

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

UNIVERSITE DE SAAD DAHLAB –BLIDA

جامعة سعد دحلب -البليدة

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de master académique en science de la nature et de la
vie

Faculté des sciences agrovétérinaires

Département des sciences agronomiques

Spécialité : phytopharmacie appliquée

Effet des extraits de *Pistacia lentiscus* et d'*Inula viscosa* sur *Sitophilus oryzae* ravageur de blé en stock

Présenté par : ZEKRI Salem

Soutenu le : 18/09/2013

Devant le jury :

Président:	M. AROUN M. F.	M. A. A.	(U.S.D.B.).
Promotrice :	Mme GUENDOZ-BENRIMA A.	Prof.	(U.S.D.B.).
Co-promotrice :	Mme MAHDI Kh.	M. A. B.	(U.A.M.O.B)
Examineurs:	Mme YAHIA N.	M. A. A.	(U.S.D.B.).
	M. GHEZALI DJ.	M. C. A.	(E.N.S.A)

ANNEE UNIVERSITAIRE 2012-2013

Dédicace

A la mémoire de mon père qui je n'oublierai jamais

A toi maman...

A ma petite famille :

Ma femme Zouzou.....

Ma fille Rihab.....

Remerciement

En premier lieu, je remercie ALLAH le tout Puissant pour m'avoir accordé le courage, la force et la patience pour mener à bien ce travail.

Je tiens à remercier M. GUENDOUIZ-BENRIMA pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'encadrer ce mémoire. Toute ma gratitude à M. Mahdi à qui je dois respect et gratitude pour m'avoir guidé afin de mener à bien cette étude. Ses encouragements et sa disponibilité durant toutes les étapes de ce travail, pour la confiance qu'elle m'a témoigné, ses remarques pertinentes et ses suggestions sans cesse ont permis l'amélioration de la qualité de ce document. Que Dieu la protège.

Toute ma gratitude à M. AROUN, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Mes remerciements et mon profond respect à M. YAHIA et M. GHEZALI, pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Je tiens aussi à remercier M. KHENFOUS-DJEBARI, pour avoir mise à ma disposition le matériel nécessaire à la réalisation de ce travail.

Que METREF Remdane mon responsable à l'EDEVAL trouve ici ma sincère gratitude pour sa compréhension et ses encouragements.

الملخص:

في هذه الدراسة استعملنا حصة 500 غ من القمح اللين (HD1220) غير معالجة تعج بكارسوسية (*Sitophilus oryzae*) يتم تنفيذ الاختبارات على الحشرات الكبيرة 6-7 أيام مجمعة في أزواج، ووضعها في أنابيب الاختبار 5 أزواج في كل أنبوب. يتم إضافة 100 ميكرو لتر من مستخلص *Inula viscosa* و *Pistacia lentiscus* على الحشرات مع 4 تكرار للجرعة الواحدة لكل مستخلص.

يسبب مستخلص *Inula viscosa* معدل وفيات 96,67% بعد 6 أيام، أما مستخلص *Pistacia lentiscus* فيسبب معدل وفيات 97,22% بعد 6 أيام، تم تأكيد النتائج من قبل DL_{50} و DL_{90} على التوالي 0.0026 ml/l و 0.024 ml/l و TL_{50} 1.07 يوم و 2.5 يوم على التوالي لمستخلص *Pistacia lentiscus*، LD_{50} و LD_{90} هي $1 / 0.0063 \text{ ml}$ و $1 / 0.029 \text{ ml}$ و TL_{50} و TL_{90} هي 1.09 يوم و 4.89 يوم على التوالي، أظهرت المقارنة بين اثنين من المستخلصات أن مستخلص *Pistacia lentiscus* هو الأكثر فعالية يليه مستخلص *Inula viscosa* ضد *Sitophilus oryzae*.
كلمات البحث: *Sitophilus oryzae*، المستخلص المائي، *Pistacia lentiscus*، *Inula viscosa*، وفيات.

Résumé

Dans cette étude un lot 500g de blé tendre (HD1220) non traité est infesté avec des individus adultes du charançon (*Sitophilus oryzae*). Les essais sont réalisés sur des insectes âgés de 6 à 7 jours regroupés en préalable en couples et mis dans des tubes à essai à raison de 5 couples par tube. 100 µl du d'extrait d'*Inula viscosa* et de *Pistacia lentiscus* sont pulvérisés sur les insectes à raison de 4 répétitions par dose et par extrait.

Inula viscosa a provoqué une mortalité de 96,67% au bout de 6 jours, pour *Pistacia lentiscus*, il a provoqué une mortalité à 97,22 %, Les résultats obtenus sont confirmés par la DL_{50} et DL_{90} qui sont 0.0026 ml/l et 0.024 ml/l respectivement, pour TL_{50} et TL_{90} sont 1.07 jour et 2.5 jours respectivement pour *Pistacia lentiscus*, pour *Inula viscosa* DL_{50} et DL_{90} qui sont 0.0063 ml/l , 0.029 ml/l pour TL_{50} et TL_{90} sont 1.09 jour et 4.89 jours successivement. La comparaison entre les deux extraits montre que l'extrait de *Pistacia lentiscus* est le plus efficace suivi par l'extrait d'*Inula viscosa* contre *Sitophilus oryzae*.

Mots clés: *Sitophilus oryzae*, extrait aqueux, *Pistacia lentiscus*, *Inula viscosa*, mortalité.

Summary

In this study a lot of 500g wheat (HD1220) untreated individuals is infested with adult weevil (*Sitophilus oryzae*). The tests are performed on older insects 6 to 7 days in advance grouped in pairs and placed in test tubes at 5 pairs per tube. 100 µl of extract of *Inula viscosa* and *Pistacia lentiscus* are deposited on insects with 4 repetitions per dose and extract. *Inula viscosa* caused a mortality of %96,67 after 6 days, *Pistacia lentiscus*, it caused a 97,22 % mortality after 6 days, the results are confirmed by the DL50 and DL90 are 0.0026 ml/l and 0.024 ml/l respectively and TL 50 et TL 90 are 1.07 jour and 2.5days respectively for *Pistacia lentiscus* , for *Inula viscosa* LD50 and LD90 are 0.0063 ml/l, 0.029 ml/l respectively and TL 50 et TL 90 are 1.09 days and 4.89 days respectively. The comparison between the two extracts showed that the extract of *Pistacia lentiscus* is most effective followed by the extract of *Inula viscosa* against *Sitophilus oryzae*.

Keywords: *Sitophilus oryzae*, aqueous extract, *Pistacia lentiscus*, *Inula viscosa*, mortality.

