

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA**

**FACULTE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**

**DEPARTEMENT BIOLOGIE DES POPULATIONS ET DES ORGANISMES**



**MEMOIRE**

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN SCIENCE  
BIOLOGIQUE**

**Spécialité : parasitologie**

**Thème :**

**Activité biocide de l'extrait méthanolique de *Melia azedarach* vis-à-vis *Tribolium castaneum* (Coléoptera : Tenebrionidae).**

**Présenté par :** -Bellaoucha Wissem

-Saidi Asma

**Devant le jury composé de :**

Talab M	MAB	USDB1	Présidente
Tail G	professeure	USDB1	Promotrice
Bachir K	MAB	UMMTO	Co-promotrice
Saighi H	MAA	USDB1	Examinatrice

**Année universitaire: 2019 / 2020.**

## **Résumé**

L'objectif principal de ce travail consiste à l'évaluation de l'effet insecticide d'une plante médicinale *Melia azedarach* sur le ravageur des denrées stockées *Tribolium castaneum*. Trois doses d'extraits méthanoliques des fruits de *M.azedarach* ont été testées 10, 15, 30 %. Les résultats attendus révèlent une efficacité à l'égard des larves et des adultes de *Tribolium castaneum* avec une TL<sub>50</sub> de 3.9 jours et 5.5 jours respectivement. La réponse des larves est plus rapide que celle des adultes quelque soit la dose utilisée.

**Mots clés:** Effet insecticide, *Melia azedarach*, *Tribolium castaneum*, Extrait méthanolique des fruits.

**Abstract**

The main of this work is to evaluate the insecticidal effect of medicinal plant *Melia azedarach* on stored grain pest *Tribolium castaneum*. Three doses of the extract of fruits of this plant were tested 10, 15, and 30%. The expected results reveal efficiency with regard to larvae and adults of *Tribolium castaneum*, with  $TL_{50}$  varied between 3.9 days and 5.5 days, the response of larvae is better than adults, whatever the dose used.

**Key words:** insecticidal effect, *Melia azedarach*, *Tribolium castaneum*, the extract of fruits

## الملخص

التأثير القاتل للمستخلص الميثانولي لـ *Melia azedarach* على حشرة المواد الغذائية المخزنة *Tribolium*

( Coleoptera, Tenebrionidae) *castaneum*

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تقييم التأثير القاتل للنبات الطبي *Melia azedarach* على آفة الطعام المخزن *Tribolium castaneum*. حضرت ثلاث تراكيز 10 و 15 و 30 % من المستخلص الميثانولي لثمار *Melia azedarach*. تظهر النتائج المتوقعة فاعلية ضد اليرقات و البالغات من *Tribolium castaneum* مع 3.9 يوم و 5.5 يوم على التوالي. من الناحية النظرية كانت الاستجابة لليرقات اسرع من استجابة البالغات بغض النظر عن الجرعة المستخدمة

الكلمات المفتاحية : المستخلص الميثانولي , *Melia azedarach*, *Tribolium castaneum*, التأثير القاتل

## *Remerciements:*

*Tout d'abord, nous tenons à remercier le «BON DIEU» le tout puissant qui nous a procuré la patience, le courage et la volonté afin de réaliser ce modeste travail.*

*Nos remerciements les plus vifs s'adressent à notre promotrice madame Taïf G .professeuredans l'université Blida,c'est un très grand honneur pour nous qu'elle ait accepte de diriger ce travail, nous lui dois une immense reconnaissance et très grand respect.*

*Nos remerciements s'adressent à notre Co-promotrice Bachir K qui à bien voulu assurer notre encadrement.*

*Nos remerciements vont également à tous les membres de jury, pour avoir accepté d'en faire et pour l'intérêt qu'elles ont porté à ce mémoire :*

*Nous remercions madame Saïghi H. De m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.*

*Nos vives gratitudes vont aussi à madame Talab M .qui à voulu examiner ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent à toutes les responsables de l'université de Blida, les responsables de bibliothèque de Biologie.*

*Merci à tous à toute*

## *Dédicace :*

*Je dédie ce modeste travail, à mes très chers parents en témoignage de l'amour.*

*A la femme qui m'a mis au monde et qui m'a enveloppée de gentillesse .A la femme la plus extraordinaire et la plus douce du monde, mère, j'exprime mon profond amour.*

*A mon père, je lui exprime mon profond respect et j'espère que j'étais à la hauteur. Ma joie est que tu sois fier de moi.*

*A mon marie BellacheMerouane pour sa patience et son encouragement. Et à ses parentsSaïd et Farida.*

*A ma fille Farah.*

*A ma sœur Fadila qui m'a vraiment aidé dans ce travail et à ma petite sœur Razan.*

*A mon frèreKarim.*

*A mes amis et collègues*

*A ma deuxième famille promotion master 2 .parasitologie .*

*Wissem*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents .Ma  
Mère qui m'a soutenu pendant toute ma vie, grâce à son  
amour et son affection.*

*A mon père qui a guidé mes premiers pas dans les études et  
pour son soutien combien important.*

*A mon mari HAMMOUCHE Ali pour son patience et son  
aide*

*A mon fils Waïl*

*A mes frères chemseddine Mohammed et Imad eddine qui  
m'a encouragées pour continuer ma étude.*

*A tous mes amis, à mes camarades de groupe.*

*A tous qui me sont chers*

*Asma*

## Table des matières

<b>Table des matières</b> .....	<b>I</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>IV</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>V</b>
<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Etude portant sur les insectes des denrées stockées</b>	
1. les principales denrées stockées.....	3
1.1. Les céréales .....	3
1.2 .les légumineuses.....	3
2. Mode de stockage en Algérie .....	3
2.1 Stockage traditionnel .....	3
2.1.1 Stockage en sac.....	3
2.1.2 Stockage en vrac.....	3
2.2 Stockage moderne.....	3
2.2.1 Silos en béton.....	4
2.2.2 Silos métallique .....	4
3. les insectes des denrées stockées.....	4
3.1. Les principaux coléoptères et lépidoptères prédateurs des grains .....	5
3.1.1. Dans le monde.....	5
3.1.2. En l'Algérie .....	5
4. <i>Tribolium castaneum</i> .Herbest.....	6
4.1 Caractères généraux de <i>Tribolium castaneum</i> .....	6
4.2 Origine et répartition géographique .....	6
4.3 Systématique .....	7
4.5 Description morphologique des différents stades de développement.....	7
4.5.1 L'œuf .....	7
4.5.2 La larve.....	7
4.5.3 La nymphe .....	8
4.5.4 L'imago .....	9
4.6 Cycle de développement.....	9
5. Les dégâts causés par les insectes des denrées stockées.....	10
5.1Perte de poids.....	10
5.2 Perte de qualité et de valeur marchande .....	10



5.3 Formation de moisissures en milieu mal ventilé .....	10
5.4 Diminution de la faculté de germination des semences .....	10
5.5 Perte de valeur nutritive.....	10
6. Moyenne de lutte.....	12
6.1 Lutte chimique.....	12
6.1.1. L'utilisation des pesticides.....	12
6.1.2. L'utilisation des insecticides chimique.....	12
6.2. Lutte physique.....	12
6.2.1. L'irradication et lutte par le froid.....	12
6.2.2. L'enfumage .....	12
6.3. Lutte biologique.....	13
6.3.1. L'utilisation des plantes insecticides .....	13
6.3.2. Activités biologiques des constituants des huiles essentielles.....	13

## **Chapitre II : Généralité sur la plante**

1. Description de la plante .....	14
2. Classification et étymologie .....	14
2.1 Classification.....	14
2.2 Etymologie.....	14
3. Description de l'arbre .....	14
4. Origine et répartitions géographiques .....	16
5. La composition chimique .....	17
5.1 Les composés phénoliques.....	18
5.2 Les limonoïdes.....	19
5.3 Triterpénoïdes et alcaloïdes .....	20
5.3.1 Les triterpénoïdes .....	20
5.3.2 Les alcaloïdes .....	20
6. Les autres métabolites .....	21
7. Les rôles biologiques .....	22
7.1 Effet insecticide .....	22
7.2 Effet thérapeutique.....	22
8. La toxicité .....	22

## **Chapitre III : Matériels et méthodes**

1. Méthodologie .....	24
-----------------------	----

1.1. Récolte et préparation des plantes.....	24
1.1.1 Récoltes .....	24
1.1.2 Préparation des extraits méthanolique.....	24
1.2 Récolte et élevage des insectes .....	25
1.2.1 Récolte .....	25
1.2.2 Elevage .....	25
1.3 Test de toxicité.....	26
<b>Chapitre IV: résultats et discussion</b>	
Résultats et discussion .....	27
<b>Conclusion et Perspectives .....</b>	<b>31</b>
<b>Référence Bibliographique.....</b>	<b>32</b>

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau I:</b> Principales insectes déprédateurs des céréales stockées .....	5
<b>Tableau II :</b> Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie.....	6
<b>Tableau III :</b> Les principaux ennemis des denrées stockées et leurs dégâts.....	11
<b>Tableau IV :</b> Quelques noms vernaculaires pour <i>M.azedarach</i> .....	17
<b>Tableau V:</b> Teneurs en composés phénoliques des différentes parties de la plante .....	18
<b>Tableau VI :</b> Temps létal en jours pour 50% (TL50) de la population de <i>Tribolium castaneum</i> induit par la poudre de fruits à différentes doses de <i>Melia azedarach</i> .....	28

## Liste des figures:

<b>Figure 01</b> : la larve de <i>T.castaneum</i> .....	8
<b>Figure 02</b> : Nymphe de <i>Tribolium castaneum</i> .....	8
<b>Figure 03</b> : Œuf, larve, nymphe et Adulte de <i>Tribolium castaneum</i> . ....	9
<b>Figure 04</b> : cycle de développement de <i>Tribolium castaneum</i> .....	9
<b>Figure 05</b> : Arbre de <i>Melia azedarach</i> .....	15
<b>Figure 06</b> : Les différentes parties de <i>M.azedarach</i> (fruits, feuilles, fleurs). ....	16
<b>Figure 07</b> :Structure de base des flavonoides.....	19
<b>Figure 08</b> :Structure chimique des limonoides extraits de <i>Melia azedarach</i> ,A-meliartenin B- vanilline, C-scopoletin .....	19
<b>Figure 09</b> : Structure d'un exemple d'alcaloides .....	21
<b>Figure10</b> : Structure chimique de l'azadirachtine.....	21
<b>Figure 11</b> : Aspect des fruits de <i>Melia azedarach</i> .....	24
<b>Figure 12</b> : Quelques <i>Tribolium</i> adultes à la surface de blé dur .....	26
<b>Figure 13</b> : Taux de mortalité cumulé chez les larves et les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> traités avec les différentes concentrations de poudre des fruits de <i>Melia azedarach</i> .....	29

***INTRODUCTION***

***GENERALE***

## **Introduction :**

Les céréales et les légumineuses constituent la base de la nourriture des population (**Guey et al., 2011**)

Les insectes dont *Tribolium castaneum* représentent un partie très important des ravageurs de denrées stockées (**Syed ,Shayfur et al ., 2007** )

L'utilisation d'insecticides ou fumigènes de synthèse est l'une des méthodes de lutte efficace contre ces ravageurs (**Haubruge et al., 1998 ;Relinger et al.,1988**). Par conséquent, cette méthode dégage des inconvénients qui limitent son emploi. Ils 'agit notamment de la présence de résidus dans les denrées (danger biologique), du développement de souches d'insectes résistantes à ces insecticides, de la pollution de l'environnement, conduisants à de nombreux cas d'intoxication et d'empoisonnement signalés dans certains pays (**Kumar., 1991**).

