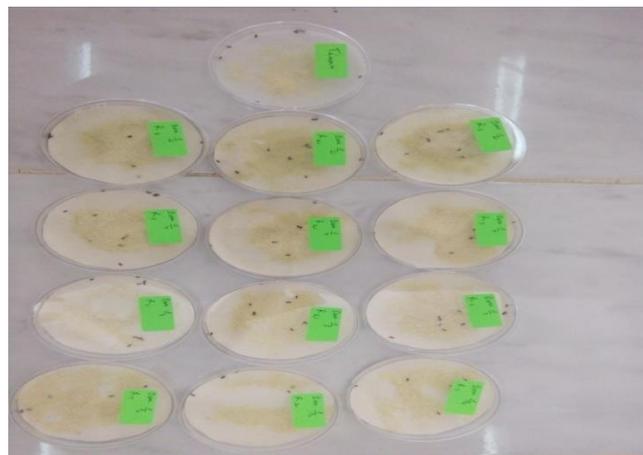
**Figure 27: Série de dilutions préparées à partir de la solution mère de l'extrait brut d'*Anethum graveolens***

#### II.2.2.4.2. Evaluation de la toxicité de l'extrait brut d'*Anethum graveolens* par contact

L'effet de toxicité par contact a été évalué en utilisant le papier filtre qui est placé dans chaque boîte de pétrie et après sont traités par les différentes dose de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*.

Nous avons utilisé comme substrat alimentaire la semoule. Un lot de 10 insectes adultes a été placé au centre de chaque boîte de pétrie.

Les insectes de *Tribolium castaneum* sont mis sous observation et les mortalités sont relevées après 24h, 48h, 72h, 96h, 120h de traitement ; 3 répétitions ont été réalisées pour chaque dose (Fig. 28).



**Figure 28: Test de l'activité insecticide**

### -Exploitation des résultats

#### -Méthodes de calcul

- On calcule le nombre de mortalités cumulées des insectes de tribolium en fonction du temps et des différentes doses de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*
- On calcule le pourcentage de mortalités cumulées des insectes de tribolium en fonction du temps et des différentes doses de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*

#### ✓ Détermination de la DL<sub>50</sub>

La dose létale 50 (DL 50) (dose létale pour 50% des individus) est la dose nécessaire pour tuer la moitié d'une population, est une valeur qui nous renseigne sur l'importance de l'effet toxique de notre extrait dans le temps. C'est un indicateur de la toxicité d'une substance. Elle est calculée à partir de la droite de régression des probits ( $y=ax +b$ ) correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des doses de traitement.

Sont déterminées ou :  $y= ax+b$

Y :Probit de mortalité corrigée

X : Logarithme décimal de la concentration

a : La pente

La table des probits de Cavelier (1976) (Annexe2

) est utilisée à cet effet.

$$y=a+\text{Log}(x)$$

#### ✓ Détermination de la TL<sub>50</sub>

Le temps léthal 50 (TL<sub>50</sub>) correspond au temps nécessaire pour que périssent 50% des individus exposés à une concentration déterminée (Ramade,2007).

Il est calculé à partir de la droite de régression des temps de traitement.

Probités = f(log temps)

**II.2.2.5. Analyse statistique :****Détermination de la moyenne, de l'écart type et de l'erreur standard à la moyenne (ESM)**

Afin de se rapprocher le plus possible de la valeur réelle du diamètre avec certitude l'effet de l'extrait végétal sur les souches testées, nous avons en recourt à un indice statistique permettant de mesurer l'erreur standard à la moyenne (ESM). Le calcul de cet indice nécessite préalablement le calcul de la moyenne ( $\bar{X}$ ) et de l'écart-type (S). Les formules permettant d'obtenir les valeurs des paramètres cités sont les suivantes :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n}$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2}}{n-1}$$

$$ESM = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

**Avec :**

$\bar{X}$  : moyenne arithmétique

$X_i$  : valeur individuelle

n : effectif

S : écart-type

**Analyse de la variance à un facteur**

Les résultats de l'activité des extractions éthanolique brut vis-à-vis de la mortalité des individus de tribolium, sont soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur, qui permet de mesurer les effets de chaque dilution de l'extrait sur le paramètre mesuré .



# Chapitre III

Résultats et Discussion

### III.1. Analyse entomologique des grains

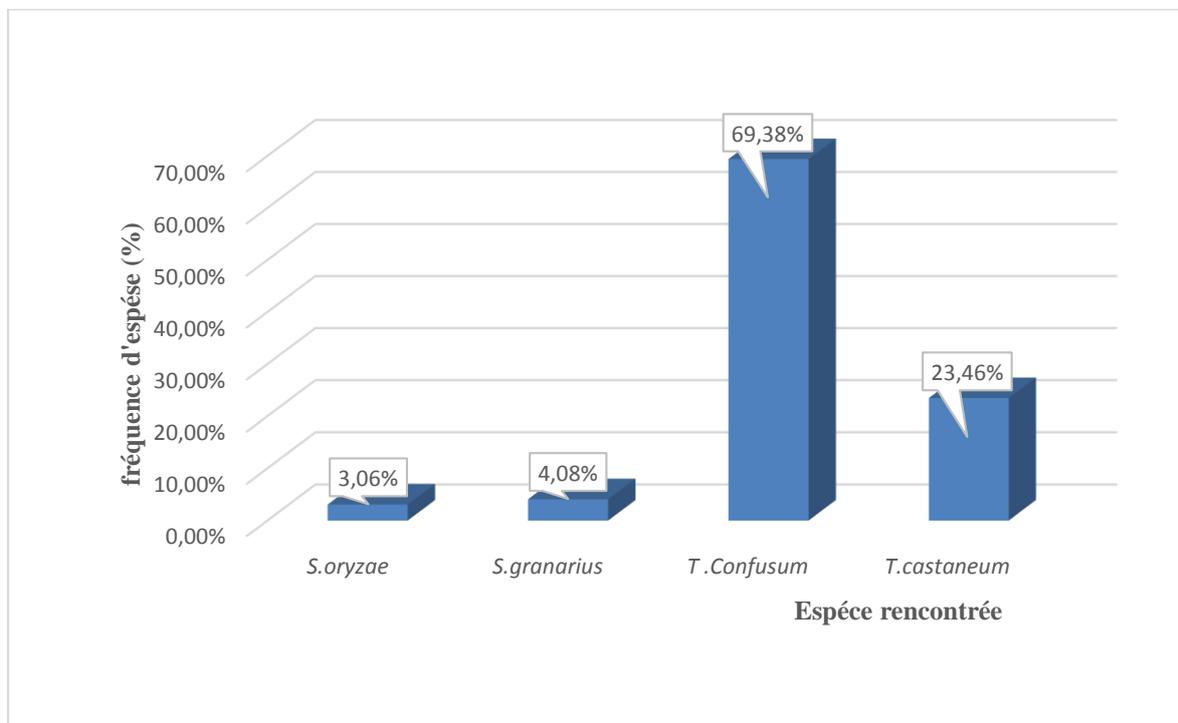
#### III.1.1 Blé dur et tendre de l'importation

Pour le blé dur et tendre de l'importation stocké dans les silos métalliques de la CCLS de Tizi-Ouzou, on remarque une absence d'insectes ravageurs au cours du mois de mai. Ceci peut être expliqué par les bonnes conditions de stockage dans le silo métallique.

#### III.1.2. Blé dur local

Pour le blé dur local stocké dans des sacs de 50 kg au niveau de la CCLS de Rouïba, on remarque la présence des insectes ravageurs dans l'échantillon prélevé qui appartiennent principalement à l'ordre des coléoptères.

Les fréquences centésimales de chaque espèce d'insecte trouvé dans l'échantillon de blé dur local sont notées dans la figure 29.