Liste des figures

1. Figure 1 : les différents stades de développement du blé.....	5
2. Figure 2 : Ecosystème du grain stocké.....	7
3. Figure 3 : stockage de blé en sac.....	11
4. Figure 4 : stockage en vrac.....	12
5. Figure 5 : Coupe d'un grain de blé montrant un œuf de <i>Sitophilus oryzae</i> Linn. dans sa logette.....	14
6. Figure 6 : Larve de <i>Sitophilus oryzae</i> L.....	15
7. Figure 7 : Nymphe de <i>Sitophilus oryzae</i> Lintu dans un grain de blé.....	15
8. Figure 8 : l'adulte de <i>Sitophilus oryzae</i>	16
9. Figure 9 : Cycle de développement de <i>Sitophilus oryzae</i> Linn.....	17
10. Figure 10 : <i>inula viscosa</i>	19
11. Figure 11 : <i>Pistacia lentiscus</i> [Anacardiaceae], arbuste commun des maquis et garigues en Algérie.....	20
12. Figure 12 : Description botanique de <i>P.lentiscus</i>	21
13. Figure 13 : Aire de répartition de <i>Pistacia lentiscus</i> L. autour du bassin Méditerranéen	21
14. Figure 14 : un lot de semence infesté par <i>Sitophilus oryzae</i>	24
15. Figure 15 : Méthode d'extraction de la solution mère.....	25
16. Figure 16 : les deux extraits d' <i>Inula viscosa</i> et <i>Pistacia lentiscus</i>	25
17. Figure 17 : Mortalité moyenne journalière des adultes de <i>S. oryzae</i> traités avec l'extrait aqueux d' <i>Inula viscosa</i>	29
18. Figure 18 : Mortalité moyenne journalière des adultes de <i>S. oryzae</i> traités avec l'extrait aqueux de <i>Pistacia lentiscus</i>	31
19. Figure 19 – Détermination du DL ₅₀ et DL ₉₀ de l'extrait d' <i>Inula viscosa</i>	32
20. Figure 20 – Détermination du DL ₅₀ et DL ₉₀ de l'extrait de <i>Pistacia lentiscus</i>	33
21. Figure 21 – Détermination du TL ₅₀ et TL ₉₀ de l'extrait d' <i>Inula viscosa</i>	33
22. Figure. 22 – Détermination du TL ₅₀ et TL ₉₀ de l'extrait de <i>Pistacia lentiscus</i>	34

Liste des tableaux

1. Tableau1 :distribution histologique des principaux constituants du grain du blé.....	8
2. Tableau 2 : Production du blé dans le monde	9
3. Tableau 3 : la production céréalière en Algérie.....	10
4. Tableau 4 : Pourcentage de mortalité de <i>S. oryzae</i> mort après traitement par extrait d' <i>Inula viscosa</i>	28
5. Tableau 5 : pourcentage de mortalité de <i>S. oryzae</i> mort après traitement par extrait de <i>pistacialentiscus</i>	30
6. Tableau 6 : Mortalité de <i>Sitophilus oryzae</i> suite au traitement par l'extrait d' <i>Inulaviscosa</i> et après 3 jours de traitement.....	31
7. Tableau7 : Mortalité de <i>Sitophilus oryzae</i> suite au traitement par l'extrait de <i>Pistacia lentiscus</i> et après 3 jours de traitement.....	32
8. Tableau 8 : Classement de la toxicité des extraits aqueux par contact vis-à-vis de <i>S. oryzea</i>	34
9. Tableau 9 : <i>Résultats d'ANOVA obtenus pour les deux extraits Inulaviscosa et Pistacialentiscus</i>	35

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
1.1 Généralités sur les céréales.....	3
1.1. 1 Systematique.....	3
1.1. 2 Cycle végétatif du blé.....	3
1. 1. 2. 1 – Le stade végétatif.....	3
1. 1. 2. 1. 1 – La germination.....	3
1. 1. 2. 1. 2 – La levée	3
1. 1. 2. 1. 3 – Le tallage.....	4
1. 1. 2. 2 – Le stade de reproduction.....	4
1. 1. 2. 2. 1 – La montaison.....	4
1. 1. 2. 2. 2 – L'épiaison.....	4
1. 1. 2. 2. 3– La floraison.....	4
1. 1. 2. 2. 4 – La maturation.....	4
1. 1. 3 Céréales en stocks.....	6
1. 1. 4 Valeur alimentaire.....	6
1.1. 5 Importance économique.....	8
1.1.5.1 dans le monde.....	8
1.1.5.2 en Algérie	9

1.2. Blé en stock.....	11
1.2.1 Modes de stockage.....	11
1.2.1.1. – Stockage en sacs.....	11
1.2.1.2. – Les sacs doublés.....	11
1.2.1.3. – Stockage en vrac	12
1.2. 2 Ravageurs de stock.....	12
1.3. Généralité sur le ravageur <i>sitophilus oryzae</i>	13
1.3.1 Position systématique	13
1.3.2 Cycle biologique	14
1.3.2.1. – L'œuf	14
1.3.2.2 – La larve	14
1.3.2.3 – La nymphe	15
1.3.2.4 – L'adulte	16
1.3.2.5 – La ponte	16
1. 3. 3. – plante hôte et dégâts.....	18
1. 3. 4. – Lutte contre les ravageurs des denrées stockées	18
1.3.4.1. – Lutte préventive	18
1.3.4.2. – Lutte curative	18
1.4. Matériel biologique végétal.....	19
1.4.1 <i>Inula viscosa</i>	19
1.4.2 <i>Pistacia lentiscus</i>	20
1.5. Méthodes de lutte.....	22
1.5.1 Lutte chimique	22
1.5.2 Lutte physique.....	22

1.5.3 Lutte biologique	23
1.5.4 La résistance variétale	23

**Chapitre II :
Matériels et méthodes**

2. 1. – Objet des essais.....	24
2. 2. – Méthodologie.....	24
2.2. 1. – Préparation du matériel biologique animal.....	24
2. 2. 1. 1. – Réalisation de l'élevage.....	24
2. 2. 1. 2. – Technique d'obtention des couples de <i>S. oryzae</i>	25
2.2. 2. – Méthode d'extraction de la solution mère.....	26
2.2. 3. – Application des extraits (protocole expérimentale).....	26
2.2. 4. – Calcul des DL50 et DL 90.....	26
2.2. 5. – Calcul de la TL 50 et TL 90	26
2.2. 6. – Analyse statistique	27

**Chapitre III :
Résultats et discussions**

3.1. – Résultats	28
3. 1. 1.- Efficacité des extraits d' <i>Inula viscosa</i> et <i>Pistachi lentiscus</i> sur les adultes de <i>S. oryzae</i>	28
3.1.1. 1–Mortalité des adultes de <i>sitophilus oryzae</i> traité par <i>Inula viscosa</i>	28
3.1.1. 2. – Mortalité des adultes de <i>Sitophilus oryzae</i> traité par <i>Pistachia lentiscus</i> ..	30
3.1. 2.- Comparaison de l'effet des extraits sur <i>sitophilus oryzae</i>	31
3.1. 2.1. – Calcule des DL 50 et DL90 de l'extrait d' <i>Inula viscosa</i>	31