Ces dangers ont conduit l'OMS (Organisation Mondiale de la Sante) à interdire l'usage de certaines insecticides chimiques, d'autres vont prohibes dans un futur proche.

Toutes ces raisons militent en faveur de la recherche de méthodes alternatives de lutte en particulier l'utilisation des extraits de plantes à propriétés insecticides, qui soient moins coûteuse, efficace et facile à adopter pour les producteurs du tiers monde, En effet les plantes ont été longtemps utilisées par les paysans pour saveur des aliments ou pour protéger le produit récolté (**Jacobson , 1989 ,Keita et al., 2000 ;Isman, 2000**).Depuis longtemps les plantes de la famille des méliacées sont une bonne source de médicament populaire, ceci a attiré l'attention de beaucoup de scientifiques autour de monde pour étudier la contribution potentielle de ses extraits à fin de trouver des composés appropriés, efficaces et favorables à l'environnement pour lutter contre les parasites et les maladies (**Al-Rubae e tal.,2009**). A partir de 1911, de nombreux chercheurs ont rapportés l'utilisation de *Melia azedarach* dans la médecine traditionnelle en Asie, comme étant antipyrétique et anthelminthique (**Ghnaya et al., 2013**).

L'objectif essentiel de cette étude est d'évaluer l'effet insecticide de la plante *Melia azedarach* sur *Tribuluim castaneum* (Tenebrionidae) principale ravageur des céréales stockées en Algérie.

Dans cette étude nous nous sommes proposé de présenter les insectes des denrées stockées et dans un deuxième temps la plante *Melia azedarach* et ces composantes chimique .

Cette étude est organisée en quatre chapitres :

Le premier chapitre comporte les insectes des denrées stockées.

Le deuxième chapitre consiste à la présentation de la plante étudiée.

Les matériels et méthodes utilisés sont présentés dans le troisième chapitre.

Le quatrième chapitre porte sur les résultats attendus et leur discussion.

# *Chapitre I*

## *Etude portant sur les insectes des denrées stockées*



## **1. Les principales denrées stockées**

Les céréales et les légumineuses constituent la base de la nourriture des population (**Guey et al., 2011**), ils sont aussi considérés comme les denrées alimentaire les plus stockées .

### **1.1. Les céréales**

Les céréales appartiennent à la famille des graminées. Ces plantes sont cultivées pour l'amidon de leurs graines et sont consommées par l'homme et par les animaux ou utilisées dans l'industrie. (**Berhaut e tal, 2003**), les 3 espèces les plus consommées actuellement sont : blé riz et maïs le seigle, avoine le sorgho le millet (mélange de blé et de seigle). (**Belyagoubi , 2006**)

### **1.2 / Les légumineuses**

Les légumineuses sont des espèces végétales qui appartiennent à la famille des Leguminosae (communément appelée la famille du pois) qui produisent des graines comestibles utilisées dans l'alimentation humaine et animale depuis des milliers d'années. (**FAO, 2016**).

D'un point de vu nutritionnel, les graines de légumineuses peuvent se répartir en deux groupes. Le premier groupe correspond à des graines riches en glucides, et notamment en amidon (40-50% du produit sec), et pauvres en matières grasses (1-6% du produit sec), c'est le groupe le plus important et il rassemble entre autres le pois, la fève, les haricots secs, le pois chiche, les lentilles, le dolique et le pois bambara. Le second groupe correspond à des graines plus riches en matières grasses et contenant peu d'amidon. .Ce groupe rassemble notamment le lupin et le soja qui contiennent respectivement 10 et 20% de lipides. (**Walrand et Rémond, 2017**).

## **2. Mode de stockage des graines en Algérie**

### **2.1 Stockage traditionnel**

#### **2.1.1 Stockage en sac**

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jutes. Les sacs sont entreposés dans divers locaux, magasins ou hangars. (**Lasseran et Monroco, 1988**)

#### **2.1.2 Stockage en vrac**

Dans ce cas les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouvertes à charpente métalliques. Malheureusement les contaminations sont possibles. (**Lasseran et monroco, 1988**),

### **2.2 Stockage moderne**

### 2.2.1 Silos métalliques

Composés de cellules métalliques en tôles, (4 à 5 millimètres d'épaisseur) d'acier galvanisé ou d'aluminium, plan ou pendulées, boulonnées ou serties, fixées sur un sol en béton étanche, utilisé généralement pour le stockage des céréales transformées. **(Bratali et lamzouri, 1990)**

### 2.2.2 Silos en béton

Ces matériaux durables n'exigent pas d'entretien et peuvent être utilisés sur une longue période, avec ce type de matériaux on peut atteindre 35 à 40 m d'hauteur pour des cellules de 6 à 8 m de diamètre, en assurant une vraie isolation thermique du produit. Mais ils permettent les échanges gazeux avec l'extérieur à cause de sa porosité en plus des fissures dans constructions en béton pouvant favoriser le développement des insectes. **(Belyagoubi, 2006)**

## 3. Les insectes des denrées stockées

Les insectes sont susceptibles de causer des dégâts au grain stocké appartiennent à deux familles principales : les coléoptères et les lépidoptères ou papillons. **(Berhautetal, 2003)**

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

Ils sont considérés comme les déprédateurs les plus redoutables, puisqu'ils peuvent vivre sur des grains secs, de plus les céréales constituent un milieu favorable pour leur pullulation. Cependant, l'origine de l'infestation des stocks est variable. L'infestation peut débuter au niveau du champ pour certains insectes, comme elle peut également intervenir le long de la chaîne de post récolte empruntée par la denrée et enfin elle peut se faire dans les entrepôts. En plus, la contamination de la denrée par les insectes à l'intérieur des lieux de stockage, peut être due aux insectes s'y trouvant dedans, provenant de la proximité ou encore par un mélange entre des grains sains et ceux contaminés. Les insectes qui attaquent les grains des denrées stockés se répartissent en trois catégories:

- **Les ravageurs primaires**, capables de s'attaquer à des graines saines et entières.
- **Les ravageurs secondaires** ne peuvent déprécier les grains qu'à partir des dégâts causés par les ravageurs primaires, c'est le cas de *Tribolium*. La perte en matière sèche due aux attaques de ces ravageurs secondaires peut être difficilement estimée **(Bekon et Fleurat- Lessard, 1989; Inge de Groot, 2004)**.

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

### 3.1 Les principaux coléoptères et lépidoptères prédateurs des grains

#### 3.1.1 Dans le monde

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

**Tableau I:** Principaux insectes déprédateurs des céréales stockées **Christine, (2001)**

Espèces	Nom commun	Céréales attaqués
Coléoptères		
<i>Sitophilus oryzae</i> L.	Charançon duriz	Blé orge, riz, maïs, sorgho, mil, millet
<i>Sitophilus zeamais</i> M.	Charançon du maïs	Blé, maïs
<i>Sitophilus granarius</i> L.	Charançon du blé	Ble
<i>Rhizopertha dominica</i> F.,	Capucin des grains	Millet orge, riz maïs, Sorgho
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Tribolium roux	Blé, maïs, riz, orge, sorgho, mil, millet
<i>Tribolium confusum</i> (Duval)	Tribolium sombre	Riz, millet
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliv.)	Alucite des grains	Maïs, blé
Lépidoptères		
<i>Sitotroga cerealella</i> (olivier),	Alucite	orge, blé, riz, mil, sorgho, millet
<i>Ephestia cautella</i> walker.	Pyrale des amandes	millet, riz
<i>Plodia interpunctella</i> blé,	Pyrale des fruits secs	riz, maïs, sorgho, mil
<i>Corcyra cephalonica</i> (staniton)	Mite du riz	maïs, riz, sorgho, millet
<i>Pyralis farinalis</i> L.	Pyrale de la farine	Blé

#### 3.1.2 En Algérie

Un nombre important d'insectes des stocks ont été recensées sur les grains de céréales stockées dans différentes régions d'Algérie. **Mebarkia et al., 2001; Tazerouti et al., 2001** rapportent que parmi les espèces les plus rencontrées sur les céréales stockées viennent en premier lieu

*Tribolium castaneum* avec 30 % suivi de *Sitophilus granarius* avec 20 % et ensuite *Trogoderma granarium* avec 10 % .Les principaux insectes signalés en Algérie sont résumé dans le tableau II .

**Tableau II :** Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie (Mebarkia et al., 2001)

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

Parmi les insectes cités dans les tableaux nous donnons plus d'importance à l'espèce de *Tribolium castaneum* car c'est une espèce très fréquente dans les milieux de stockage en Algérie. ( Mebarkia et al., 2001);( Tazerouti et al., 2001 )

#### 4/ *Tribolium castaneum* Herbest

##### 4.1/ Caractères généraux de *Tribolium castaneum*

Les insectes des denrées stockées dont *Tribolium castaneum* représentent une partie très importante des ravageurs des denrées stockées (Syed Shayfur et al., 2007). Ils peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés. D'après l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale.

##### 4.2/ Origine et répartition géographique

On le trouve dans toutes les parties du monde. Sous les climats froids, uniquement dans les stockages à température élevée (**Aziez et al ., 2003**).

*Tribolium castaneum* est une espèce cosmopolite, distribuée dans le monde entier qui selon (**Lepesme ,1944**) est probablement originaire de l'inde.

#### **4.3/ Systématique**

Selon **Weidner et Rack (1984)** la classification de *Tribolium castaneum* résume comme suit:

- **Embranchement** : Arthropodes.
- **Classe** : Insectes.
- **Ordre** : Coléoptères.
- **Sous Ordre** : Polyphaga.
- **Famille** : Tenebrionidae.
- **Sous Famille** : Ulominae.
- **Genre** : *Tribolium*.
- **Espèce** : *Tribolium castaneum* (**Herbst**).