**Figure 29:** Fréquences centésimale de chaque espèce d'insecte trouvé dans l'échantillon de blé dur local

D'après les résultats montrés dans la figure 29, les insectes rencontrés dans l'échantillon de blé dur local de Rouïba sont de l'ordre de coléoptères étaient représentés par 4 espèces réparties sur deux familles : famille de Curculionidae, l'espèce *Sitophilus oryzae*

avec un fréquence de 3,06 % et *Sitophilus granarius* avec une fréquence de 4,08 %, et la famille de Tenebrionidae , l'espèce *Tribolium castaneum* avec 23,46 % et *Tribolium confusum* qui a révélé l'espèce la plus fréquente avec une fréquence de 69,38 %.

Cela rejoint les résultats des travaux de Aoues et al (2017), dans les sites de stockage des céréales en Algérie qui ont confirmé que le statut des coléoptères comme insectes majoritaires infestant les denrées stockées et ceux de de Waongo et al (2013), qui ont identifié six espèces de coléoptères et 4 espèces de lépidoptères sur 11 espèces d'insectes dans les stocks de maïs, de mil et de sorgho des paysans de la zone Sud-soudanienne Burkinabè. Aussi, Markham et al (1994), estiment que les coléoptères sont de loin le groupe le plus important au sein des insectes ravageurs des stocks au Bénin et en Afrique, c'est le cas aussi des enquêtes réalisées par Barrier-Guillot et al (2014), en France.

### III.2. Analyse physique des grains

#### a) Blé dur de l'importation

Les résultats de l'évaluation physique du blé dur sont notés dans le tableau 3.

**Tableau 3:** Analyses physiques des échantillons de blé dur de l'importation stockés au niveau de la CCLS de Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou).

Dates de prélèvement	6/05/2018	13/05/2018	17/05/2018	23/05/2018
Taux d'impuretés (%)	11,67	9,57	18,54	11,88
Poids de 1000 grains sains (g)	44,88	49,40	45,19	46,03
Température du grain(C°)	16	17	17	18
Humidité du grain(%)	12,3	12,4	12,7	13,1
Pourcentage d'attaque (%)	–	–	–	–

Pour le taux d'impureté de blé dur de l'importation, on remarque que les valeurs varient entre 9,57% et 18,54%, et les valeurs de poids de 100 grains varient entre 44,88% et 49,4g. Pour la température des grains de blé dur de l'importation les valeurs varient entre 16°C et 18°C. Les valeurs d'humidité des grains varient entre 12,3% et 13,1%.

### b) Blé tendre de l'importation

Les résultats de l'évaluation physique du blé tendre sont notés dans le tableau 4.

**Tableau 4:** Analyses physiques des échantillons de blé tendre de l'importation stockés au niveau de la CCLS de Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou).

Dates de prélèvement	6/05/2018	13/05/2018	17/05/2018	23/05/2018
Taux d'impuretés (%)	7,45	5,60	9,68	8,23
Masse de 1000 grains sains (g)	46,65	32,47	41,21	40,81
Température du grain (C°)	16	17	17	19
Humidité du grain (%)	12,7	12,5	12,3	13,1
Pourcentage d'attaque (%)	–	–	–	–

Pour le taux d'impureté de blé tendre de l'importation, on remarque que les valeurs varient entre 5,6% et 9,68%, et les valeurs de poids de 100 grains varient entre 32,47% et 46,65%. Pour la température des grains de blé tendre de l'importation les valeurs varient entre 16°C et 19°C. Les valeurs d'humidité des grains varient entre 12,5% et 13,1%.

### c) Blé dur local

Les résultats de l'évaluation physique du blé dur local sont notés dans le tableau 5.

**Tableau 5:** Analyses physiques de l'échantillon de blé dur local stockés au niveau de la CCLS de Rouïba (Alger).

Date de prélèvement	1/05/2018
Taux d'impuretés (%)	62,76
Masse de 1000 grains sains (g)	45,58
Température du grain(C°)	19
Humidité du grain(%)	16
Pourcentage d'attaque (%)	42 ,38

Pour le blé dur local, on remarque qu'il enregistre un taux d'impureté élevé de 62,76% .

La valeur de poids de 100 grains sains de blé dur local est de 45,58g

La température des grains de blé dur local est de 19°C .Les valeurs d'humidité des grains de blé dur local est de 16% .Le pourcentage d'attaque des grains de blé dur local est de 42,38%

### III.2.1.Taux d'impureté

La détermination des taux d'impuretés des blés dur et tendre importés et de blé dur local est consignée dans les tableaux 3, 4, 5.

Les résultats obtenus montre que le taux des impuretés est très irrégulier, pour le blé dur importé, on remarque un taux d'impuretés varient de 9,57% à 18,54%, et pour le blé tendre importé, on remarque un taux d'impuretés varient entre 7,45% et 9,68%. Pour le blé dur local, on remarque un haut taux d'impuretés de 62,76%.

Selon Athmani (2008), les taux des impuretés élevés ont un effet néfaste sur le stockage de la denrée, car leur présence provoque des élévations de température et l'humidité relative de milieu, ces conditions favorisent ainsi l'infestation des grains par les déprédateurs.

### III.2.2.Poids de 100 grains (PMG) :

Les résultats consignés dans les tableaux 3, 4 montrent que le poids de 1000 gains de blé dur importé et local étant moyen et constant pour l'ensemble des échantillons prélevés varient entre 44 g et 49 g.

Le tableau 5 montre que le PMG de blé tendre importé étant inconstant et les valeurs varient entre 32g et 46g.

En comparant nos résultats avec ceux obtenus par El Hadeff (2015) sur les travaux réalisés sur des variétés de blé dur Algérien ayant enregistré des valeurs moyennes maximales de 40g, 38g et 39 g ,et la valeur moyenne la plus faible était de 32g. Selon Lasme (2011), le PMG c'est une caractéristique qui permet d'évaluer le remplissage du grain. Les grains échaudés, ceux qui ont souffert de mauvaises conditions de croissance, petits, « mal nourris », ou ceux qui ont été partiellement vidés de leur amande par des prédateurs aux champs ou lors du stockage.

### III.2.3. Température du grain

Les résultats consignés dans les tableaux 3, 4, 5 montrent que la température des grains de blé dur et tendre importés étant constants, les valeurs varient de 16 C° à 19 C°, et le tableau 5 montre que la température des grains de blé dur local est de 19 C°.

En comparant nos résultats avec les travaux de Bouslah *et al* (2015), réalisés sur le blé dur stocké qui ont enregistré une valeur de température minimale des grains de 17,7 C° et une valeur maximale de 27,8 C° où ils ont remarqué la présence d'insectes ravageurs :13 insectes vivant et 35 insectes mort .

### III.2.4. Humidité du grain

Les résultats consignés dans les tableaux 3,4 et 5 montrent que l'humidité des grains de blé dur et tendre importés est constante, les valeurs sont évaluées entre 12% et 13%. Le blé dur local enregistre l'humidité la plus élevée avec 16%.

### III.2.5. Pourcentage d'attaque

D'après la valeur consignée dans le tableau 5, le pourcentage d'attaque de blé dur local est de 42,38% .Selon Bousalah *et al* (2015), les grains attaqués de blé dur stocké sont en corrélation avec les impuretés, les insectes vivants et morts en présence d'humidité, influent sur les grains de blé dur.