3. 1. 2.2. – Calcule des DL 50 et DL90 de l'extrait de <i>Pistacia lentiscus</i>	32
3.1.2. 3 – Calcule des TL ₅₀ et TL ₉₀ de l'extrait d' <i>Inula viscosa</i>	33
3.1.2. 4. – Calcule des TL 50 et TL90 de l'extrait de <i>Pistacia lentiscus</i>	34
3.1. 3 Analyse statistique	35
3. 2. Discussions	36
Conclusion et perspectives	38
Références bibliographiques	

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Le monde est confronté aux défis d'accroître la production vivrière pour répondre aux besoins d'une population croissante, tout en préservant l'environnement (FAO, 2001). Le manque de ressources alimentaires est comblé depuis toujours par des importations massives, notamment de céréales. Malgré les initiatives prises de part et d'autre pour accroître la production, le contexte d'insécurité alimentaire est toujours marqué par des pertes post-récolte non négligeables. Les pertes interviennent à tous les stades, de la récolte à la consommation: d'abord chez le producteur, qu'il s'agisse de produits destinés à l'autoconsommation, à la semence ou en attente d'être commercialisés; puis pendant le transport vers les lieux de stockage et au cours du stockage enfin dans les réserves des commerçants (Sembène, 2000). En effet, entre la récolte et la consommation, une importante proportion de la production est perdue, cette proportion est plus forte en région tiers monde du fait de la longue période de stockage (Ngamo et Hance, 2007). La consommation des céréales se fait toute l'année, le stockage rend possible la disponibilité quasi permanente de ces denrées sur les marchés et assure les semences pour les campagnes agricoles à venir. Pendant ce stockage, les insectes et principalement certaines espèces de Coléoptères (Bruchidae et Curculionidae) notamment *Callosobruchus maculatus* Fabricius et *Sitophilus oryzae* s'attaquent aux grains. Si aucune protection n'est faite, après sept mois de stockage, la perte des denrées peut être totale (Ngamo et Hance, 2007).

Face à la menace que constituent les insectes ravageurs des stocks, les moyens de lutte sont essentiellement articulés autour de l'utilisation de pesticides de synthèse, dans des conditions optimales, leur efficacité à contrôler les insectes nuisibles des stocks est certaine. Toutefois, ils présentent beaucoup d'inconvénients, parmi lesquels l'accoutumance des insectes et la sélection de souches résistantes (Benhalima *et al.*, 2004) intoxications, pollution de l'environnement et désordres écologiques (Regnault-Roger, 2002).

Les plantes ont été longtemps utilisées par les paysans pour saveur des aliments ou pour protéger les produits récoltés (Jacobson, 1989 ; Keita *et al.*, 2000; Isman, 2000). Les extraits de ces plantes ont été largement utilisés dans la lutte contre les ravageurs de stocks (Hamraoui et Regnault-Roger, 1997 ; Dunkel et Sears, 1998 ; Prates *et al.*, 1998 ; Liu & Ho, 1999 ; Tunç *et al.*, 2000 ; Isman, 2000). Leurs propriétés insecticides, larvicides et ovicides, stérilisantes, antiappétentes, répulsives ont fait l'objet de plusieurs études (Ketoh *et al.*, 1998, Ndomo *et al.*, 2009).

Cette présente étude a pour but d'évaluer l'effet insecticide des extraits aqueux de l'inule visqueuse *Inula viscosa* et du pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* sur une espèce qui causent le plus de dégâts aux stocks *Sitophilus oryzae*.

La première partie de ce travail est une étude bibliographique; la deuxième partie fait le point sur les matériels et les méthodes utilisés et en fin les résultats et la discussion. Cette étude se termine par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I: Synthèse bibliographique

Chapitre I – Synthèse bibliographique

1.1 – Généralités sur les céréales

1.1.1 – Systématique

Le blé appartient à l'ordre des Poales (Glumiflorae), famille des Poaceae (Gramineae) et le genre de Triticum. C'est une graminée monocotylédone composée d'un appareil végétatif herbacé, avec un système racinaire fasciculé, une tige plus ou moins creuse et des feuilles engainantes (Jonard, 1970).

1.1.2 – Cycle végétatif du blé

Le cycle végétatif du blé commence, par la germination jusqu'à la maturation. Il est subdivisé en deux grands stades :

1.1.2.1 – Le stade végétatif

1.1.2.1.1 – La germination

Le germe contenu dans les semences développe une première partie qui s'encre dans le sol pour former les racines et une autre partie pointant vers la surface ; c'est la germination (**Fig.1.1**). La température minimale de germination des graines se situe entre 3°C et 4°C (Soltner, 1986). Contrairement à d'autres plantes, les racines des céréales ne pénètrent pas profondément dans le sol, elles sont disposées horizontalement.

1.1.2.1.2 – La levée

Les premières pousses sont visibles après 10 jours de semis, c'est la levée (**Fig.1.2**).

1. 1. 2. 1. 3 – Le tallage

La plante commence réellement sa croissance durant les mois d'hiver pour donner de petites pousses en fin de saison (**Fig.1.4**). D'après Belaid (1996), la pièce du bourgeon ne commence à s'allonger que lorsque la quatrième feuille apparaît sur l'axe principal.

1.1.2.2 – Le stade de reproduction

1.1.2.2.1– La montaison

C'est une phase pendant laquelle la plante pousse rapidement si la température et l'humidité le permettent, elle émet de nouvelles feuilles. Il convient, à ce stade, de la protéger contre les maladies et les insectes ainsi que de lui apporter une dose appropriée d'engrais à base de matières azotées. Ce stade se termine par la différenciation des stigmates des fleurs il est repéré par le gonflement de l'épi en émergeant de la gaine des dernières feuilles (Belaid, 1996).

1.2.2.2– L'épiaison

Selon Belaid (1996), la formation de l'épi a lieu à la fin de Mai, au cours de cette période la formation des organes floraux se terminent (**Fig.1.8**).

1. 2. 2. 3 – La floraison

La floraison ne débutera que lorsque la température dépassera 14 °C (**Fig.1.9**).

1. 2. 2. 4– La maturation

La maturation des graines est la dernière phase du cycle végétatif (**Fig.1.12**), elle exige des températures élevées et un temps sec, elle se fait en plusieurs étapes: la maturité laiteuse où le grain contient 50% d'humidité et le stockage des protéines touche à sa fin; à la maturité jaune, le grain perd de son humidité et l'amidon se constitue. Pendant la maturité complète, la teneur en humidité atteint environ 20%, le grain est mûr et prêt à être récolté, c'est alors la période des moissons (Bekkari, 2009).