#### **4.5/ Description morphologique des différents stades de développement**

C'est un insecte appartenant à la famille des Tenebrionidae. L'adulte mesure de 3 à 4mm, de couleur uniformément brun rougeâtre. Il est étroit, allongé, à bord parallèles, à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebordé antérieurement. Les trois derniers articles des antennes sont nettement plus gros que les suivants. Contrairement à *Tribolium castaneum*, le chaperon ne dépasse pas l'œil latéralement. La larve mesure 6mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (**Camara, 2009**)

**4.5.1 L'œuf** : Les œufs sont ovulaires, sans sculpture. Ils mesurent en moyenne 0.6mm de long (Steffan, 1978). Les œufs éclosent après une incubation qui une semaine en moyenne à 25°C. Les durées extrêmes étant de 4 jours à 38°C et de 2 semaines à 19°C (**Multon, 1982**).

**4.5.2 Larve** : La larve est vermiforme de couleur tachetée de jaune avec une capsule céphalique. Les pièces buccales et la face dorsale sont légèrement plus sombre (**Lepesme, 1944**). Les segments thoraciques portent en dessous 6 pattes bien développées et de même couleur que le reste du corps (Fig. 1).

La première paire de pattes est plus développée que les deux autres paires (**Dajoz, 2002**). La jeune larve devient progressivement jaune, à l'exception des pièces buccales et de la tête plus foncée. Les larves perdent progressivement de leur mobilité au cours du développement qui comporte 7 à 8 mues, quelque fois beaucoup plus en conditions défavorables, et qui dure six (06) semaines à quatre (04) mois. Elles vivent directement dans les produits céréaliers ou se nourrissent de grains endommagés. Les larves âgées remontent près de la surface avant de se déplacer. Le sexe peu être déterminé à ce stade par l'observation microscopique (**Multon, 1982**).



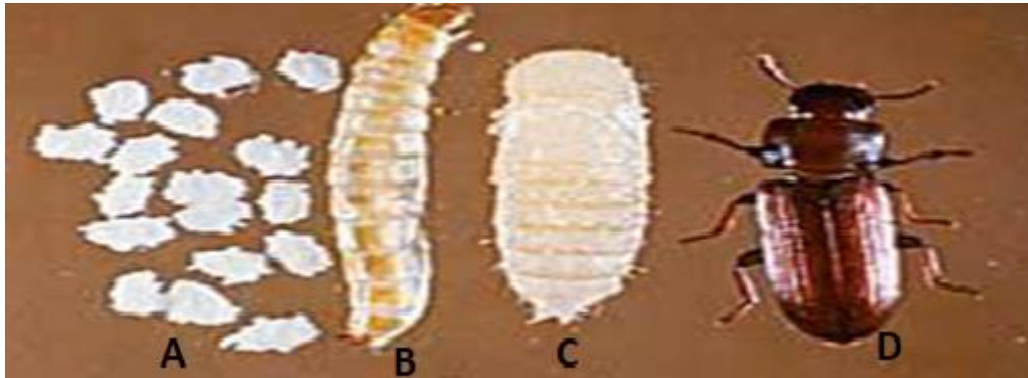
**Figure 1:** la larve de *T.castneum* (**Aouina et Khelifi, 2018**).

**4.5.3La nymphe :** Elle est de couleur blanche et nue. Les segments de son abdomen sont ex planés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (**Balachowski, 1962**).La nymphe reste sans protection et est incapable de se déplacer. Le sexe peut être bien visible à ce stade.



**Figure 2.** Nymphe de *Tribolium castaneum*(**Kassimi, 2014**).

**4.5.4 L'imago :** Après avoir subi une mue imaginale, la nymphe donne un imago. A son émergence, l'imago devient clair (Fig.3). Après deux à trois jours, la couleur devient brun rouge et sa taille atteint 3 à 4 mm (**Balachowsky et al., 1936**).

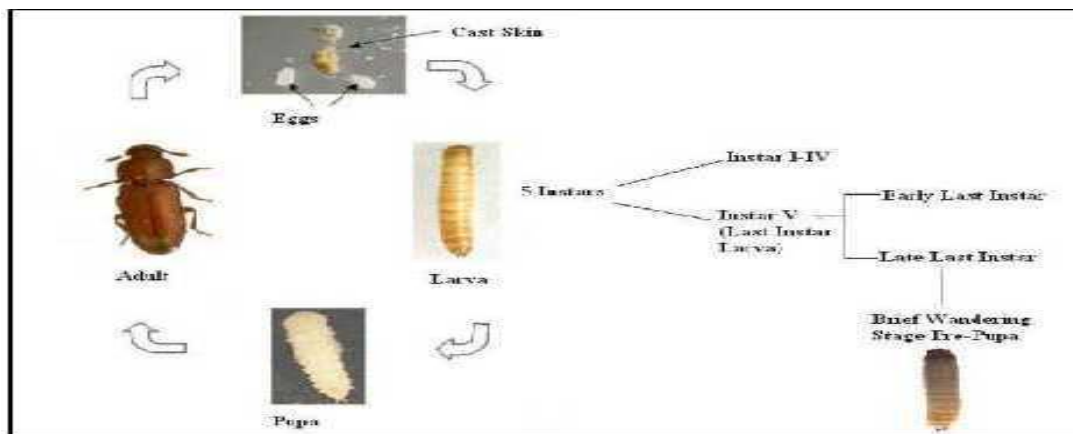


**Figure 3 – (A)Œuf, (B)larve, (C)nymphe et (D)Adulte de *Tribolium castaneum*.** (Herbst, 1797) (**Camara, 2009**).

#### 4.6. Cycle de développement :

D'après la figure n4, la longévité de l'insecte est de 2 à 8 mois selon les conditions abiotiques. La femelle dépose ses œufs en vrac sur les graines (**Kassemi, 2014**). Les larves sont mobiles et se nourrissent, d'une teinte blanche avec du jaune et passent par 5 à 11 mues. A la fin du dernier stade larvaire, les larves s'immobilisent, cessent de se nourrir et se transforment en nymphes blanchâtres et immobiles (**Guey et al., 2015**). L'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation.

C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 c° et 33c°, et résiste très bien aux basses hygrométries. La durée du cycle dure environ un mois (**Kassemi,2014**).



**Figure 4 :** Cycle de développement de *Tribolium castaneum*(**Pranavi et al., 2016**).

## **5. Les dégâts causés par les insectes des denrées stockées :**

Les insectes des denrées stockées causent d'importantes pertes économiques au niveau du stockage des céréales indiquées dans Tableau III , qui sont comme suit :

### **5.1/ Perte de poids :**

Une fois installés dans une denrée, les insectes se nourrissent en permanence. Les estimations de la perte qui en résulte varient énormément selon la denrée , la localité et les techniques d'entreposage employées . Sous les tropiques, pour des céréales ou des légumes secs entreposés dans les conditions traditionnelles, il faut compter une perte de l'ordre de 10 % à 40% sur un cycle complet d'entreposage .(Aidani, 2015)

### **5.2/ Perte de qualité et de valeur marchande :**

Le produit infesté est contaminé par les déchets laissés par les insectes et a une teneur en poussière accrue . Les grains sont percés et souvent décolorés .

Un mets préparé avec un aliment contaminé peut avoir une odeur ou un goût désagréables .(Aidani,2015)

### **5.3/ Formation de moisissures en milieu mal ventilé :**

Les insectes , les moisissures et les grains eux-mêmes produisent une eau de respiration , libérée par le substrat d'hydrates de carbone .

Dans une atmosphère humide , si l'air circule mal, les moisissures se développent et s'agglutinent rapidement causant ainsi de graves dommages .(Aidani,2015)

### **5.4/ Diminution de la faculté de germination des semences :**




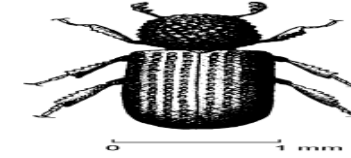
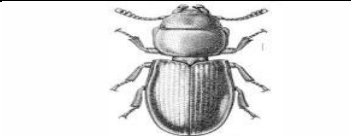


Un dommage causé à l'embryon d'une semence empêchera généralement la germination , Certains ravageurs s'attaquent de préférence au germe .( Aidani,2015)

**5.5/Perte de valeur nutritive :** Si les ravageurs prélèvent le germe , il en résultera une réduction de la teneur en protéines du grain .(Aidani,2015)

Les insectes sont susceptibles de causer des dégâts au grain stocké appartiennent à deux familles principales : les coléoptères et les lépidoptères ou papillons . (Berhautetal,2003)



**Tableau III : Les principaux ennemis des denrées stockées et leurs dégâts (Aziez et al., 2003).**

Insectes	Nom d'insecte	Condition de prolifération	Dégats occasionné	Nature des dégâts
	Charançon ( <i>Sitophilus granarius</i> )	Population multipliée par 20 en 80 jours (30°C et grains à 14%)	Larves	-Trous dans les grains -Germe et amende dévorés
	Silvain ( <i>Oryzaephylus Surinamensis</i> )	Population multipliée par 50 en 28 jours (32°C, HR90%)	Larves	-Aggravation des dégâts des Charançons
	Cryptoleste ( <i>Cryptolestes ferrugineus</i> )	Population multipliée par 60 en 28 jours (35-40°C, HR70-90%)	Adultes et Larves	-Détruit le germe
	Capucin ( <i>Rhysopertha dominica</i> )	Population multipliée par 20 en 28 jours (34°C, HR70%)	Adultes	-Réduction en poudre du contenu du grain
	Cadelle ( <i>Tenebroides</i> )	Développement larvaire en 100 jours à 28°C	Larves	Des grains dévorés
	Dermeste ( <i>Trgodermat granarium</i> )	Population multipliée par 12.5 en 28 jours à 35°C)	Larves	Grains creusés jusqu'à évidement complet
	Alucite des céréales ( <i>Sitotroga cerealella</i> )	Population multipliée par 25 en 28 jours à 35°C	Larves	-Attaque le germe -Déprédation de la marchandise avec les fils de soie gluants de son cocon

## **6. Moyens de lutte**

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

De nombreux travaux ont été réalisés pour le contrôle des ravageurs des grains en stockage (**Bekon et Fleurat-Lessard, 1989**).