### III.3. Evaluation de l'activité insecticide de l'Aneth *Anethum graveolens* L. vis-à-vis du tribolium *Tribolium castaneum* Herbst

#### III.3.1. Rendement et caractérisation de l'extrait éthanolique brut

- **Calcul du rendement :**

L'extraction a permis d'obtenir un extrait brut d'une couleur vert-foncée. Le rendement d'extraction réalisée par macération. Les résultats de rendement sont reportés dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** Rendement des poudres des feuilles d'Aneth

Paramètres	Poids (g)
La masse de l'extrait	0.41 g
La masse de ballon	75.96 g
La masse de ballon + l'extrait	76.37 g
La masse totale de poudre utilisée	5g
Le rendement %	8,2%

Le rendement de l'extraction brut obtenu à partir de la poudre des feuilles d'*Anethum graveolens* L. est de 8,2 %.

En comparant nos résultats avec ceux de Radulescu *et al.* (2010), qui ont travaillé sur les huiles essentielles de même espèce, ils ont trouvé le rendement des feuilles égal à 1,2%, qui est inférieur à notre rendement de l'extrait brut qui égale à 8,2%. En effet, le rendement n'est pas relatif, il dépend de la méthode et des conditions dans lesquelles l'extraction a été faite. Autrement, cette différence peut être due à la nature de la matière végétale (Smith *et al.*, 2001). Elle varie en fonction de l'organe récolté, de la période ainsi qu'au mode de la récolte. Elle est étroitement liée aux facteurs édapho-climatiques du milieu (pluviométrie, altitude, latitude et la nature du sol). Le mode de stockage et le conditionnement influent aussi sur le rendement Lee *et al.*, (2003).

### III.3.2. Screening phytochimique

Le tableau 7 regroupe les résultats du criblage effectué sur la poudre d' *Anethum graveolens* .

**Tableau 7-** Résultats du criblage phytochimique de la poudre d'Aneth

Molécules recherchées	Résultats prévus	Résultats obtenus
Tanins totaux	-coloration bleu noire	+++
Tanins gallique	-coloration bleu foncée	+++
Tanins catéchiques	-coloration rouge	+++
Anthocyanes	-coloration rouge	-
Saponosides	Précipitation blanc	+++
Amidon	Coloration bleu violette	-
Glucoside	Coloration rouge brique	-
Iridoides	-coloration bleu	-

**Avec : (-) : Absence de substance ; (+) : Faible teneur en substance ;  
(++) : Moyenne teneur en substance ; (+++) : Forte teneur en substance.**

Les tests de la composition chimique réalisée sur la poudre des feuilles de l'Aneth *Anethum graveolens* révèlent la présence des tanins totaux, tanins galliques, tanins catéchiques et les saponosides en grande quantité. Par contre, on remarque l'absence des anthocyanes, de l'amidon, des glucosides.

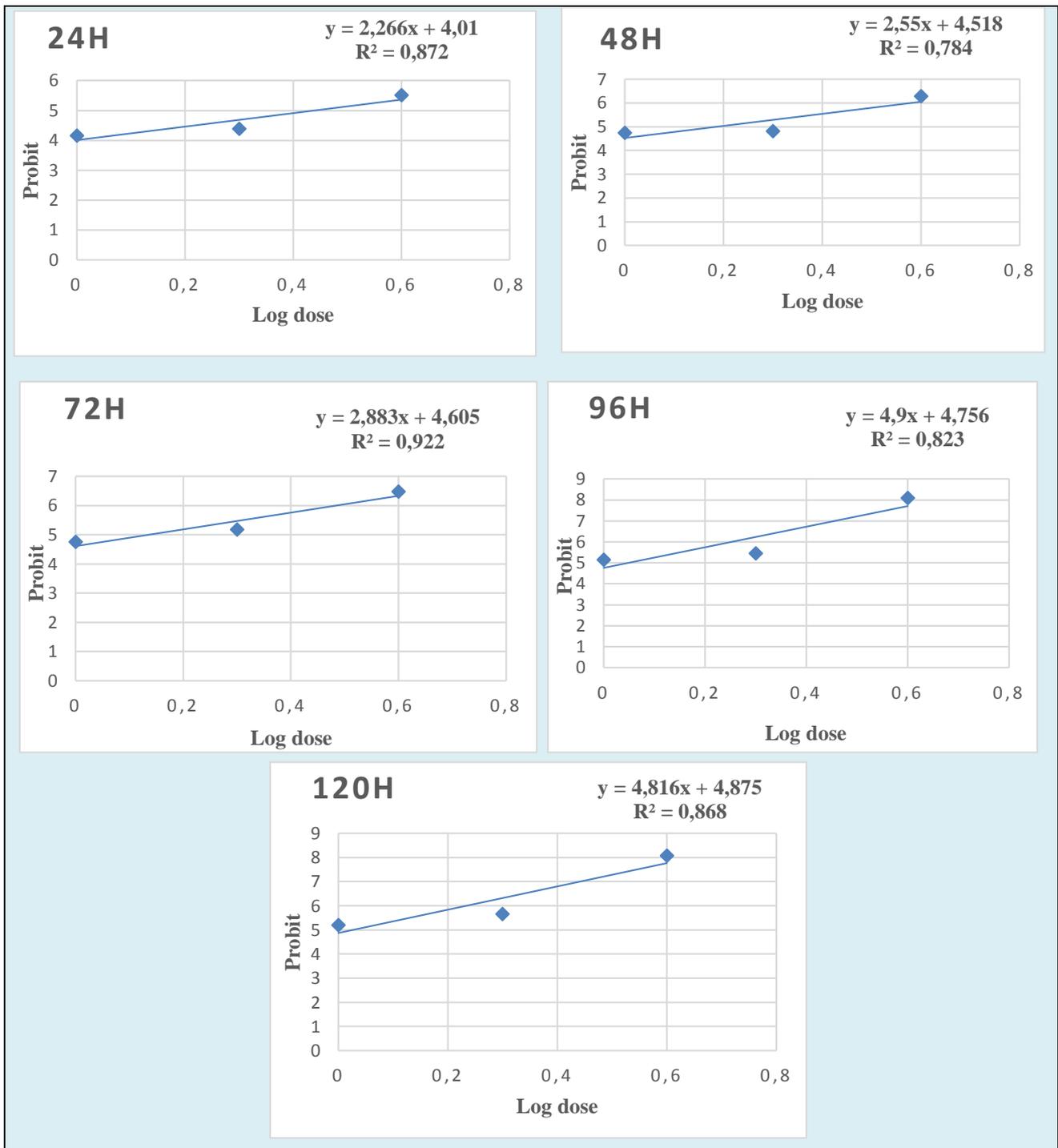
Nos résultats sont en accords avec ceux obtenus par Jana et *al* (2010) et Saloua et *al* (2016) par rapport à la présence des tanins. Selon Raymond et *al* (2011), les tanins sont des métabolites toxiques utilisés comme insecticides dans la lutte contre les insectes.

### **III.3.3. Activité insecticide de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens* :**

Les résultats des mortalités des triboliums sont représentés dans les tableaux allant de 7 à 10.

#### **➤ Evaluation de la dose létale DL50**

Le calcul des DL50 est fait à partir des droites de régressions probit =  $f \log$  (dose) représentées dans la figure 30.



**Figure 30** : Droites de régressions :  $\text{probit} = f \log (\text{dose})$  des triboliums par l'extrait brut d'*Anethum graveolens* L. en fonction du temps d'observation.

A partir des équations de chaque graphe, on a calculé les valeurs de la DL50, ces dernières sont représentées dans le tableau 8.

**Tableau 8:** valeurs des doses létales 50 (DL50) de la population des triboliums traitées par l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*.