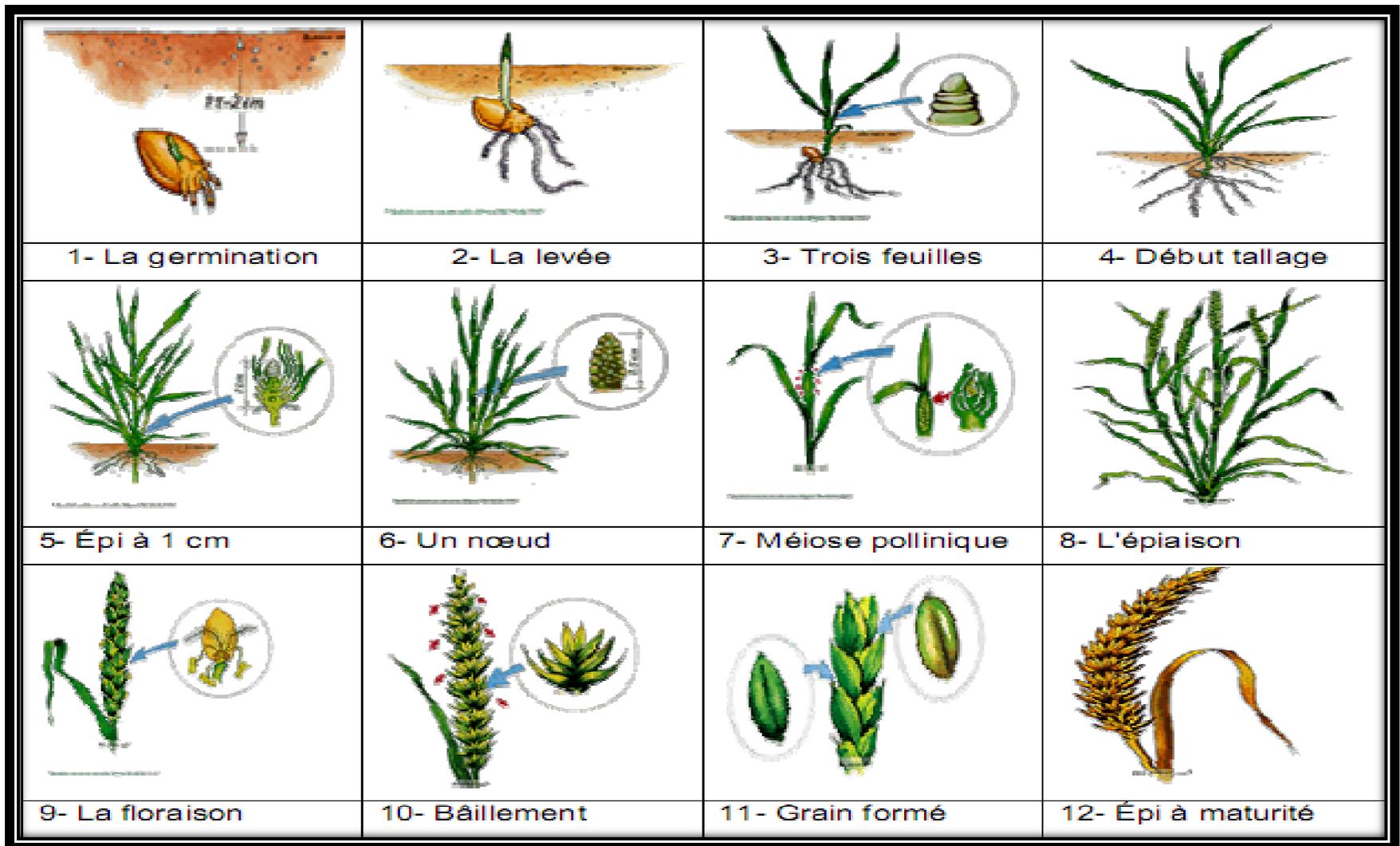


Figure 1– Les différents stades de développement du blé (Ravalis, 2006)

1. 1. 3 – Céréales en stocks

Le bon stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains et graines (Ndiaye, 1999). De nombreuses pertes sont encore constatées tant au niveau villageois chez les producteurs, qu'au niveau central dans les magasins (Ndiaye, 1999). Les pertes sont essentiellement dues aux insectes, rongeurs, moisissures et bactéries, certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative, la température, peuvent entraîner des pertes qualitatives par la dégradation de la qualité des denrées stockées (Ndiaye, 1999). De ce fait l'utilisation des pesticides devra se faire dans les conditions qui seront prescrites pour assurer une efficacité des traitements alliés à une bonne protection des agents de traitement et des populations environnantes (Ndiaye, 1999). Les conditions d'emballages, de stockage, d'entreposage et la gestion du stockage sont des facteurs très importants qui peuvent contribuer à une bonne ou une mauvaise conservation des grains et des graines, les structures de stockage sont variées et dépendent de la forme de stockage et de la région. Il existe, aujourd'hui, dans certaines agglomérations, des structures modernes comme les cribs, les containers, ou les silos. Quelle que soit la structure utilisée, le type de stockage présente des risques spécifiques. Le stockage en vrac, à l'extérieur des structures ou à même le sol, et le stockage dans les cribs restent les plus exposés aux impacts abiotiques et biotiques (**Fig.2**) (De Luca, 1975).

1. 1. 4 – Valeur alimentaire

Le grain de blé est principalement constitué de 70% d'amidon, de 10 à 15% de protéine, de 8 à 10% de pentosanes, les autres constituants (**Tableau 1**), pondéralement mineurs sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Feuillet, 2000). Ces constituants se répartissent de manière inégale au sein des différentes fractions histologiques du grain. L'amidon se retrouve en totalité dans l'albumen amylicé, les teneurs en protéines du germe et de la couche à aleurone sont particulièrement élevées, les matières minérales abondent dans la couche à aleurone. Les pentosanes sont les constituants dominants de cette dernière et du péricarpe. La cellulose représente près de la moitié de celui-ci, les lipides voisinent ou dépassent les 10% dans le germe et dans la couche à aleurone (Feuillet, 2000).