### **6.1. La lutte chimique**

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

**6.1.1L'utilisation des pesticides :** Pour la protection des stocks vivriers et les semences, les pesticides fréquemment utilisés appartiennent à deux familles qui sont les organophosphorés, les pyréthroïdes de synthèse et des dérivés actifs obtenues à partir de ces deux familles (**Gwinner et al., 1996**).

**6.1.2L'utilisation des insecticides chimique :** Depuis la venue des composés organiques de synthèse, on regroupe les insecticides en insecticides organiques (les organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthrinoïdes représentent la grande majorité des insecticides organiques de synthèse qui ont été employés ou sont utilisés actuellement) , et inorganiques (généralement à base d'arsenic ou de fluosilice, ils sont aujourd'hui prohibés) (**Regnault-Roger, Philogène B.J.R., 2005**).

Selon **Philogène (2005)**, tous les pesticides posent un problème de contamination à court ou à long terme, selon la nature de la molécule utilisée dans les traitements et selon la manière avec laquelle ils sont appliqués. À cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des insecticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive. L'utilisation intensive des insecticides de synthèse pour lutter contre les insectes phytophages a conduit à la contamination de la biosphère (**WMO, 1965**).

### **6.2. Lutte physique**

**6.2.1. L'irradiation et la lutte par le froid :** Ces méthodes, bien que procurant de bons résultats, ne sont guère présentes en Afrique du fait du coût de l'énergie et de la lourdeur des installations de base (**Gueye et al., 2010**).

**6.2.2. L'insolation :** C'est une pratique effectuée le plus souvent avant le magasinage des récoltes. Elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires (**Lale et Vidal, 2003**).

**6.2.3. L'enfumage :** Il est surtout pratiqué en milieu rural autant pour les vivres que les semences. Dans le cas des semences, essentiellement de mil et de maïs, les épis sont suspendus

au-dessus du foyer, lui conférant une immunité contre les insectes grâce à la chaleur et à la fumée. L'accumulation potentielle de substances délétères issues des fumées n'a pas non plus fait l'objet d'une attention ou de recherches particulières (Gueye *et al.*, 2010).

### **6.3. Lutte biologique**

**6.3.1 Utilisation des plantes insecticides :** 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 fumigeant. 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 (Boeke *et al.*, 2004).

**6.3.2. Activités biologiques des constituants des huiles essentielles :** Différents travaux font référence à l'utilisation d'huiles essentielles pour la protection des denrées stockées contre les insectes et les ravageurs (Ibrahim *et al.*, 2001). Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activité ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatoire (Kéïta *et al.*, 2000).

# *Chapitre II*

## *Généralité sur la plante*

**étudiée**

## 1. Description de la plante

*Melia azedarach*, est connu sous le nom de lilas de perse, c'est un arbre qui appartient à la famille des Méliacées, il est connu comme une importante source de nombreux composés bioactifs présentant des propriétés médicinales ; anti-inflammatoires, antivirales, antimicrobiennes, aussi des propriétés phytosanitaires et insecticides (**Nakatani et al., 1994 ; Al-Rubae, 2009 ; Bitencourt et al., 2014**).

## 2. Classification et étymologie

### 2.1 Classification

La famille des Méliacées compte 51 genres et 550 espèces (**Timbo, 2003**). Selon (**Miller et al., 2010**), *Melia azedarach* est classé comme suit ;

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidae

Ordre : Sapindae

Famille : Meliaceae

Genre : *Melia*

Espèce : *Melia azedarach*.

### 2.2 Etymologie

Le nom *Melia azedarach* ; *Melia* nom grec : manna=frêne, se réfère à la ressemblance de ses feuilles avec celles du frêne. *Azedarach*, du persan : azad=noble et darch=arbre ; arbre noble (**Al-Rubae, 2009**).

## 3. Description de l'arbre

En Inde, cet arbre (figure 05) est vénéré et cultivé pour ses belles fleurs au parfum de miel, utilisées comme offrandes dans les temples. Ses graines toxiques sont trouées et peuvent donc servir de perles. L'arbre était autrefois cultivé en Italie uniquement pour la fabrication de rosaire (**Roussel et Cutler, 2008**).

Cet arbre à feuilles caduques de petite à moyenne taille atteignant une hauteur de 5 à 15 cm et un diamètre de tige de 110 cm, avec une forte ramification latérale et résistant à la sécheresse **(Al-Rubae, 2009)**.

Le feuillage devenant jaune en automne, les fleurs sont pourpres et parfumées. Les fruits ou les baies sont jaunes, presque ronds, lisse et dur comme une pierre contenant 4 à 5 graines noires. Cet arbre utilisé pour le bois est utilisé à des fins ornementales **(Al-Rubae, 2009)**.

Les feuilles (figure 06/ b) sont sombres dans la surface supérieure, et plus pâles dans la face inférieure. Ils sont ovales, cunéiforme à arrondi et souvent dissymétrique à la base, pointu au sommet, obtusément denté avec des dents de 3 à 8 cm de long. Les fleurs (figure 06 /c) forment de grosses grappes ramifiées apparaissant à l'aisselle des feuilles au printemps. Chaque fleur est rose pâle avec un tube violet foncé au centre et atteint 2 cm de diamètre. Le tronc des fleurs a une écorce lisse, fine, violet foncé ou brun-gris et porte des branches fragiles couvertes d'une profusion de feuilles de 50 cm de long. Cet arbre peut produire des fleurs parfumées toute l'année, dès son plus jeune âge même lorsque l'arbre n'est encore qu'un jeune plant **(Roussell et Cutler, 2008)**.

Les fruits (figure 06 /a) pâles ou orange et mesurent 2,5 cm de long rondes, dont le principe est composé de deux du méricarpe, est charnue et de couleur jaune foncé caractéristique des drupes, est lignifiée et forme le noyau, qui contient et protège le graines **(Sagoua, 2009)**. A l'intérieur du charnu le mésocarpe se présente comme un noyau simple, cannelée, brun clair qui contient 5 à 6 amandes, **lisse 1970)**.



**Figure 05:** Arbre de *Melia azedarach* **(Sagoua, 2009)**



**a**

**b**

**c**

**Figure 06** : les différentes parties de *Melia azedarach* ; fruit (a) , feuille (b) , fleur (c)  
(Orwa,2009)

#### **4. Origine et répartitions géographiques**

*M.azedarach*, est originaire du Nord-ouest de l'Inde et de la Chine, il a été naturalisé en milieu tropical et subtropical des pays, *Melia azedarach* est actuellement en Afrique, en Australie et dans les Amériques, cet arbre est largement répandu en Argentine (**Carpinella et al., 2003**). Ses propriétés exploitées par la médecine traditionnelle chinoise (MTC) depuis le début du vingtième siècle, lors des grandes invasions acridiennes (Palestine en 1915, Inde en 1926 et Algérie entre 1888-1894) (**Hajaniaina, 1996**). D'après la large répartition géographique, il existe plusieurs appellations (tableau IV) à travers le monde.

**Tableau IV** : Quelques noms vernaculaires pour *M.azedarach* :

Situation géographiques	Noms vernaculaires	Références
<b>Amérique de sud UI</b>	Lila des Indes ou cèdre blanc	Semlali <i>et al.</i> , 2010
<b>Brésil</b>	Santa Barbara	Khan <i>et al.</i> , 2014
<b>France</b>	lilas des Antilles, lilas des Indes fleurs lilas, Piment d'eauc	Semlali <i>et al.</i> , 2010, Orwa <i>et al.</i> , 2009
<b>Inde</b>	betain, deikna, dek, drekbakain, mallan Nim, bakarja	Orwa <i>et al.</i> , 2009
<b>Angleterre</b>	baie de Chine, arbre de Chine, lilas persan, fierté de la Chine, fierté de l'Inde, de la syringe, de l'azedarach, du cèdre blanc	AL-Rubae, 2009, Orwa <i>et al.</i> , 2009
<b>Italie</b>	Albero dei Paternostri	Orwa <i>et al.</i> , 2009
<b>Allemagne</b>	Zedarachbaum, Paternosterbaum	Orwa <i>et al.</i> , 2009
<b>Espagne</b>	Arbol Enano, Alilaila, jacinta, Violeta, lila , Paraíso, lilayo, mal kohomba.	Orwa <i>et al.</i> , 2009
<b>Chine</b>	Chinaberry, la baie chinoise	Yang <i>et al.</i> , 2011

## 5. La composition chimique

Plusieurs métabolites secondaires ont été identifiés dans les feuilles et les fruits de *Melia azedarach*, y compris les terpénoïdes, tétranortriterpénoïdes, limonoïdes, les flavonoïdestéroïdes (Al-Rubae, 2009 ; Natalli *et al.*, 2010 ; Khan *et al.*, 2014). Il est très semblable à l'Azadirachta



indica (famille des Méliacées) en constituants chimiques et propriétés pharmacologiques (**Khan et al., 2014**).

La composition chimique de *M. azedarach* varie selon les facteurs environnementaux et la gestion de sa plantation (**Chiffelle et al., 2009**).

### 5.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont les métabolites secondaires les plus largement représentés dans le règne végétal. Ces composés présentent tous un point commun: la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH) (**Hennebelle et al., 2004**). Les travaux effectués par (**Chiffelle et al., 2009 ; Orhan et al., 2012 ; Aoudia et al., 2013**) montrent une présence de différentes classes de composés phénoliques à des concentrations variables (tableau V) dans les extraits de *Melia azedarach*.

**Tableau V** : Teneurs en composés phénoliques des différentes parties de la plante (**Aoudia et al., 2013**)

Polyphénols	Concentrations
<b>Phénols totaux solubles</b>	4,25 à 75,16 mg Eq Cat/g de MS
<b>Flavonoïdes</b>	1,17 à 10,47 mg Eq Q/g de MS
<b>Esters tartriques</b>	1,18 à 9,75 mg Eq Cat/g de MS
<b>Anthocyanes</b>	0,09 à 0,71 mg Eq cyanidine-3 glucoside/g deMS
<b>Tanins</b>	3,29 à 26,08 mg Eq Cat/g de MS

MS = Matière sèche

#### ❖ Les composés flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont présents chez presque tous les végétaux et sont à l'origine de la coloration des fleurs, ils appartiennent à l'une des classes les plus importantes des polyphénols, ils sont des pigments solubles dans l'eau et largement distribués dans le règne végétal (**Ribéreau-Gayon, 1968**). Les extraits méthanoliques des feuilles de *Melia azedarach* présentent des teneurs élevées en phénols et en flavonoïdes (figure 07) mais présentent une activité anti-oxydante plus faible (**Nahak et Sahu, 2010**). L'activité dépressive de cette plante

peut être due à la composition chimique de ses graines qui contiennent des lignanes, flavonoïdes et des limonoïdes (Meftah *et al.*, 2011).