Temps (h)	Equations des droites de régression	Coefficients de régression	DL 50 (mg/ml)
24h	$Y=2,2667x+4,01$	$R=0,9341$	0,273
48h	$Y=2,55x + 4,5183$	$R=0,8855$	0,154
72h	$Y=2,8833x +4,605$	$R=0,9603$	0,137
96h	$Y=4,9x + 4,7567$	$R=0,9073$	0,112
120h	$Y=4,8167x + 4,875$	$R=0,9317$	0,106

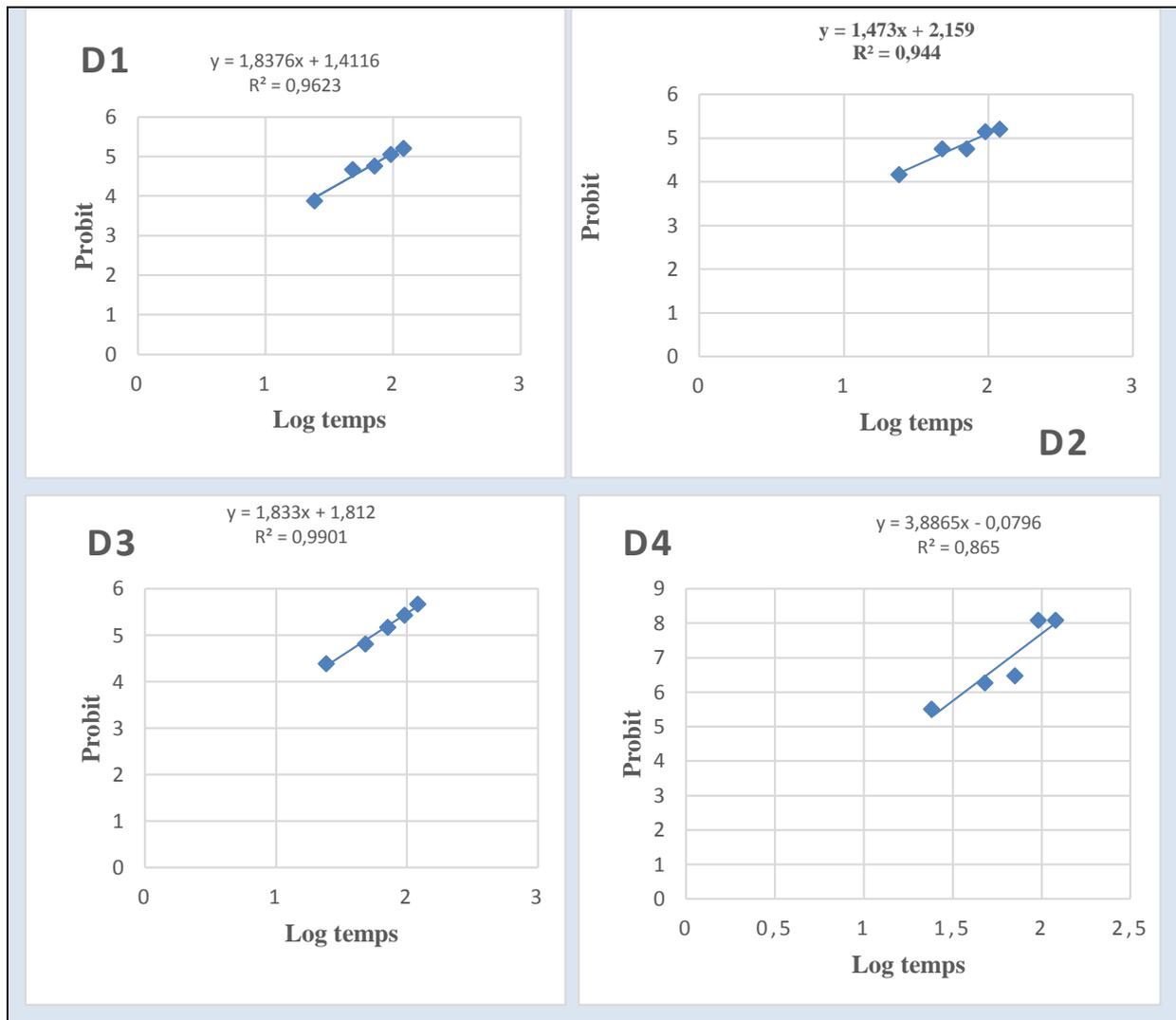
D'après les résultats notés dans la figure 16, on remarque que la dose létale 50 pour le temps d'observation le plus court (24h) est de 0,273 mg/ml. La DL 50 obtenue après 48h est de 0,154 mg/ml et 0,137 mg/ml après 72h. La dose létale la plus faible est obtenue après 120h, elle est de 0,106 mg/ml.

On remarque que la dose létale DL50 est proportionnelle au temps. La dose la plus importante est obtenue après des temps de traitement courts, tandis que les DL50 les plus faibles sont obtenue avec les temps d'observation les plus longs.

#### ➤ **Evaluation du temps létale 50**

La détermination du temps létale 50 des différents temps de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens* testé sur les insectes de triboliums a été calculée à partir des droites de régression : probit en fonction du logarithme des temps de traitement.

Les résultats des TL50 sont notés dans la figure 31 et le tableau 9.



**Figure 31:** Droites de régression Probit =  $f$  log (temps) des tribulium traités par l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens* aux différentes temps d'observation.

A partir des équations de chaque graphe, on a calculé les valeurs de la TL50, ces dernières sont représentées dans le tableau 9.

**Tableau 9:** valeurs des temps létaux pour 50 % (TL50) des populations de triboliums induits par l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens* L.

Dose mg/ml	Equation des droites de régression	Coefficients de régression	TL50 en heure
0,5 mg/ml	$Y=0,8376x + 1,4116$	$R=0,9809$	89,68
1 mg/ml	$Y=1,4734x + 2.159$	$R=0,9719$	84,742
2 mg/ml	$Y=1,833x + 1,812$	$R=0,9950$	54,852
4 mg/ml	$Y=3,8865x - 0,0796$	$R=0,9300$	20,27

D'après la figure 31 et le tableau 12, les résultats obtenus montrent que : le temps létale 50 obtenu est 89,68 heure pour la dose la plus faible D1, il est long, tandis que le temps létal le plus court est de 20,27 heure, il est obtenu avec la dose 4mg /ml.

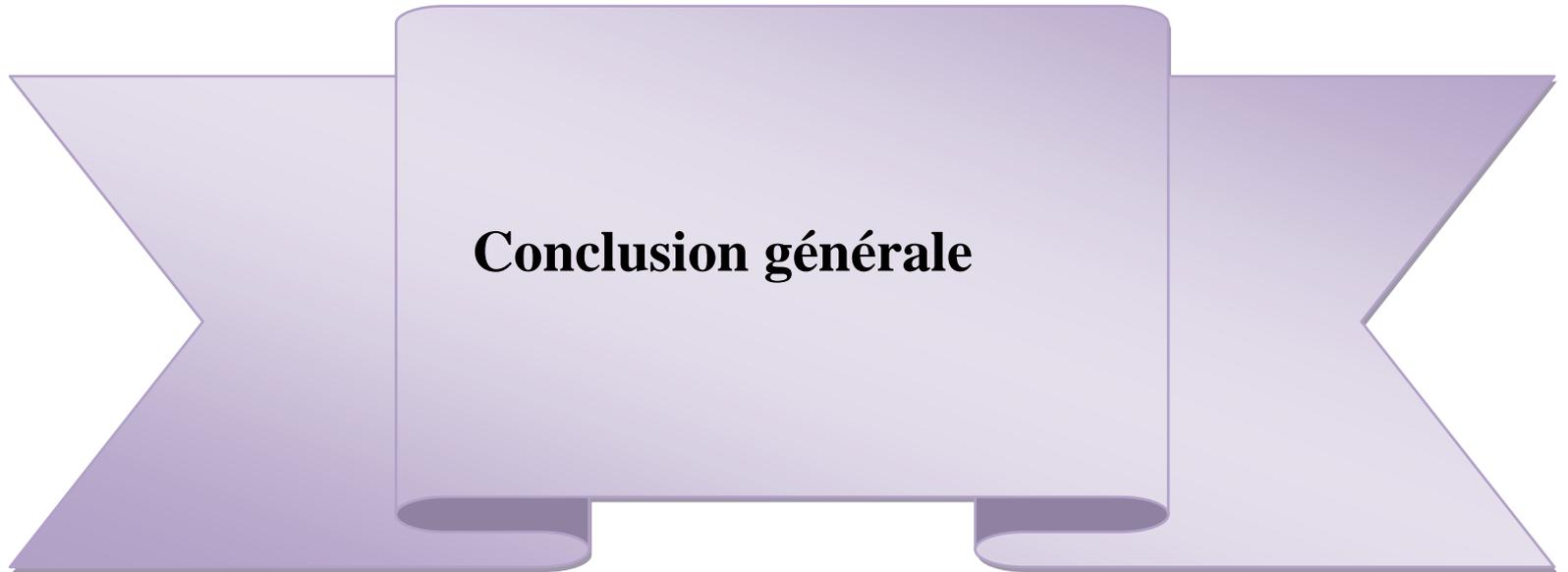
➤ **Résultat de l'analyse statistique :**