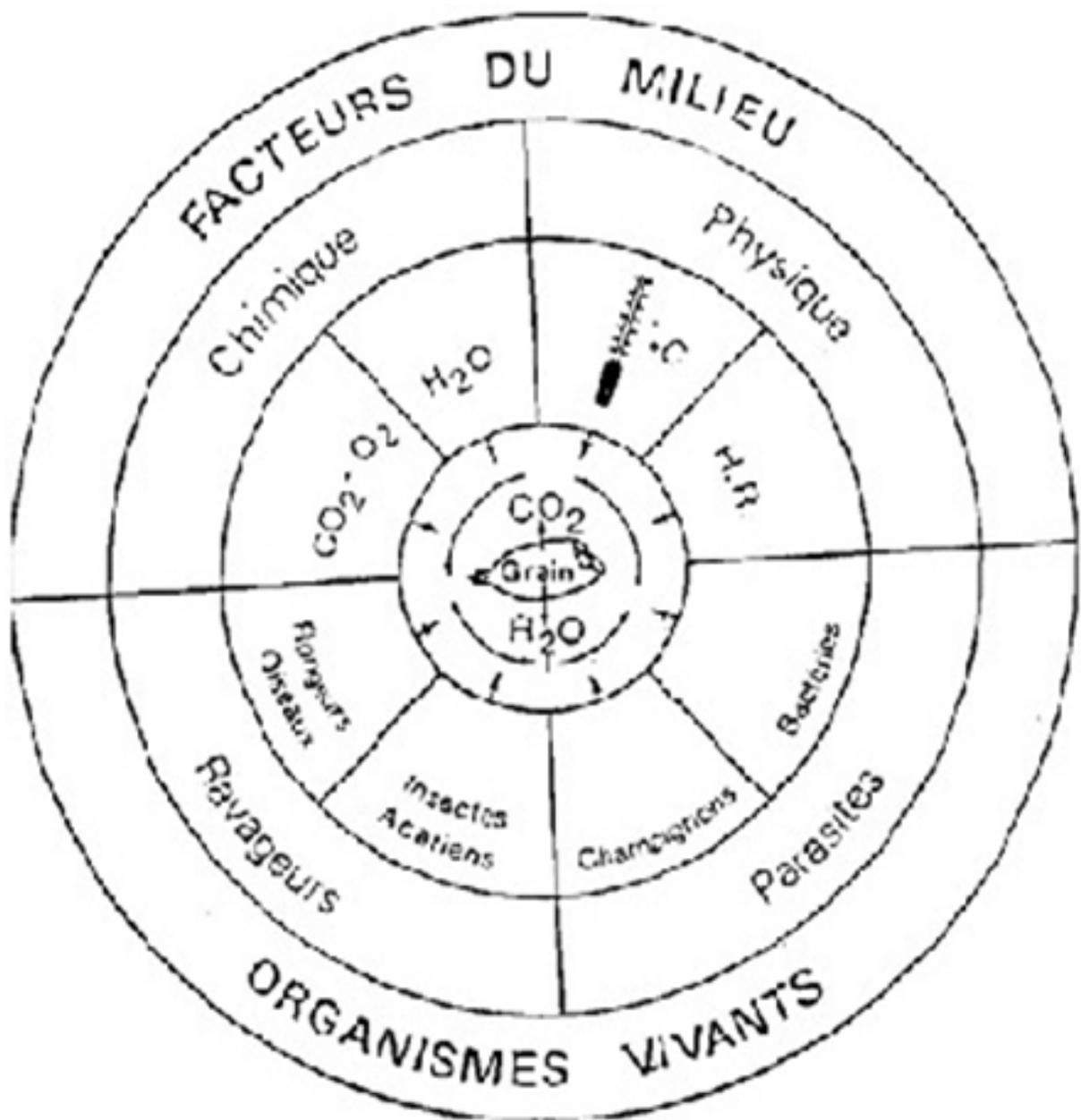


Figure 2 – Ecosystème du grain stocké (Cangardel, 1978)

Tableau 1 – Distribution histologique des principaux constituants du grain du blé (Feuillet., 2000).

Compositions chimiques	Grain	Péricarpe (1)		Aleurone		Albumen		Germe	
	%G	%T	%G	%T	%G	%T	%G	%T	%G
Protéines	13,7	10	4,4	30	15,3	12,0	73,5	31	6,8
Lipides	2,7	0	0	9	23,6	2	62,9	12	13,5
Amidon	68,9	0	0	0	0	82	100	0	0
Sucres réducteurs	2,4	0	0	0	0	1,8	62,7	30	37,3
Pentosanes	7,4	43	35,1	46	43,8	1,6	18,3	7	2,9
Cellulose	2,8	40	87,1	3	7,6	0,1	3,1	2	2,2
Minéraux	1,9	7	22,6	12	43,6	0,5	22,6	6	9,7

%G =% du constituant dans le grain ; **%T**= % du constituant dans le tissu ;% du tissu dans le grain.

1.1.5- Importance économique

1.1.5.1- Dans le monde

Les blés constituent la première ressource en alimentation humaine, et la principale source de protéines. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles (Bonjean et Picard, 1990). La presque totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grain dont 95 % sont produits par les principales cultures céréalières (**Tableau 2**).

Tableau 2 – Production du blé dans le monde (FAO, 2006)

Pays	Production en tonnes 2006
Chine	104 470 200
Inde	69 350 000
Etats-Unis d'Amérique	57 298 100
Russie	45 006 300
France	35 366 784
Canada	27 276 600
Allemagne	22 427 900
Pakistan	21 276 900
Turquie	20 010 000
Royaume-Uni	14 735 000
Iran	14 500 000

1.1.5.2 – En Algérie

Le territoire Algérien s'étend sur une grande superficie, mais seulement 3% représentent des terres arables (Mara, 1992). La moitié des terres cultivées est réservée à la céréaliculture. On admet généralement que la culture de blé dur a commencé et s'est développée en Algérie au lendemain de la conquête arabe (Laumont et Erroux, 1961). Le blé occupe une place centrale dans l'économie algérienne. Ces blés occupent une superficie de $1,3 \times 10^6$ ha pour le blé dur et $0,7 \times 10^6$ ha pour le blé tendre sur les 3×10^6 ha consacrés à la céréaliculture (**Tableau 3**). Le rendement est faible et irrégulier, il est de l'ordre de 12,5 q/ha (MADR, 2006). La production ne couvre que 20 % des besoins. La majeure partie des emblavures céréalières se trouve donc concentrée sur les hautes plaines. Cette région se caractérise par une altitude qui varie de 900 à 1200m, des hivers froids, un régime hydrique irrégulier et faible (Baldy, 1974). La superficie cultivable s'étend sur cinq grands ensembles qui se différencient surtout par le cumul annuel des pluies qui déterminent dans une large mesure le potentiel de production

Tableau 3 – La production céréalière en Algérie (MADR, 2006)

Culture	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	Moyenne	Evolution(%)
Répartition de la production réalisée par espèce (Qx)								
Blé dur	12388650	9509670	18022930	20017000	15687090	17728000	15558890	13.01
Blé tendre	8003480	5508360	11625590	7290000	8460185	9151300	8339819	8.17
Orge	5746540	4161120	12219760	12116000	10320190	12358800	9487068	19.75
Avoine	436610	334950	775460	890000	775000	890000	683670	14.84
Total	26575280	19514100	42643740	40313000	35250465	40128100	34070781	13.84

1.2.– Blé en stock

1.2.1.– Modes de stockage

1.2.1.1.–Stockage en sacs

Au niveau des centres de commercialisation, le blé est le plus souvent stocké en sacs(**Fig.3**).L'humidité de sauvegarde recommandée pour un stockage de longue durée est de 12 % - 13 % (Ndiaye, 1999).