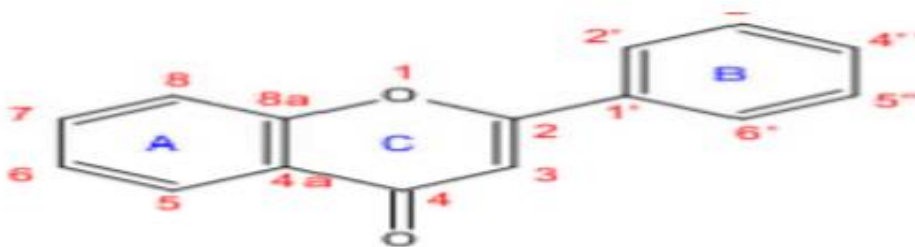
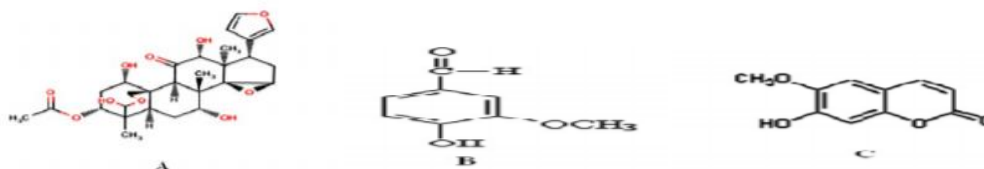


Figure 07 : Structure de base des flavonoïdes (Ribéreau-Gayon, 1968).

## 5.2 Les limonoïdes

Les plantes de la famille des Méliacées ont été bien documentées pour leur capacité à se métaboliser de manière structurale et biologiquement significative, qui due à sa richesse en limonoïdes et triterpenoïdes (Akihisa *et al.*, 2013). Les limonoïdes sont les plus grands représentants de la classe terpénique à activité insecticides (Bitencout, 2014). Ils ont été utilisés dans de nombreux endroits, dans la médecine pour le traitement d'une variété de troubles humains (Nakatani, 1994). L'activité insecticide des plantes de la famille des Méliacées à été largement étudiée, suite à la présence de limonoïdes (tetranorterpénoïdes) (Bounechada et Arab, 2011). Selon les travaux effectués par Al-Rubae (2009), la plante (*Melia azedarach*) contient des limonoïdes étroitement liés à ceux trouvés chez le neem. La figure n°04 montre quelques limonoïdes isolés du fruit de *M. azedarach* représentés par : meliartenin (A), vanilline (B) et du scopoletin (C) d'extrait de graine du fruit.



**Figure 08:** Structures chimiques des limonoïdes extraits de *Melia azedarach*, A-meliartenin, B-vanilline, C-scopoletin (Al-Rubae, 2009)

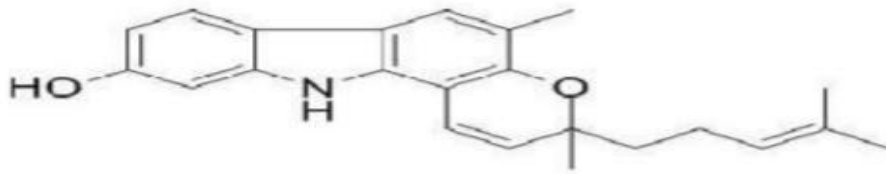
## 5.3 Triterpénoïdes et alcaloïdes

### 5.3.1 Les triterpénoïdes

Le terme terpenoïde désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhydes, acétone, acide lactone, etc.). Les terpènes sont des hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte : leur formule brute est  $(C_5H_x)_n$  dont le  $x$  est variable en fonction du degré d'insaturation de la molécule et  $(n)$  peut prendre des valeurs de 1 à 8 sauf dans les poly terpènes où  $(n)$  peut atteindre plus de 100. La molécule de base est l'isoprène de formule  $C_5H_8$  (Oelrichs *et al.*, 1983). Les graines de *Melia azedarach* contiennent un certain nombre de triterpénoïdes, les méliacarpines qui sont similaires mais pas identiques à l'azadirachtine et celles-ci possèdent également des activités régulatrices de la croissance des insectes. (Isman, 2006). L'analyse de l'extrait éthanolique de *Melia azedarach* a révélé la présence de triterpénoïdes et des stéroïdes, dans les graines et des feuilles (Isman, 2006, Al-Rubae, 2009). L'activité insecticide de *M.azedarach* est due à l'activité biologique des triterpénoïdes qui ont un effet antinutritionnel, ils inhibent la prise alimentaire des insectes phytophages et provoquent la mort par une malformation chez les futures générations (Bounechada et Arab, 2011).

### 5.3.2 Les alcaloïdes

Les alcaloïdes (figure 09) sont des substances organiques qui représentent un ensemble de molécules d'origine naturelle, renfermant du carbone, de l'hydrogène et plus spécialement, de l'azote. Ils sont issus principalement des végétaux, ils figurent parmi les substances les plus importantes pour leurs propriétés pharmacologiques et physiologiques remarquables lorsqu'ils sont introduits dans l'organisme humain ou animal (Simanek, 1999). Les tests phytochimiques qualitatifs préliminaires des différents extraits de *Melia azedarach* montrent la présence d'alcaloïdes, de graisses, de composés phénoliques, de protéines, d'acides aminés, de tanins, de flavonoïdes et de glucides (Chiffelle *et al.*, 2009). Cette méliacée est connue mondialement par sa qualité phytosanitaire, ainsi que ses vertus médicinales et thérapeutiques très intéressantes vu les activités pharmacologiques des composés phytochimiques présents dans les extraits de la plante dont on trouve les alcaloïdes (Ghanaya *et al.*, 2013).



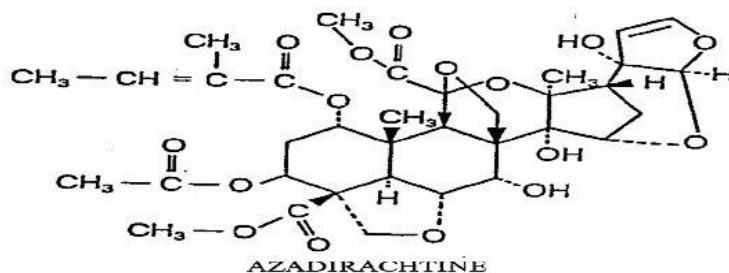
**Figure 09:** Structure d'un exemple d'alcaloïdes (Freismuth, 2015)

## 6. Les autres métabolites

Les graines de *Melia azedarach* contenant de l'azadirachtine (figure 11) comme principe actif, est utilisé comme insecticide répulsif des aphides et des mouches blanches (Estephan et Hayar, 2003)

Les azadirachtines sont des inhibiteurs de croissance (Isman, 1998). Récemment, des études sur les fruits de *Melia azedarach* montrent une richesse en acide para-coumarique, acide vanillique, acide chlorogénique, acide syringique, acide caféique, acide ferulique, rutine, la catéchine, le kaemferol et l'acide caproïque, palmitique, stéarique, oléique, linoléique et linoléique comme acides gras qui sont également présents dans les fruits de *M.azedarach* (Bitencourt et al., 2014).

D'autres classes de métabolites (primaires et secondaires) sont présents dans les fruits de *M.azedarach*, comme les stéroïdes, les alcaloïdes, les protéines, les saponines, phénols et phytostérols qui sont tous présents dans les différentes parties de cette espèce, ainsi que des composés volatiles (Chiffelle et al., 2009). L'analyse chimique des stades de maturité des fruits ont déterminés une légère augmentation de la teneur en fibres brute, et d'une diminution de 60% de la teneur en lipides dans les feuilles matures (Chiffelle et al., 2009). La poudre des feuilles de *Melia azedarach* est une source potentielle de protéines pour l'utilisation dans la formulation des rations alimentaires des chèvres laitières à la place des produits commerciaux (Damas msaki et al., 2012).



**Figure 10 :** Structure chimique de l'azadirachtine (Philogène et al., 2002).

## **7. Les rôles biologiques**

C'est un grand arbre de distribution mondiale, et ses feuilles et fruits montrent une variété d'effets biologiques indiquant :

### **7.1. Effet insecticide**

Les produits chimiques isolés des espèces appartenant à la famille des méliacées, parmi eux *Melia azedarach* et *Azedarachta indica* ont récemment reçus une attention particulière entomologiste appliquée en raison de leurs excellentes propriétés tant qu'agents de contrôle insecticides (**Carpinella et al., 2003**).

Les extraits aqueux de feuilles et de fruits de *Melia azedarach* présentent des effets insecticides comparables à ceux de la plupart des produits commerciaux (**Aoudia et al., 2013**).

Les effets insecticides de *Melia azedarach* induisent un retard de la croissance, réduction de la fécondité, trouble de la moue, troubles morphologiques et aussi des effets anti-nutritifs (**Nathan et Sehoon, 2006, Chiffelle et al., 2009**).

### **7.2. Effet thérapeutique**

Le genre *Melia* a été utilisé en médecine populaire pour son potentiel antipyrétique, anthelminthique et les propriétés anti-inflammatoires (**Kwon et al., 1999 ; El Hadj et al., 2006**).

Les extraits de fleurs de *Melia azedarach* ont été utilisés pour traiter de nombreuses maladies comme les rhumatismes, la lèpre, les éruptions cutanées, ... etc (**Maciel et al., 2006 ; Al-Rubae, 2009**).

Dans le système de médicament folklorique, toutes les parties de la plante, y compris les fruits, les graines, les feuilles et les racines ont été utilisées à des fins médicinales, dans le traitement de diverses maladies de la peau, douleurs rhumatismales, diurétique et astringente, de plus elles possèdent diverses propriétés pharmacologiques telles que l'antioxydant, anticancéreux, antiviral, antipaludique, antibactérienne, antifongique, activité de l'anti fertilité antinéoplasique, anti-inflammatoire et analgésique (**Yang et al., 2011; Khan et al., 2014**).

## **8. La toxicité**

Des études précoces ont révélés une toxicité importante de *Melia azedarach* pour l'homme. Les feuilles, les écorces et fleurs ont été révélées toxiques, mais dans la grande majorité des cas cette toxicité se traduit par l'ingestion de fruits (**Oelrichs et al., 1983**). Cependant des études sur les arbres qui poussent en argentine ne révèlent pas une telle toxicité (**Carpinella et al., 2003**). D'après **El Hadj et al, (2006)**, les extraits d'*Azadirachta indica* et de *Melia azedarach* appliqués directement sur des larves et des adultes de *Schistocerca gregaria* provoquent des taux de mortalité allant jusqu'à 100% au bout de 14 jours.