L'analyse de la variance des taux de mortalité des Triboliums traité par l'extrait éthanolique de la poudre des feuilles d'aneth ont montré une différence hautement significative selon les doses et le temps et avec des valeurs de probabilité inférieures à 1‰ ( $P=0.000$  et  $P=0.001$ ;  $P<1‰$ ) respectivement pour un  $\alpha$  de 0.05 (de 5%) (Tab.10 et Fig. 32).

**Tableau 10- Analyse de la variance de la mortalité des Triboliums en fonction des différentes doses et du temps de l'aneth par le test ANOVA**

Effet	Somme des carrés	d.d.l	Moyenne des carrés	F-ratio	P
<b>Ord .Origine</b>	57595.20	1	57595.20	1212.594	0.0000000
Temps	18368.64	4	4592.16	96.682	0.000000
Doses	5004.40	4	1251.10	26.340	0.000001
Erreur	759.96	16	47.50		

En se référant aux travaux de Chaubey (2007), l'*Anethum graveolens* pourrait être un insecticide végétal qui combat le *Tribolium castaneum*. D'autres parts Bounechada et al (2011), ont évalué l'effet positif bioinsecticide de deux plantes médicinales *Melia azedarach* et *Peganum harmala* sur le ravageur des céréales stockées *Tribolium castaneum*.



**Conclusion générale**

## Conclusion générale et perspective :

---

### Conclusion générale :

Par ce présent travail, nous avons contribué à la connaissance de l'état sanitaire des céréales stockées au niveau des coopératives des céréales et légumes sec de Draa Ben Kedda (Tizi-Ouzou) et de Rouiba (Alger) et d'évaluer l'activité insecticide de plante *Anethum graveolens*.

L'établissement d'un inventaire des insectes révèle l'existence des espèces les plus importantes inféodées au blé dur local stocké en sac au niveau de la CCLS Rouiba.

Les espèces rencontrées au cours de notre travail sont représentées par 4 espèces d'insectes. Deux espèces primaires de la famille de Curculionidae : *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae* et deux espèces secondaires de la famille de Tenebrionidae : *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum* ; La présence de ces ravageurs est conditionnée par la température 19°C et l'humidité relative 16% des grains de blé dur local stockés au niveau de la CCLS de Rouiba (Alger).

D'après les résultats obtenus, on peut affirmer que les structures d'entreposage en silo métallique par rapport au stockage en sac offrent de meilleures conditions de conservation du blé vu l'absence d'insectes ravageurs dans les échantillons prélevés au cours du mois de mai.

En ce qui concerne l'essai d'évaluation de l'activité insecticide d'*Anethum graveolens*, l'extrait brut éthanolique présente des propriétés insecticides importantes vis-à-vis du *tribolium*. Les DL50 calculées ont mis en évidence un fort pouvoir insecticide évalué à 0,273 mg/ml. Cette variable diminue au cours du temps. Aussi les TL50 sont atteints très tôt avec les fortes doses. 20.27 heures, il est obtenu avec la dose 4mg/ml.

L'*Anethum graveolens* pourrait être donc une source d'insecticide naturelle importante pour remplacer les composés chimiques dans la protection des stocks des céréales, contre les insectes ravageurs.

En perspective, nous proposons de :

- Améliorer les structures et les conditions de stockage des céréales.
- Contrôler les stocks des céréales par le contrôle des paramètres comme l'humidité, la température afin de diminuer les pertes post-récolte causées par les insectes ravageurs.

## **Conclusion générale et perspective :**

---

- Utiliser les plantes insecticides comme méthode alternative à l'utilisation des produits chimiques dans la protection des stocks des céréales.

## Annexe 1 : Réactifs et appareillages

<b>Appareillages et équipements</b>	<b>Verrières et accessoires</b>	<b>Réactifs</b>
<b>Broyeur électrique</b>	<b>Bécher</b>	<b>Eau distillée</b>
<b>Agitateur</b>	<b>Eprouvettes</b>	<b>FeCl<sub>3</sub></b>
<b>Etuve</b>	<b>Tubes à essai</b>	<b>Formol à 40%</b>
<b>Plaque chauffante</b>	<b>Papier aluminium</b>	<b>HCL</b>
<b>Balance analytique</b>	<b>Entonnoirs</b>	<b>Acétate de plomb</b>
<b>Rota-vapeur</b>	<b>Gant</b>	<b>Réactif Dragendroff</b>
<b>Réfrigérateur</b>	<b>Boites de Pétri</b>	<b>Iode</b>
<b>Barreaux magnétiques</b>	<b>Erlenmeyers</b>	<b>Coupeaux de magnésium</b>
<b>Anse de platine</b>	<b>Ballon</b>	<b>Ethanol absolu</b>
<b>Bain-marie</b>	<b>Picette</b>	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>
<b>Bécher</b>	<b>portoirs</b>	<b>Acétate de sodium</b>
<b>Loupe binoculaire</b>	<b>Spatule</b>	<b>Eau physiologique</b>
<b>Un tamis de 2 mm</b>	<b>Papiers filters</b>	
<b>d'ouverture</b>	<b>Flacons</b>	
<b>Des boucaux en verre</b>	<b>Fiole jugé</b>	
<b>Humidimètre</b>	<b>Disques de papier wattmen</b>	
	<b>Pince</b>	
	<b>Pipette graduée</b>	
	<b>Papier blanc</b>	
	<b>Sac en plastique</b>	

## Annexe 2 : tableau de Probit

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.75	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.5	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.82	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5	5.03	5.05	5.08	5.1	5.13	5.15	5.18	5.2	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.5
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.51	7.75	7.75	7.88	8.09

## Annexe 3 : Résultats de l'activité insecticide.

**Tableau 8 :** Les mortalités cumulées des triboliums en fonction du temps et des doses de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*

Doses (mg/ml) Temps	D1=0.5 mg/ml			D2=1 mg/ml			D3=2 mg/ml			D4=4 mg/ml			T
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
24h	1	2	1	2	2	2	2	3	3	7	8	6	0
48h	3	4	4	5	4	3	4	5	4	7	10	10	0
72h	4	4	4	5	4	3	6	5	6	8	10	10	0
96h	6	6	5	7	5	6	8	7	6	10	10	10	1
120h	6	6	8	7	6	7	8	8	8	10	10	10	2
Les moyens ESM	0.5			0.46			0.63			0.36			