Figure 3 – Stockage de blé en sac (anonyme, 2009)

1.2.1.2. – Les sacs doublés

Les sacs doublés utilisés normalement assurent une très bonne conservation. Il faut que les grains soient secs, que le sac en plastique intérieur ne soit pas percé, qu'il n'y ait un fumigant et que le sac soit bien attaché. Dans ces conditions la conservation sans altération est garantie. Les sacs doivent être mis à l'abri du soleil pour éviter une rapide dégradation des sacs extérieurs avec les rayons UV. Très peu de producteurs l'utilisent actuellement. Il y a un déficit de vulgarisation mais aussi les fortes concurrences des bidons et fûts (Ndiaye, 1999).

1.2.1.3. – Stockage en vrac

C'est le mode principal de stockage dans les pays industrialisés(**fig. 4**). Il commence à se développer dans les zones tiers monde notamment au niveau des ports, des industries de transformation, des grands centres de collecte(Cruz *et al.*, 1988).



Figure 4 – Stockage en vrac (anonyme, 2010)

1.2.2. – Ravageurs de stock

Plusieurs espèces d'insectes et les autres espèces comme les rongeurs peuvent infester les blés stockés ; les plus fréquemment rencontrés sur grains à travers le territoire algérien selon INPV (1997) sont:

-*Sitophilus oryzae*

-*Oryzaephilus mercator*

-*Sitophilus zeamais*

-*Tenebrionides mauritanicus*

-*Rhyzopertha dominica*

-*Corpophilus dimidiatus*

-*Trogoderma granarium*

-*Cryptolestes ferrugineus*

-*Oryzaephilus*

-*Tribolium castaneum*

Les pertes occasionnées par ces insectes sont considérables. A titre d'exemple, les dégâts occasionnés par *Trogoderma granarium* peuvent déprécier plus de la moitié du stock (Sadaoui, 1977). Selon Djelaila (2008), les rongeurs particulièrement *Meriones showi* peut provoquer des pertes allant de 10 à 50 % des récoltes céréalières, soit l'équivalent de 4

quintaux à l'hectare. Au Maroc et en Tunisie, les dégâts ont atteint le taux de 100 % en 1977 (Ouzaouit, 2000).

1.3. – Généralité sur le ravageur *Sitophilus oryzae*

1.3.1. – Position systématique

L'insecte est un petit Coléoptère appartenant au genre *Sitophilus* et à la famille de Curculionidae. Anciennement connu sous le nom de *Calandra* (Lepesme, 1944), il est maintenant, communément appelé charançon des grains. *S. oryzae* est l'un des insectes qui attaquent et déprécient les grains du stockage et de la conservation. Il est considéré comme l'une des espèces les plus nuisibles des stocks. Il cause aux diverses céréales entreposées, des dégâts jugés importants (Risbec, 1950; Farjan, 1983; Ratnadass, 1984 ; Yadi, 1987). D'après Hoffmann (1954) et Borroret *al* (1981), la position systématique de *S. oryzae* L. est la suivante :

Embranchement des Arthropodes

S/ Embranchement des Antennates

Classe des Insectes

Sous-classe des Ptérygotes

Super-ordre des Coléoptéroïdes

Ordre des Coléoptères

Sous-ordre des Polyphaga

Super-famille des Phytophagoidea

Famille des Curculionidae

Sous-famille des Rhynchophorinae

Genre *Sitophilus*

Espèce *Sitophilus oryzae*

1.3.2. – Cycle biologique

1.3.2.1. – L'œuf

De forme oblong et mesure 0,5-0,8 mm de grand axe et 0,2-0,3 de petit axe (Steffan, 1978). La durée de développement embryonnaire varie avec la température, de 6 jours à 28°C, elle atteint 10 jours à 20°C et 15 jours à 16°C (Lepesme, 1944). En dessous de 16°C, l'évolution de l'œuf est arrêtée(**Fig.5**).

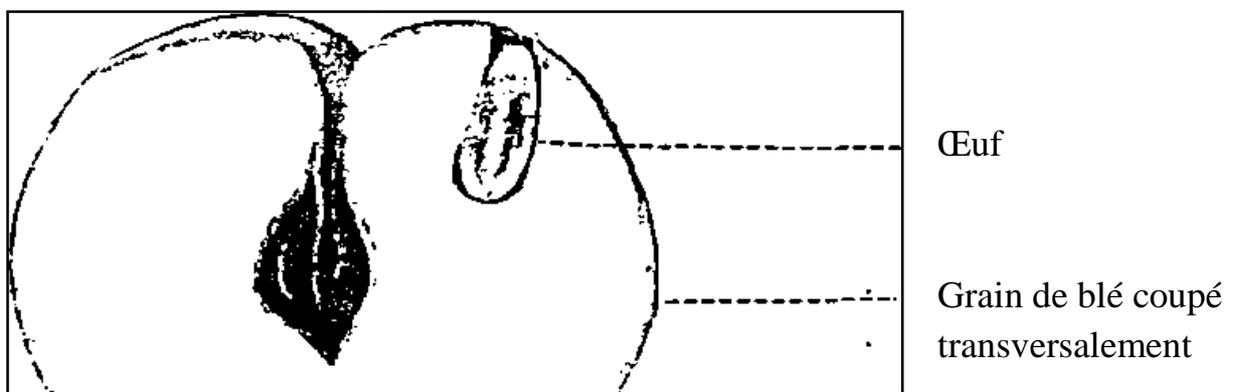


Figure 5 – Coupe d'un grain de blé montrant un œuf de *Sitophilus oryzae* dans sa logette. (in Acta, 1982)

1.3.2.2 – La larve

Après l'éclosion, la jeune larve passe par quatre stades que l'on identifie par la longueur de la capsule céphalique. La larve est de forme très ramassée, presque globuleuse(**Fig.5**). Sa couleur est blanchâtre. Sa tête, d'un brun-clair, porte des mandibules plus sombres, fortes et triangulaires. Au plan morphologique, la larve de *S.oryzaese* distingue des larves des autres Coléoptères des denrées par l'absence de pattes. Au plan physiologique, la différence s'établit par le nombre, à la fois constant et très peu élevé de ses mues ; on compte, au total, 3 mues correspondant à 4 stades larvaires (Lacoste, 1970 ; Steffan, 1978).Peu avant la métamorphose, la longueur de la larve du 4^{eme} stade atteint, environ, celle de l'adulte. L'évolution larvaire est variable et s'étend sur un à quatre mois suivant la température et d'autres facteurs ambiants d'élevage (Lepesme, 1944 ; Steffan, 1978).