Les enfants meurent après avoir ingérés six à huit fruits murs. Cette mortalité se précède de symptômes ; nausées, vomissements saignants, sensibilité dentaire, la somnolence et les convulsions ainsi que des symptômes d'excitation ou de dépression, affaiblissement cardiaque. De nombreuses recherches montrent que *M. azedarach* est toxique pour le bétail, les bovins, les moutons, les chèvres et les volailles, mais les pores sont les plus couramment affectés.

Chez les animaux qui survivent pendant plusieurs jours, cette toxicité s'exprime par une dégénérescence graisseuse et une hyperémie du foie et reins (**Oelrichs et al., 1983**).

**Oelrichs et al, (1983)** rapportent que la toxine est présente dans la partie résineuse du fruit et que la résine contient une substance alcaloïdique de structure inconnue, d'autre part **Steyn et Rindi, (1929)** ont signalés que les principes toxiques ne sont pas ni des alcaloïdes, ni des ovalbumines ou les glycosides, mais sont probablement des principes amers.

# *Chapitre III*

## *Matériel et méthode*

## 1. Méthodologie:

### 1.1. Récolte et préparation des plantes :

#### 1.1.1. Récolte :

Plusieurs espèces végétales ont été recensées comme étant des plantes insecticides, Parmi celle qui est fait l'objet de test de toxicité sur l'insecte *Tribolium castaneum* dans cette étude est rappelant le *Melia azedarach*.

Les fruits ont été récoltés à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Saad dahlab de Blida au mois de janvier 2020 . Nous avons récolté plus de 5kg de fruits de *Melia azedarach*. Ces fruits ont été mis à sécher dans un endroit sec et aéré à l'abri de la lumière et de l'humidité avant d'être broyées et préparées à l'extraction.



Figure11 : Aspect des fruits de *Melia azedarach* (Photographie par Saidi ,2020)

#### 1.1.2. Préparation des extraits méthanolique :

Les extraits ont été préparés selon la méthode de **Chaouche(2014)** et celle de **bouguendoura(2012)**.



Le végétal est séché à l'ombre à l'abri de la lumière et de l'humidité, mixé, remué puis broyé en poudre. Une évaporation rotative a servi pour l'obtention de l'extrait méthanolique sec et, cela, après macération de 10 grammes(g) de poudre dans 100 millilitre (ml) de méthanol pur pendant 48 heures et à température ambiante. Le méthanol a été récupéré à sec sous pression réduite à 50°C.

Le rendement des extraits méthanoliques obtenus(Rdt) a été estimé par la formule suivante:

$$\text{Rdt}\% = (\text{Poids de l'extrait obtenu(g)} / \text{Poids du végétal utilisé(g)}) * 100.$$

Ces extraits ont été conservés à 4°C.

La fraction solide a été diluée dans de l'éthanol à 80% afin de grandir une meilleure solubilité des entités ainsi extraites.

## **1.2. Récolte et élevage de l'insecte :**

### **1.2.1. Récolte :**

Les échantillons de blé dur infestés sont prélevés au niveau de la CCLS (coopérative de céréales et des légumes secs) d'El Affroun durant la période de janvier à février 2020 .

**\*Lieu d'étude :** au laboratoire de parasitologie station expérimentale

### **1.2.2 Elevage :**

Les individus de *Tribolium castaneum* sont maintenus dans des conditions de laboratoire de (Température : 20-25°C et une humidité relative variant de 65à70%), dans des bocaux, en verre contenant de blé endommagé.

Pour séparer les insectes (larves et adultes) de blé, nous avons utilisé un tamis de diamètre 0.5mm, puis à l'aide d'un pinceau on prend les individus, larves(L5) et on les place séparément dans des bocaux .



**Figure 12 : Quelques Tribolium adultes à la surface de blé dur (photographie par Saidi, 2020).**

### **1.3. Test de toxicité :**

selon la méthode utilisée par **Arab et Bouenchada(2011)** qui faisant l'expérience sur l'effet insecticide de la poudre de *Melia azedarach* sur *Tribolium*.

L'extrait méthanolique obtenues à partir des fruits secs de *Melia azedarach* ont été mélangées à des doses de 10, 15,30g/ml pour 100g de blé dur sur un lot de 20 insectes adultes, et 10 larves qui sont introduites séparément dans des bocaux .

Les essais sont répétés trois fois pour chaque dose .

Parallèlement, des insectes nourris à base de blé traités avec du Méthanol 80% seulement, constituent de lot témoin positif.

Des témoins négatifs ou l'aliment mis à la disposition aux insectes n'ayant subi aucun traitement ont été également utilisés .Pour chaque dose, trois répétitions ont été réalisées.

# *CHAPITRE IV*

## *Résultats et discussion*

## Résultats et discussion

Le résultat concret de ce test expérimental inachevé est inconnu, d'où les résultats attendus reposent sur deux hypothèses possibles :

- Non efficacité de l'extrait méthanolique en cas de non réponse face aux métabolites secondaires de *M. azedarach* ou pour des raisons de résistance pouvant avoir un lien avec la physiologie de l'insecte ou la non adéquation du protocole adopté dans le dispositif expérimental.
- Efficacité de l'extrait de *M.azedarach* vis-à-vis de *Tribolium castaneum* eu égard à la composition chimique de cet extrait, ce qui peut être en concordance ou non avec la dose et la durée de traitement.

Au vu des résultats de l'analyse chimique réalisé par BACHIR *et al.* (2017) pour le même extrait utilisé dans la présente étude, nous supposons que la deuxième hypothèse est celle qui se rapproche le mieux aux résultats attendus car ces mêmes auteurs ont pu identifier par CGMS 72,74% des métabolites secondaires composant cet extrait, dont : le 1.8 Cineol, l'acide oléique, l'acide stéarique, l'acide palmitique, des triterpènes, des monoterpènes, l'azadirachtine et d'autres limonoïdes et composés phénoliques.

Nous constatons donc que *Melia azedarach* contient des composés limonoïdes principalement l'azadirachtine autant que biopesticide non dangereux pour les mammifères (Celestino *et al.*,2004) et qui est très sélectif envers certaines classes d'insectes. De plus à l'heure actuelle aucune résistance n'est notée envers cette molécule qui est particulièrement active sur les cellules en division (Mordue *et al.*,2010)

Hormis l'activité connue de l'azadirachtine, l'activité insecticide de *Melia azedarach* est due à l'activité biologique des Triterpénoïdes qui ont un effet anti-nutritif. Ils inhibent la prise alimentaire des insectes phytophages et provoquent la mort et des malformations chez les futures générations (Vergara *et al.*, 1997; Carpinella *et al.*, 2003). Les extraits des fruits ont été évalués sur divers insectes ravageurs avec des résultats promoteurs (Padrón *et al.*, 2003;Mazzonetto et Vendramim, 2003; Pérez-Pacheco *et al.*, 2004).

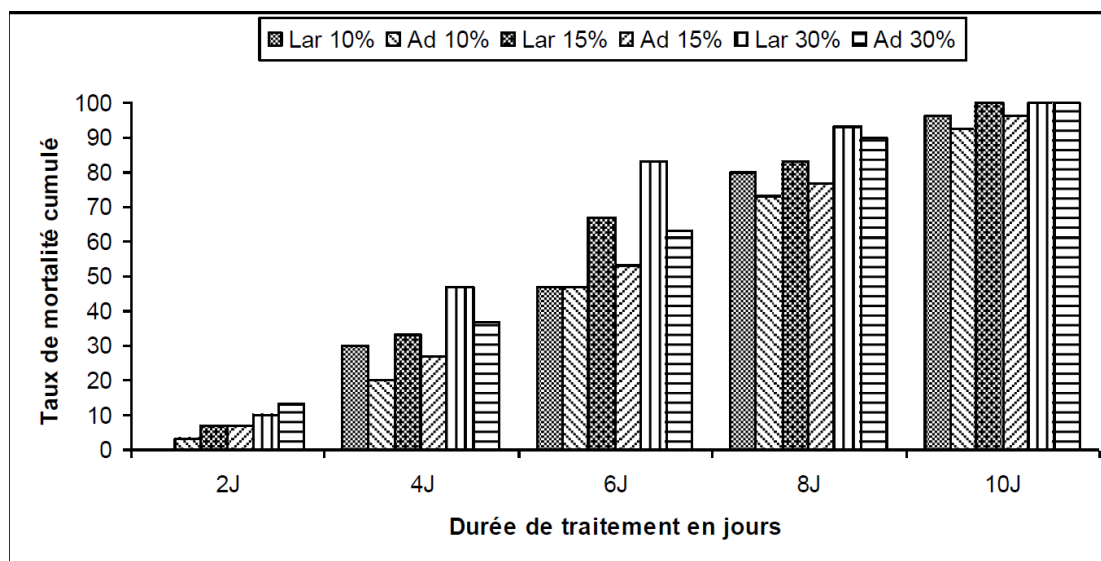
D'après Nakatani *et al.*, (1995) Les analyses phytochimiques sur cette plante ont révélé la présence de tanins condensés, triterpènes et des alcaloïdes . L'activité insecticide de plantes de la famille des Meliaceae a été largement étudiée, l'enregistrement de la présence de limonoïdes (Tetranortriterpenoids). Ces composés sont capables d'inhiber le développement, l'alimentation des insectes et la survie de plusieurs insectes (Wandscheer *et al.*, 2004)

Selon Arab et bounechada(2011) qui ont déjà étudié l'effet insecticide de *Meliaazedarach* sur *Tribolium castaneum*, le temps létal 50(TL<sub>50</sub>) le plus court est enregistré après 3,9 jours chez les larves et 4,3jours de traitement chez les adultes, avec la dose de 30% (Tab.VII) .

**TableauVI** : Temps létal en jours pour 50% (TL<sub>50</sub>) de la population de *Tribolium castaneum* induit par la poudre de fruits à différentes doses de *Melia azedarach*

	<i>Melia azedarach</i>	
<b>Doses</b>	<b>larves</b>	<b>adultes</b>
<b>10 %</b>	5,3	05,5
<b>15 %</b>	04,4	05,0
<b>30 %</b>	03,9	04,3

La mortalité la plus élevée est observée chez les individus traités à la concentration de 30% quelque soit la durée de traitement (Fig.13).



**Figure 13:** Taux de mortalité cumulé chez les larves et les adultes de *Tribolium castaneum* traités avec les différentes concentrations de poudre des fruits de *Melia azedarach*.

Les analyses statistiques ont montré que la mortalité est significative avec les différentes concentrations de traitement par rapport au témoin.