**Tableau 9:** Pourcentage de mortalités cumulées des triboliums en fonction du temps et des différentes doses de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*

Doses(mg/ml) Temps	D1=0.5 mg /ml			D2=1 mg/ml			D3=2 mg/ml			D4=4 mg/ml			T
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
24h	10	20	10	20	20	20	20	30	30	70	80	60	0
48h	30	40	40	50	40	30	40	50	40	70	100	100	0
72h	40	40	40	50	40	30	60	50	60	80	100	100	0
96h	60	60	50	70	50	60	80	70	60	100	100	100	10
120h	60	60	80	70	60	70	80	80	80	100	100	100	20
Les moyens ESM	5.03			4.6			6.32			3.59			

**Tableau 10:** Pourcentage des mortalités moyennes des triboliums en fonction de temps et des différentes doses de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*

Doses (mg/ml) Temps	D1=0.5 mg /ml			D2=1 mg/ml			D3=2 mg/ml			D4=4 mg/ml			T
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
24h	13,33%			20%			26,66%			70%			0
48h	36,66%			40%			43,33%			90%			0
72h	40%			40%			56.66%			93,33%			0
96h	56,66%			60%			70%			100%			10%
120h	66,66%			66,66%			80%			100%			20%

**Tableau 11:** Pourcentage des mortalités corrigées des triboliums en fonction de temps et des différentes doses de l'extrait éthanolique brut d'*Anethum graveolens*

Doses : mg/ml Temps	D1=0.5 mg /ml	D2=1 mg/ml	D3=2 mg/ml	D4=4 mg/ml
24h	13,33%	20%	26,66%	70%
48h	36,66%	40%	43,33%	90%
72h	40%	40%	56.66%	93,33%
96h	51.84%	55.55%	66.66%	100%
120h	58.32%	58.32%	75%	100%

#### Annexe 4: extraction des polyphénoles

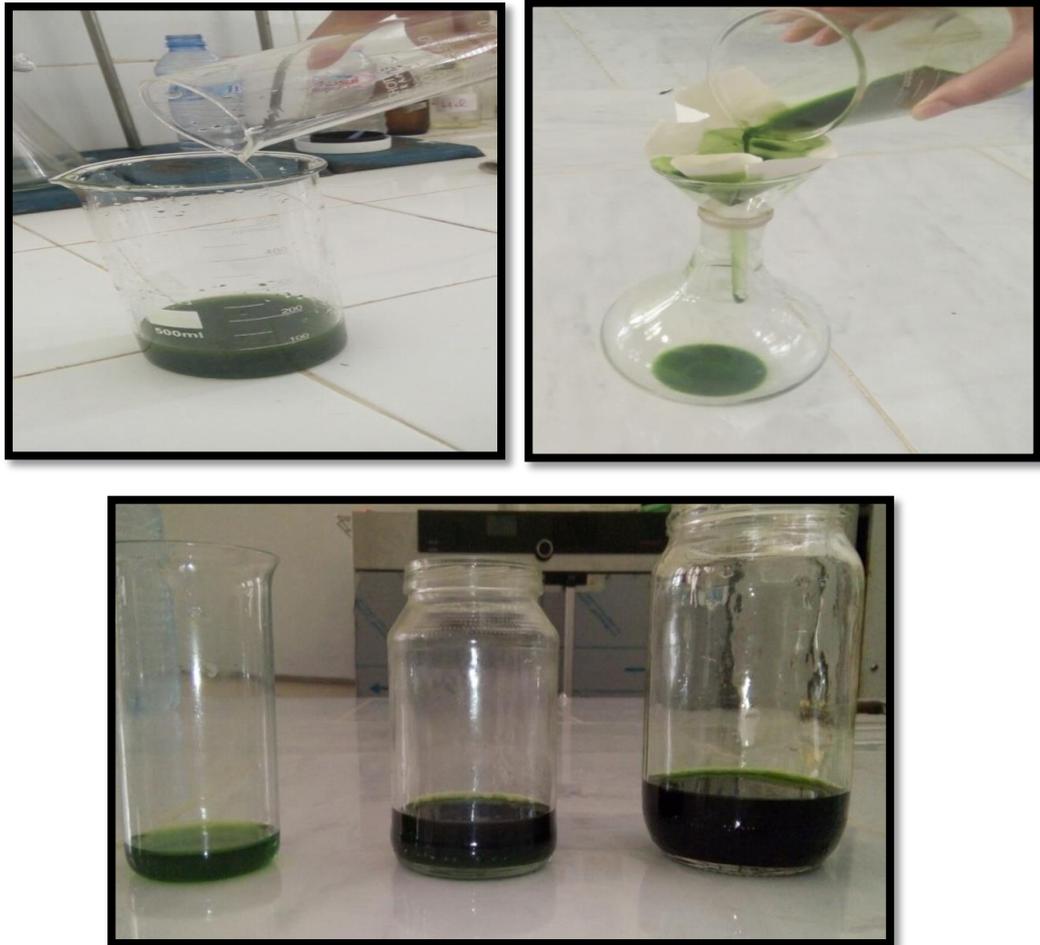


Figure 28 : extraction des polyphénoles



Figure 29: Montage de Rotavapor employé pour l'extraction brut éthanolique  
(Original, 2018)