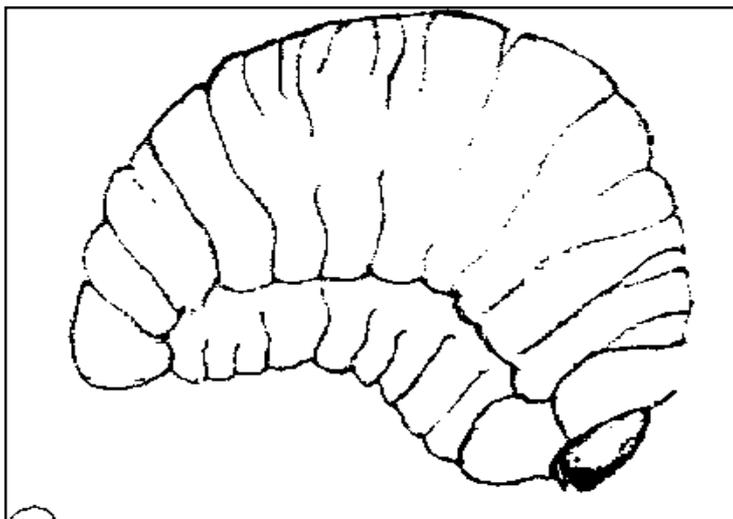


Figure 6 – Larve de *Sitophilus oryzae* L. (In Acta, 1982)

1.3.2.3 – La nymphe

A son complet développement, la larve aménage une sorte de chambre de nymphose où elle passe par un stade prénymphe (**Fig.7**). Après une période d'immobilisation de 50 heures environ, la prénymphe se transforme en nymphe (Lepesme, 1944). La durée de ce dernier stade varie de 6 jours (à 22°C) à 15 jours (de 16° à 18°C). Après la métamorphose, la nymphe, morphologiquement identique à l'adulte, reste repliée, le rostre tourné vers l'abdomen, se transforme en un imago d'aspect clair, qui demeure à l'intérieur du grain, encore 3 à 5 jours (à 25°C) et 80 jours (à 12,5°C) pour *S. granarius* (Mathlein, 1938 ; Longstaff, 1981), en attendant que durcissent ses téguments. L'imago perce, ensuite l'enveloppe du grain et s'échappe à l'extérieur par l'extrémité opposée au trou où l'adulte a déposé l'œuf. Les téguments brunissent, alors, progressivement, au contact de l'air pour donner au charançon sa couleur définitive.

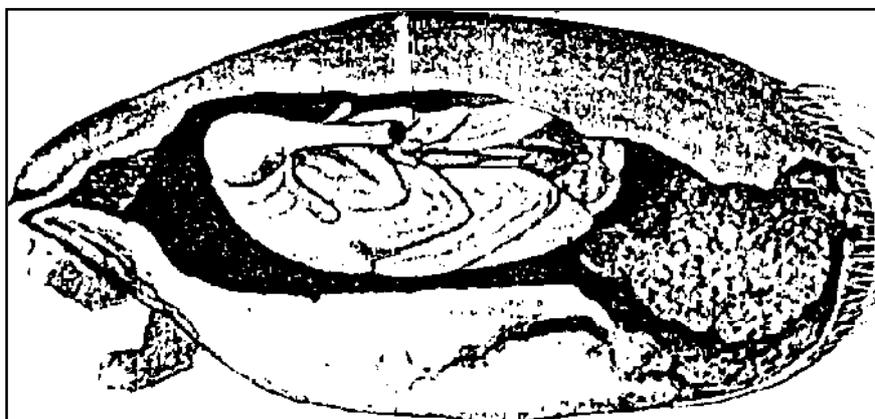


Figure 7 – Nymphe de *Sitophilus oryzae* L. dans un grain de blé. (In Acta, 1982).

1.3.2.4 – L'adulte

L'adulte de *S. oryzae* est un petit Coléoptère de couleur variant du brun-foncé au noir (**Fig.8**). Comme tous les charançons, il se caractérise par la forme de sa tête prolongée par un tube cylindrique appelé rostre. Ce rostre est finement ponctué et porte, à son extrémité, des pièces buccales broyeuses. Il porte aussi des antennes coudées, généralement formées de huit articles et terminées en massue. La longévité moyenne de *Sitophilus* est d'environ 4 mois à une température de 25°C et à 70% d'humidité relative (Steffan, 1978). Le développement juvénile, c'est à dire le développement pré imaginal qui s'effectue à l'intérieur de la graine est désigné par le terme général de "formes cachées" (**fig.9**). L'imago qui se trouve à l'extérieur du grain constitue par conséquent la forme libre (Fleurat-Lessard, 1982 ; Apert, 1985).

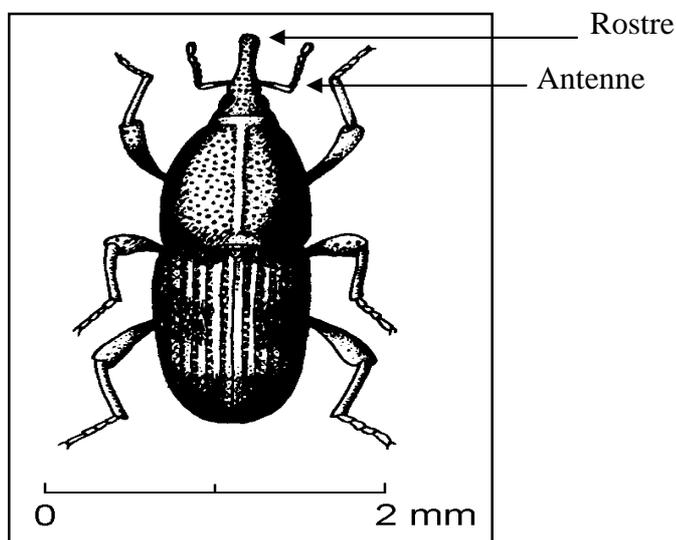


Figure8 – L'adulte de *Sitophilus oryzae* (anonyme, 2010)

1.3.2.5 – La ponte

La maturité sexuelle est acquise dès le jour même où l'insecte sort du grain. La ponte, après accouplement (**Fig.9**), a lieu, à partir du 3^{ème} jour après cette sortie et se fait, très souvent, au voisinage du sillon central du grain, près du germe (Kehe, 1975). A l'aide de son rostre, la femelle pratique, dans le grain, un trou dont la profondeur atteint généralement la longueur préantennaire du rostre et dont la largeur dépasse légèrement celle de l'œuf. Elle y dépose, directement, l'œuf qu'elle recouvre, alors, d'une matière gélatineuse qui durcit à l'air. La ponte persiste toute la vie de l'insecte, le nombre d'œufs déposés par une femelle peut atteindre 200-400 œufs, soit une moyenne de 10 œufs par jour, à la température de 32°C (Steffan, 1978).