L'activité insecticide de *Melia azedarach* est due à l'activité biologique des Triterpénoides qui ont un effet anti-nutritionnel. Ils inhibent la prise alimentaire des insectes phytophages et provoquent la mort et des malformations chez les futures générations (Carpinella et al.,2003). L'activité insecticide de plantes de la famille des Meliaceae a été largement étudiée, suite à la présence de limonoïdes ( Tetranoortriterpenoides).

Ces composés sont capables d'inhiber le développement, l'alimentation des insectes et la survie de plusieurs espèces d'insectes et la survie de plusieurs espèces d'insectes (Wandscheer et al., 2004; Maciel et al .,2006) .

Cette plante contient plusieurs constituants à activité biologique comme l'azederachtine (Naganishi,1975)

Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré des insecticides chimiques 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.

C'est dans ce contexte que nous avons voulu tester l'effet insecticide de plante *Melia azedarach* caractérisées par leurs pouvoirs insecticide et perturbateur physiologique (Abbassi et al .2005, Senthil-Nathan et al,2006;Jbilou et al.,2008).

Donc, On peut utiliser cette plante comme insecticide naturel qui participer à la lutte contre l'utilisation des pesticides en post-récolte afin d'éviter les problèmes lies:

- Aux coûts des pesticides.
- A la dégradation de l'environnement.
- A la santé des populations en milieu rural.
- La lutte contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté.

*Conclusion et  
Perspectives*



## Conclusion et Perspectives

Nous pouvons conclure que cette étude suggère que l'extrait méthanolique de fruits *Melia azedarach* utilisée a révélé qu'ils peuvent être utilisés pour la lutte contre l'insecte *Tribolium castaneum*. Ce pouvoir insecticide attribué à *Melia azedarach* peut être lié au fait que cette espèce végétale renferme des composés actifs à effet insecticide, répulsif et antinutritionnel et ce d'après plusieurs recherches effectuées sur la composition chimique de cette plante; et par conséquent on peut les ajouter à la liste taxonomiques des autres plantes ayant le même effet et peuvent être un protecteur potentiel vis à vis *T. castaneum* et pourquoi pas d'autres insectes des grains de céréales stockés.

L'étude de l'effet toxique de *M. azedarach*) sur les adultes et les larves de *Tribolium castaneum* nous a permis de dégager certains résultats et remarques.

*Melia azedarach* est toxique. Le taux de mortalité est variable selon les individus (larves ou adultes). La toxicité évolue également avec la durée de traitement et la concentration.

Les larves de *Tribolium castaneum* sont plus sensibles que les adultes aux effets insecticides de cette plante. Les temps létaux (TL50) sont plus courts pour les larves que pour les adultes. La remarque que l'on soulève c'est que la présence d'une matière active n'est pas le seul déterminant mais sa concentration est un point capital du pouvoir insecticide du produit.

En Perspectives, il serait souhaitable d'utiliser d'autres modes d'utilisation des plantes médicinales à effets insecticides tels que l'extraction huileuse et pouvoir également isoler les principes actifs de ces plantes afin de confirmer les résultats de ces tests réalisés avec le produit brut. Ses insecticides d'origine botanique peuvent se substituer aux insecticides chimiques dans le domaine de la lutte contre les insectes ravageurs des céréales stockées. Toute fois il serait préférable de les tester dans les entrepôts des stockages tout en insistant que le meilleur moyen de protection des céréales stockées soit la prévention (conditions de stockage).

***REFERENCE***

***BIBLIOGRAPHIQUE***

## A

**Abbassi K., Mergaoui L., Kadiri Z., Stambouli T A. et Ghaout S.** "Activités biologiques des feuilles de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) en Floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le croquet pèlerin" *Zool. Bacteria*, **16**, 2005, 31-46.

**Akihisa, T., Pan, X., Nakamura, Y., Kikuchi, T., Takahashi, N., Matsumoto, M., Oghihara, E., Fukatsu, M., Koike, K., and Tokuda, H. (2013).** "Limonoids from the fruits of *Melia azedarach* and their cytotoxic activities." *Phytochemistry*, **89**, 59-70.

**AIDANI., 2015.** Effet des attaques de capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées (Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif cas de blé dans la région de Tlemcen) p41-42.

**Aissata C., 2009**– lutte contre *sitophilus oryzae* I. (Coléoptère : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coléoptère : Tenebrionidae) dans les stock de Riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, Thèse Doc. Sc. Montréal, 154p.

**Al-Rubae, A. Y. (2009).** "The potential uses of *Melia azedarach* L. as pesticidal and Medicinal plant, review." *Am. Eur. J. Sust. Agric*, **3**, 185-194.

**Aoudia, H., Oomah, B., Zaidi, F., Zaidi-Yahiaoui, R., Drover, J. C., and Harrison, J. (2013).** "Phenolics, antioxidant and anti-inflammatory activities of *Melia azedarach* extracts."

**Aouina et khelifi 2018,** Evaluation de l'effet répulsif de *Cuminum cyminum* L. et *Foeniculum vulgare* Mill. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* (Herbst), 19 p.

*International Journal of Applied Research in Natural Products*, **6(2)**, 19-29.

**Aubertot JN, Barbier JM, Carpentier A, Gril JJ, Guichard L, Lucas P, Savary S, Savini I, Voltz M (2005).** Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref (France), 64 p.

**Aziez M, Hammadouche O., Mallem S. Et Tacherifet S., 2003** – Le guide pratique pour l'agréur céréales et légumineuses alimentaires. C. N. M. Z, Algérie, 55 p

## B

**Bachir k ., 2018 .,** Biocinose De *Pinus halepensis* ,Cupressus dupreziana DE DJELFA ET TEST D'UN BIOCIDES POUR LUTTER CONTRE *Thaumetopoea pityocampa* Den & Schiff . (Lepidoptera , Notodontidae )

**Bachir, K., Tail, G., Bouragba, N., Zamoum, M., Trigui, M., Tounsi, S. and Saidi, F. 2017.** Synergic effect between *Bacillus thuringiensis* Kurstaki HD1  $\delta$ -endotoxins and *Melia azedarach* (Meliaceae) methanolic extract against the larvae of *Thaumetopoea pityocampa* Den. and Schiff. (Lepidoptera, Notodontidae). J. Ent. Res. 41(4): 343-352.

**Balachowsky S., 1962-** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cie, Paris. Tome I. pp 378-392

**Balachowsky et Mensil., 1936 -** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, et leur destruction. Ed. Etablissement. Busson, Tome II., Paris : pp1722-1724.

**Balaram R. et Fakruddin Shahed S. M., 2007-** "Ethanol extract of melgota (*Macaranga postulata*) for repellency, insecticidal activity against rice weevil (*Sitophilus oryzae*)". African Journal of Biotechnology, 6(4), p 379-383.

**Belyagoubilarbi, 2006 :** effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales, pages 180. Mémoire de magistère en biologie spécialité : substances naturelles : activités biologiques et synthèses. Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen .

**Bekon, K., et Fleurat-Lessard F., 1989.** Evolution des pertes en matière sèche des grains dus aux ravageurs secondaires: *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coléoptère; Tenebrionidae), lors de la conservation des céréales. In Céréale en région chaudes. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 97-104.

• **Berhaut et al, 2003** stockage et conservation des grains à la ferme (qualité-stockage), stockage à la ferme, (arvalis – institut du végétal) et Jean-Pierre Criaud (grceta de l'éverecucin), ARVALIS - institut du végétal.

**Berhaut P., Le Bras A., Niquet G et Griaud P., 2003-** Stockage et conservation des Grains à la ferme, ARVALIS, Institut du végétal, Ed. Tec et Doc, Paris, 108 P.

**Bitencourt, R. G., Queiroga, C. L., Duarte, G. H., Eberlin, M. N., Kohn, L. K., Arns, C.**

**W., and Cabral, F. A. (2014).** "Sequential extraction of bioactive compounds from *Melia azedarach* L. in fixed bed extractor using CO<sub>2</sub>, ethanol and water." *The Journal of Supercritical Fluids*, 95, 355-363.

**Boeke S., Baumgart I.R., Van Loon J., Huis A., Dicke M., Kossou., D., 2004.** Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research*. 40, 423-438.

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

**Bounechada, M., and Arab, R. (2011).** "Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae).

**Bouguendoura N., Bendimerad N., 2012 :** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanoliques de *Satureja calamintha* sp. *Nepeta* (L.) Briq., Algérie, *Nature & technologie*, 9 :14-19

**Bratali H. et lamzouri J, 1990 :** les silos enterre année de paille, comptes rendus du séminaire international de la commission internationale. Du génie rural (CIGR), sur les structures de stockage des céréales, des légumineuses et de leurs dérivés, Maroc, p.110-127

## C

**Camara A., 2009-** Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: curculionidae) et *Tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse. Doctorat., Univ., Québec, Montréal, 154 p

**Carpinella M.C., Defago, M.T., Valladares, G. and Palacios, S.M., 2003 :** Antifeedant and insecticide properties of a limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with potential use for pest management, *J. Agric. Food Chem.*, 51: 369-74.

**Carpinella M.C., Herrero G.G., Alonso R.A. et Palacios S.M., 1999.** Antifungal activity of *Melia azedarach* fruit extract, *Fitoterapia*, 70, 296-298.

**Chaouche T.M., 2014:** Contribution à l'étude des activités antioxydantes, et antimicrobiennes des extraits de quelques plantes médicinales, Thèse de doctorat en biologie, Université Abou-Bakr-Belkaid, Tlemcen, 122p.

and insecticide properties of a limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with potential use for pest management." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(2), 369-374.

**Chiffelle, G., Huerta, F., and Lizana, R. (2009).** "Physical and chemical characterization of *Melia azedarach* L. fruit and leaf for use as botanical insecticide." *Chilean journal of agricultural research*, 69(1), 38-45.

**Christine B., 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2<sup>ème</sup> Edition, 124-154.

## D

**Damas Msaki, T., Chenyambuga, S., Ndemanisho, E., and Komwihangilo, D(2012).**

"Evaluation of locally available feed resources for dairy goat feeding in Kongwa district, Tanzania."

**Dajoz R., 2002-** Les coléoptères Carabidés et Ténébrionidés Ed. Lavoisier., Paris, p 1-89.

**Didier Rémond, Stéphane Walrand, 2017** Les graines de légumineuses: Caractéristiques nutritionnelles et effets sur la santé. Innovations Agronomiques, INRA, 2017, p 60.

## E

**El Hadj, M. D. O., Dan-Badjo, A. T., Halouane, F., and Doumandji, S. (2006).** "Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskål, 1775 (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae)." *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 17(3), 407-414.