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Aba Toumnou L, (2013).** Gestion intégrée des principaux insectes ravageurs des céréales par l'utilisation des métabolites secondaires des plantes indigènes du Sénégal et de Centrafrique. Thèse de doctorat université de Dakar, 162p.
- **Abderrazak M. et Joël R. (2007).** La botanique de A à Z. Ed. Dunod. Paris. 177p.
- **Abdelaziz S.E.,(2011)**Control Strategies of Stored Product Pests.*Journal of Entomology.*,**8** (2):101-122.
- **Abbot W.S. , 1925.** A methode of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18,265-267.
- **Adjalian, E., Noudogbessi, J., Kossou, D., Sohounhloue, D. (2014).** État et perspectives de lutte contre *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789), déprédateur des céréales au Bénin: synthèse bibliographique. *Journal of Applied Biosciences*, 79(1), 6955-6967.
- **Alloun K, (2013).** Composition chimique et activités antioxydant et antimicrobien des huiles essentiell de l'Aneth ( *Anethum graveolen* L.) de la sauvage (*salvia officinalis* L.) et de la rue des montagnes (*Ruta montana* L.) .thèse de magister.
- **Andriamparanony ,I., Lesoa ,V.(2011).** Propositions d'amélioration du stockage traditionnel dans le cadre du projet AROPA – Association FERT Régions Haute Matsiatra, Ihorombe et Amoron'i Mania.
- **Aïssata C, (2009).** Lutte contre *sjtophjlus oryzae* l. (coleoptera: curculionidae) Et *triboljum cast aneumherbst* (coleoptera: tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle Praticquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse de doctorat université de Québec, 153p.
- **Athmani, L. (2008).** État phytosanitaire des principales denrées importées au niveau du port d'Alger et des ports secs de Rouïba. Thèse de magistère.INA.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Aoues, K., Boutoumi, H., Benrima, A., (2017).**État phytosanitaire du blé dur locale stocké en Algérie. *Revue Agrobiologia* 7(1): 286-296.
- **Barrier-Guillot, B., Dauguet, S., Ducom, P., Leblanc, M. P., Crépon, K., Frérot, E.,Fleurat-Lessard, F. (2014).** Économie et innovation en protection raisonnée des céréales contre l'infestation par les insectes au stockage. *Innovations Agronomiques* (34), 67-82.(2014).
- **Barron, C., Abecassis, J., Chaurand, M., Lullien-Pellerin, V., Mabille, F., Rouau, X., Sadoudi A., Samson, M. F. (2012).** Accès à des molécules d'intérêt par fractionnement par voie sèche. *Innovations Agronomiques*, 19, 51-62.
- **Berhaut P., Le Bras A., Niquet G., Griaud P., 2003-** Stockage et conservation des grains à la ferme, ARVALIS, Institut du végétale, Ed. Tec et Doc, Paris, 108 P.
- **Bettaher, F.2016.** Conception et prototypage d'un système complet pour la surveillance du grain dans les silos de stockage. Université de Toulouse, p135.
- **Bounechada, M., Arab, R. (2011).** Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae).
- **Boudjabi ,H. (2017).** Réponses physiologiques et biochimiques de quelques variétés de blé dur résiduaires. Thèse de doctorat. Université de Hadj Lakhdar de Batna, 224p.
- **Boulal, H., Zaghouane, O., El mourid, M. et Rezghi, S. (2007).** Guide pratique de la cohduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). ITGC /ICARDA. 176p.
- **Bouslah, F., El moueddeb, k., Hamza, M. E.** Les problèmes de qualité du blé dur après stockage en Tunisie [Durum Wheat Storage Problems Quality in Tunisia]. International Journal of Innovation and Scientific Research.P190-200.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Cephas T., Danilo M., Javier S. (2014).** Système appropriés de stockage des semences et des grains pour les agriculteurs à petite échelle. FAO.
- **Chaubey, M. K. (2007).** Insecticidal activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Anethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) essential oils against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *African Journal of Agricultural Research*, 2(11), 596-600.
- **Cowan, M. M. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
- **Charles H, (1997) .** Aspects moléculaires de la bactérie symbiotique principale du charançon des céréales *Sitophilus oryzae* (Coléoptère, Curculionidae) et étude de ses interactions avec l'hôte. Institut national des sciences appliquées de Lyon, 134p.
- **Crus J., Diop A.,(1989).** Génie agricole et développement : technique d'entreposage. Ed. Food and Agriculture Org, 126p.
- **Crus J.F., Troud F., Griffon D. Hébert J.P., 1988-** Conservation des grains en régions chaudes. 2 Ed- « Technique rurales en Afrique ». Ed . CEEMAT ; Paris, p545.
- **Dajoz R., (1971).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 424p.
- **Debiton C.,(2010).** Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Sciences agricoles. Université Blaise Pascal.
- **Djermoun, A. (2009).** La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie*. n° 01. Pages 45 à 53.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Diawara, B., Richard-Molard, D., Cahagnier, B. (1989).** Conservation des céréales humides sous atmosphère contrôlée. Limites théoriques et pratiques.p105-116.
- **Eberhard T., Robert A. et Annelise L., 2005.** Plantes aromatiques, épices aromates, condiment et huiles essentielles, Tec et Doc, Lavoisier. Paris. France.
- **El hadef L., (2015).**Valeurs d’appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie. Mémoire de magister. Université de Sétif, 76p.
- **Falleh H .,Ksouri R .,Krray.,Bouraoui N.,Trabelsi N., Boulaaba M.et Abdelly C., (2008).**Phenolic composition of cynara cardunculus L.orans ,and their biological activities. C.R.Biologies.333;372-379.
- **FAO, (2011).** Les semences dans les situations d’urgence Manuel technique.
- **Faruki S.I.,Das D.R.,Khan A.R.,&Khatun M.,(2007).**Effects of ultraviolet (254nm) irradiation on egg hatching and adult emergence of the flour beetles,*Tribolium castaneum*,*T.confusum* and the almond moth,*Cadra cautella*. *Journal of Insect Science*.7(1), 36.
- **Fhayli W., (2013).** Evaluation de l’action de traitements chroniques par l'extrait d'aneth ou le minoxidil en tant que nouvelles pharmacothérapies anti-âge du système cardiovasculaire chez la souris. Thèse de doctorat. Université de Grenoble, 206 p.
- **Filliat P, (2012).** Les plantes de la famille des apiacées dans les troubles digestifs. Thèse de doctorat. Faculté de pharmacie de grenoble ,129p.
- **Fourar-Belaifa, R., Fleurat-Lessard, F. (2015).** Évaluation expérimentale de la sensibilité aux attaques du charançon du riz de variétés d’espèces céréalières cultivées en Algérie. *Cahiers Agricultures*, 24(5), 283-291.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **-Guèye, M. T., Seck, D., Wathelet, J. P., Lognay, G. (2011).** Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale: synthèse bibliographique/Controlling pests of cereals and legumes in Senegal and West Africa: a review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 15(1), 183.
- **Gurinder J.K, Arora D.S (2009).** Antibacterial and phytochemical screening of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 9:30, 10 p.
- **Goodarzi, M. T., Khodadadi, I., Tavilani, H., & Abbasi Oshaghi, E. (2016).** The role of *Anethum graveolens* L.(Dill) in the management of diabetes. *Journal of tropical medicine*.
- **Gwimer J., Harnisach R., Mück O., (1996)-** manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte, Ed. Eschborn, 368p.
- **Hallman.G.J.,(2013).**Control of stored product pests by ionizing radiation.*Journal of Stored Products Research*.,52:36-41.
- **Harborne J.B., (1998) -**Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis-Chapman & Hall Thomson Science (UK); 3ème ed. 203-234.
- **Ishikawa T, Kudo M, Kitajima J (2002).** Water-soluble constituents of dill. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*. 50 (4): 501-7.
- **Jana, S., Shekhawat, G. S. (2010).** *Anethum graveolens*: An Indian traditional medicinal herb and spice. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), 179.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Jayas, D. S., Jeyamkondan, S. (2002).** PH—postharvest technology: modified atmosphere storage of grains meats fruits and vegetables. *Biosystems Engineering*, 82(3), 235-251.
- **Kassemi N, (2014).**Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plante aromatiques (*pseudocytius integrifolius Salib et Nepeta nepetella L.*) sur les ravageurs du blé et des légumes secs. Thèse de doctorat université de Tlemcen, P145.
- **Kerrouri, S., Lrhorfi, L. A., Amal, S., Ouafae, E., abdellahi Lella, O., Bahia, B., Rachid, B. (2016).** Qualitative Study of Bioactive Components of Dill (*Anethum graveolens L.*) From Northern Morocco. *European Scientific Journal, ESJ*, 12(27).
- **Krief S, (2003).** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse de doctorat. Muséum national d'histoire naturelle,346.
- **Lamendin H (2007).** Soignez votre bouche par les plantes: Remèdes d'hier et d'aujourd'hui.L'harmattan, Paris. 216 p.
- **Lasme A., (2011).** Etude des bases biochimiques et physicochimiques de la valeur meunière du blé tendre à l'aide de lignées quasi-isogéniques pour la dureté. Thèse de doctorat .centre international d'études supérieures en sciences agronomiques de montpellier, p203.
- **Lee K.W .,Kim Y., Lee H.J et Lee C.Y .,(2003).**Cocoa Has More PHENOLIC phytochemicals and aHigher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine.J .Agric. Food Chem.,51:7292-7295.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Lee R.E., Lee. M.R., Strong G, Gunderson J. M., 1993-** Insect cold hardiness and icenucleating active micro – organisms including their potential use for biological control. *J.Insect physiol.*, 39(1)., P1-12.
- **Louetri, L. (2009)** .Contribution à la modélisation numérique du comportement des silos à trémie lors du remplissage et de la vidange. Thèse Magister, Université d'Annaba, 2009.
- **Lucia, M. (1992)**. L'après-récolte des grains: organisation et techniques.FAO.
- **Lutge U., Kluge M., Bauer G.** (2002). *Botanique 3<sup>ème</sup> Ed : Technique et documentation.*Lavoisier .Paris. 211p.
- **Mansouri M, Nayebi N, Keshtkar A, Hasani-Ranjbar S, Taheri E, Larijani B (2012)**. The effect of 12 weeks *Anethum graveolens* (dill) on metabolic markers in patients with metabolic syndrome; a randomized double blind controlled trial. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4 ; 20 (1) : 47.
- **Marfek A.** Radiolyse gamma des flavonoides. Etude de leur réactivité avec les radicaux libres issus des alcools : formation des depsides. Thèse de doctorat de l'université de Limoges. 2003.
- **Markham R., Bosque-Pérez,N., Borgemeister C., Meikle W., (1994)**. *Developing Pest Management Strategies for Sitophilus Zeamais and Prostephanus Truncatus in the Tropics*; FAO: Rome, Italy.
- **Mazza G. and Miniati E., 1993**. *Anthocynins in fruits, vegetables, and grains*. Boca Raton.CRC press. 362 p.
- **Monsefi M, Ghasemi M, Bahaoddini A (2006)**. The effects of *Anethum graveolens L* on female reproductive system. *Phytother Res.* 20 (10): 865-8.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Munier-Jolain, N., Deytieux, V., Guillemin, J. P., Granger, S., Gaba, S. (2008).** Conception et évaluation multicritères de prototypes de systèmes de culture dans le cadre de la Protection Intégrée contre la flore adventice en grandes cultures. *Innovations agronomiques*, 3, 75-88.
- **Nanfack, F. M., Dongmo, Y. Z., Fogang, M. A. R. (2015).** Les insectes impliqués dans les pertes post-récolte des céréales au Cameroun: méthodes actuelles de lutte et perspectives offertes par la transgénèse. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1630-1643.
- **Ndiaye D.S.B., (1999)-** Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux, Coopérative Autrichienne pour le développement.
- **Okelly E., (1983).** traitement et stockage des céréales vivrières par les ménages ruraux, Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 134p.
- **Orhan, I. E., Senol, F. S., Ozturk, N., Celik, S. A., Pulur, A., Kan, Y. (2013).** Phytochemical contents and enzyme inhibitory and antioxidant properties of *Anethum graveolens* L.(dill) samples cultivated under organic and conventional agricultural conditions. *Food and chemical toxicology*, 59, 96-103.
- **Park, S. H., Arthur, F. H., Bean, S. R., & Schober, T. J. (2008).** Impact of differing population levels of *Rhizopertha dominica* (F.) on milling and physicochemical properties of sorghum kernel and flour. *Journal of stored products research*, 44(4), 322-327.
- **Patrice,R.(2015).** Moisson, battage, vannage, stockage des céréales aux périodes protohistorique et antique dans le monde égéen : Histoire des techniques. Thèse de doctorat. Université de Paris I – Panthéon – Sorbonne ,567p.
- **Polese J.M (2006).** La culture des plantes aromatiques. Editions Artémis, 93 p.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Radulescu, V., Popescu, M. L., & Ilies, D. C. (2010).** Chemical composition of the volatile oil from different plant parts of *Anethum graveolens* L. (Umbelliferae) cultivated in Romania. *Farmacia*, 58(5), 594-600.
- **Raymond V., Barbehenn C., and Constabel P. 2011.**Tannins in plant–herbivore interactions.*Phytochemistry*, 72: 1551–1565.
- **Rozman, V., Liška, A., Volenik, M., Kalinović, I., & Šimić, B. (2008).**Influence of relative humidity and temperature to the changes in grain temperature in stored wheat and maize. In *4th International congress Flour-Bread 2007 and 6th Croatian congress of cereal technologists*.
- **Sakagami H ., Hashimoto K., Suzuki F., Ogiwara T., Satoh K ., Ito H., Hatano T., Takashi Y., et Fujisawa S., 2005.** Molecular requirements of lignin–carbohydrate complexes for expression of unique biological activities. *Phytochemistry*66: 2108-212.
- **Schauenberg P. et Paris F., 2006.** Guides des plantes médicinales analyse, description et utilisation de 400 plantes. Edition delachaux et niestlé, Paris, pp 33-34.
- **Smith-Palmer A., Stewart J., Feyer L.,(2001).**The potential application of plants essential oils as natural food preservative in soft cheese .*Food Microbiology* .18 :463-470.
- **Surget A., Barron C., (2005).** Histologie du grain de blé. *Industrie des Céréales* 145, 3-7.
- **Thakur RP, Gunjotikar GA and Rao VP. (2010).** Safe Movement of Icrisat’s Seed Crops Germplasm. Information Bulletin no. 81. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 244 pp.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Togola, A., Nwilene, F. E., Chougourou, D. C., Agunbiade, T. (2010).** Présence, populations et dégâts de l'altécite des céréales *Sitotroga cerealella* (Olivier)(Lepidoptera, Gelechiidae) sur les stocks de riz au Bénin. *Cahiers Agricultures*, 19(3), 205-209.
- **Trease G.E., Evans W.C.,(1989)**-A text book of Pharmacognosy (13th edition) BacilluereTinalLtd,London.
- **Waongo A., Yamkoulga M., Dabire-Binso C., Malick N. et Sanon A.,(2013).** Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks *Int. J. Biol. Chem.* ,1157-1167.