**Estephan, S. A., and Hayar, S. (2003).** "Effets d'amendements organiques et de deux pesticides sur le nombre de nématodes dans un sol agricole."

## F

**FAO., 1994-** Synthèse de l'expérience africaine en amélioration des techniques après récoltes. *Basée sur les journées techniques accra*, Ghana, 4-8 juillet, 41p

**FAO, 2016**, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, les avantages nutritionnels des légumineuses, [fao.org/pulses-2016](http://fao.org/pulses-2016).

**Faye, M. (2010)**. Nouveau procédé de fractionnement de la graine de Neem (*Azadirachta Indica A. Juss*) sénégalais: production d'un bio-pesticide d'huile et de tourteau, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**Fleurat-Lessard F., 1978**. Les insectes et les acariens des denrées stockées, Autres méthodes de lutte .Coed.Afnor-Itcf , Paris, 165-168.

**Finney D.J., 1971**. *Probit analysis*. 3th ed. Cambridge University Press. IBSN 0 521080421 X, 333 p.

**Freismuth, A. (2015)**. L'étude ethnopharmacologique de plantes autochtones de Nouvelle-Calédonie : *Micromelum minutum* (G.Forst.) Wight & Arn. (Rutaceae) et *Scaevola* spp. (Goodeniaceae). These de doctorat, Faculte de pharmacie .

## G

**Gatel F., 2003** - stockage et conservation **Lepesme P., 1944**- Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed. Chevalier., Paris, 335p. grains à la ferme, Ed. Arvalis, 80p.

**Ghnaya, A. B., Hamrouni, L., and Hanana, M. (2013)**. "Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Melia azedarach L.*" *Phytothérapie*, 11(5), 284-288.

**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. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(1), 183-194.

**Gwinner J., Harnisach R., Mück O., 1996**- manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte, Ed. Eschborn, 368p

## H

**Hajaniaina, (1996)**. Produits de l'arbre neem en lute antiacridienne : experience à Madagascar

**Hall, D.W., 1970-** Handling and Storage of Food Grains, in Tropical and Subtropical Areas, FAO. Rome, 350 p.

.

## I

**Ibrahim M.A., Kainulainen P., Aflatuni A., Tilikkala K. et Holopainen J.K., 2001.** Insecticidal, repellent antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limolene and its suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science in Finland*, **10** (3), 243-259.

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

**Isman, M. B. (2006).** "Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world." *Annu. Rev. Entomol.*, 51, 45-66.

## J

**Jacobson M., 1989.** Botanical pesticides: past present and future. Arnason J T., philogene B.J.B and Morand p., eds, Insecticide of plant origine ACS Symposium series ,384,pp,1-10, washinton DCUSA .

**Javed N, Gowena SR, El-Hassana SA, Inam-ul-Haqa M, Shahinab F, Pembroke B (2008).** Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) formulations on biology of root-knot nematodes (*Meloidogyne javanica*) on tomato. *Crop Protection* 27: 36-43 .

**J. and Fontana J.D.** "Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*". *Toxicon*, **44**, 2004.

## K

**Kassemi N., 2014.** Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques (*Pseudocytisus integrifolius* Salib et *Nepeta nepetella* L.) sur les ravageurs du blé

**Keïta S.M. et al., 2000-** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Stored Prod. Res* 36: pp 355-364

**Khan, M. F., Rawat, A. K., Pawar, B., Gautam, S., Srivastava, A. K., and Negi, D. S. (2014).** "Bioactivity-guided chemical analysis of *Melia azedarach* L.(Meliaceae), displaying antidiabetic activity." *Fitoterapia*, 98, 98-103.



**Khatoon, A., Jethi, S., Nayak, S. K., Sahoo, S., Mohapatra, A., and Satapathy, K. B. (2014).** "Evaluation of in vitro Antibacterial and Antioxidant Activities of *Melia azedarach* L. Bark." *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 9(6), 14-17.

**Kwon, H. C., Lee, B. G., Kim, S. H., Jung, C. M., Hong, S. Y., Han, J. W., Lee, H. W., Zee, O. P., and Lee, K. R. (1999).** "Inducible nitric oxide synthase inhibitors from *Melia azedarach* var. japonica." *Archives of pharmacal research*, 22(4), 410-413.

### L

**lasserannique et monroco, 1988 :**guide pratique-stockage et conservation des grains à la ferme. Ouvrageréalise par l'ITCF, institue des céréales et des fourrages Wilson-75116-paris- France. p 17.

**Laumonnier R, 1978 :**culture légumière ED J.B Ballere

### M

**Maciel, M., Morais, S. M., Bevilaqua, C., Camurça-Vasconcelos, A., Costa, C., and Castro, C. (2006).** "Ovicidal and larvicidal activity of *Melia azedarach* extracts on *Haemonchus contortus*." *Veterinary Parasitology*, 140(1), 98-104.

**Mebarkia A., Benkohila H.S., Hamza M et Makhlof M., 2012.** Efficacité d'une protéine entomotoxique du type a1b des graines de legumineuses Agriculture n°3, 1-8.

**Mebarkia A., Khalfi O. et Guechi A., 2001.** Problèmes phytosanitaires des céréales stockées en régions semi-aride. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El-Harrach, 119-126.

**Meftah, H., Boughdad, A., and Bouchelta, A. (2011).** "Effet biocide des extraits aqueux bruts de *Capsicum frutescens*, *Melia azedarach* et *Peganum harmala* sur *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) en verger." *Cahiers Agricultures*, 20(6), 463-467 (1).

**Miller, J. H., Chambliss, E. B., & Loewenstein, N. J. (2010).** Field Guide for the Identification of Invasive Plants in Southern Forests. *DIANE Publishing*.

**Mordue L.A.J, Morgan .E .D , Nisbet .A.J2010.**Addendum : Azadirachtin a natural product in insect control :An update in :Gilbert .L.I&Gill.S.S(eds) Insect control .Elsevir , oxford .u k .204-206

**Multon J.L., 1982-** Conservation et Stockage des grains et graines et Produits dérivés Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique & Documentation Lavoisier, Paris : pp 576.

## N

**Naganishi K., 1975.** Structure of the insect antifeedant azadirachtin. In: Recent advances in phytochemistry, VC Runeckles (ed.), Plenum, New York, N.Y.5, 283–298.

**Nahak, G., and Sahu, R. K. (2010).** "In vitro antioxidative activity of *Azadirachta indica* and *Melia azedarach* Leaves by DPPH scavenging assay." *Nat Sci*, 8(4), 22-8.

**Nakatani, M., Huang, R. C., Okamura, H., Naoki, H., and Iwagawa, T. (1994).**

"Limonoid antifeedants from Chinese *Melia azedarach*." *Phytochemistry*, 36(1), 39-41.

**Nathan, S. S., and Sehoon, K. (2006).** "Effects of *Melia azedarach* L. extract on the teak defoliator *Hyblaea puera* Cramer (Lepidoptera: Hyblaeidae)." *Crop Protection*, 25(3), 287-291.

## O

**Oelrichs, P. B., Hill, M. W., Vallely, P. J., MacLeod, J. K., and Molinski, T. F. (1983).**

"Toxic tetranortriterpenes of the fruit of *Melia azedarach*." *Phytochemistry*, 22(2), 531-534.

**Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., and Simons, A. (2009).** "Agroforestry database: a tree species reference and selection guide version 4.0." *World Agroforestry Centre ICRAF, Nairobi, KE.*

## P

**Philogène B.J.R., 2005.** Effets non intentionnels des pesticides organiques de synthèse: impact sur les écosystèmes et la faune. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement ; (eds. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogène, B.J.R.). Edition TEC et DOC. Paris. 171-187 p.

## R

**Regnault-Roger C., Philogène B.J.R., 2005.** Evolution des insecticides organiques de synthèse. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement ; (eds. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogène, B.J.R.). Edition TEC et DOC. Paris. 20-43 p.

**Ribéreau-Gayon, P., and Gautheret, R. J. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux: Dunod Paris.

**Russell, T., and Cutler, C. (2008).** L'encyclopédie mondiale des arbres: Hachette.

## S

**Sagoua, W. (2009).** Etude synergique du couplage du Système Lactoperoxydase avec d'autres molécules naturelles actives ayant des propriétés antifongiques pour l'amélioration de la conservation en frais des bananes, *Université d'Avignon*.

**Semlali, A., Harich, N., Assobhei, O., Kabil, E., and Rabhi, M. (2010).** "Effet de l'extrait des graines de *Melia azedarach L.*(Meliaceae) sur le développement post-natal des gonades mâles chez le Rat." *Afrique SCIENCE*, 6(2), 71-83.

**Steffan J.R, 1978** - Description et biologie des insectes. Ed. Afnor., I.T.C.F., Paris, 238p

**Stork N.E.,1997** **Measuring** global biodiversity and its decline .In : biodiversity II (eds , Reaka . kudla ML and Wilson EO ) . Joseph Henry press, Washington, D.C., USA PP: 41-68

**Syed Shayfur R., Mizanur R., Mohammad Mizanur R.K., Shameem A.B.,Steyn, D. G. and Rindl. M. (1929)** *Trans. R. Sot. S. AI;* 17,295.

## T

**Tabula TK, Madoungou P, Bayonne L (2005).** Effets de l'iboga (Tabernanthe iboga Baillon) sur les nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*) parasites de tomate. *Tropicultura* 23 (1): 6-10

**Timbo, B. (2003).** Etude phytochimique et des activités biologiques de *Trichilia emetica* Vahl (Meliaceae), Thèse de Pharmacie.

**Tazerouti-Bendiffallah L., Bakour K. et Kellouch AEK, 2001.** Etat sanitaire des denrées entreposées dans les unités de stockage de Draa Ben Khedda, Bouira et ain Bessam. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El- Harrach, 355-360.

## W

**Wandscheer C.B., Duque J.E., da Silva M.A.N.,Fukuyama Y., Wohlke J.L., Adelman**

**watt J ,(1889).**Dictionary of economic plants of india.superintendent ,Gouvernement printing Press ,India.

**Weidner H. et Rack G., 1984.** Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds, Eschborn, 80 p.

**WMO., 1965.** Scientific assessment of ozone depletion: World Metrological Organisation global ozone research and monitoring project. Report No. 37, WMO, Geneva, Switzerland.

**Yang, Y., Xiao, Y., Liu, B., Fang, X., Yang, W., and Xu, J. (2011).** "Comparison of headspace solid-phase microextraction with conventional extraction for the analysis of the volatile components in *Melia azedarach*." *Talanta*, 86, 356-361.