**Site :**

[www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepote](http://www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepote)

[www.fao.org/Wairdocs/X5161F/X5161FOC.JPG](http://www.fao.org/Wairdocs/X5161F/X5161FOC.JPG)

## الملخص

في إطار أعمالنا قمنا بالتركيز على المقاييس التي تميز الوضع الصحي للقمح المخزن على مستوى تعاونيات الحبوب والخضر الجافة لذراع بن خدة (تيزي وزو) و رويبة (الجزائر) و قمنا بتجريد أهم أنواع الحشرات الرئيسية المدمرة للقمح. تظهر النتائج أن الحشرات الموجودة تنتمي إلى صنف الخنافس الذي تمثله عائلتان :  
Curculionidae وtenebrionidae مع هيمنة ل *Tribolium confusum*.

تقييم النشاط الحشري لنبات الشبث ضد *Tribolium* عن طريق استخدام جرعات مختلفة من المستخلص الخام .  
النتائج تظهر فعالية وسمية المستخلص الخام ضد *Tribolium*.

**الكلمات المفتاحية :** حبوب مخزنة - حشرات- حبوب - بعد الحصاد- التحكم البيولوجي-

## Résumé

Dans le cadre de notre travail, nous avons met en évidence les paramètres caractérisant l'état sanitaire de blé stocké au niveau des coopératives des céréales et des légumes sec Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou) et de Rouiba(Alger) et nous avons inventorié les principaux espèces d'insectes ravageurs de blé.

Les résultats montre que les insectes trouvé appartiennent à l'ordre de coléoptère qui sont représentés par deux familles : curculionidae et tenebrionidae , avec une dominance de *Tribolium confusum* .

L'évaluation de l'activité insecticide d'*Anethum graveolens* contre le tribolium par l'utilisation des différentes doses de l'extrait brut. Les résultats montrent l'efficacité et la toxicité de l'extrait brut sur le tribolium.

**Mot clé :** céréales stockées, insectes, grains, post récolte, lutte biologique.

## Abstract

In the framework of our work, we have highlighted the parameters characterizing the health status of wheat stored at the level of cooperatives of cereals and dry vegetables Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou) and Rouiba (Algiers) and we inventoried the main species of insect pests of wheat.

The results show that the insects found belong to the order Coleoptera which are represented by two families: curculionidae and tenebrionidae, with a dominance of *Tribolium confusum*.

The evaluation of the insecticidal activity of *Anethum graveolens* against the tribolium by the use of different doses of the crude extract. The results show the efficacy and toxicity of the crude extract on tribolium.

**Keyword:** stored grains, insects, grains, post harvest, biological control