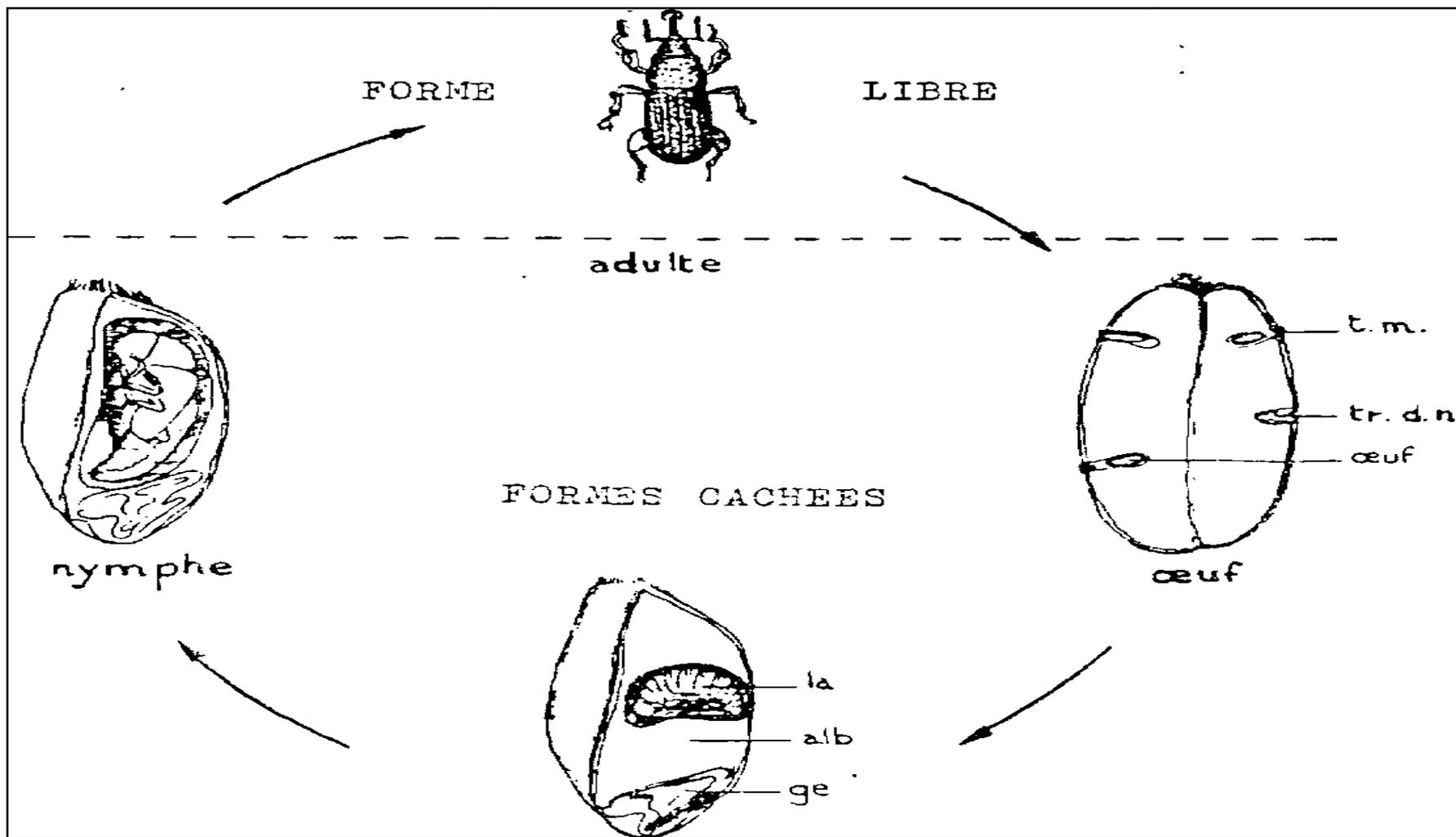


Figure 9 – Cycle de développement de *Sitophilus oryzae*

alb : albumen ; **ge** : germe ; **la** : larve apode ; **t.m** : tampon mucilagineux ; **tr. d. n.** : trou de nourriture. (Fleurat-Lessard, 1982a).

1. 3. 3. – Plante hôte et dégâts

Les grains de céréales incluant le riz, surtout quand il est décortiqué ainsi que le maïs, le blé et le sorgho. Le *Sitophilus oryzae* qui cause des dégâts sur les grains de blé peuvent entraîner des pertes de poids qui se situent entre 10% et 75% en fonction de la taille des grains (Ndiaye, 1999)

1.2.3. – Lutte contre les ravageurs des denrées stockées

Les insectes des stocks, sont des ravageurs très redoutés, car leur présence est néfaste et déprécie la denrée quel que soit leur nombre (Multon, 1982). De ce fait, plusieurs moyens de lutte sont utilisés en lieux de stockage, on peut les deviser en lutte préventive et lutte curative.

1.2.3.1. – Lutte préventive

Les moyens prophylactiques sont un élément primordial de lutte contre les déprédateurs des stocks des céréales. Cette prévention, peut être envisagée de plusieurs façons, comme l'application des mesures d'hygiène, l'entreposage, lutte par dépistage.

1.2.3.2. – Lutte curative

Il intervient directement contre les insectes en place parmi les moyens utilisés nous citons la lutte chimique, physique et biologique.

1.4. – Matériel biologique végétal

1.4.1. – *Inula viscosa*

De son nom latin *Dittrichia viscosa*(L.) l'inule visqueuse appartient à la famille des Asteraceae (**fig 10**), son répartition géographique couvre le bassin méditerranéen, où elle fleurit à la fin de l'été et au début de l'automne. Elle affectionne les anciennes cultures, les décombres, les bords des routes et des chemins, formant d'abondantes touffes vertes à capitules jaunes considérée comme assez envahissante, elle est l'un des rares représentants du genre *Dittrichia*. L'inule visqueuse est une plante toute glanduleuse agréable (selon certains, désagréable pour d'autres), ligneuse à sa base avec de forte racine pivotante lignifiée pouvant atteindre 30 cm de long. La feuille est glanduleuse, crénelée.(Bssaibis *et al.*, 2009). La plante peut atteindre 120 cm. Les fleurs rayonnantes, regroupées en inflorescences en longues grappes pyramidales. On les observe en septembre-octobre, L'inule visqueuse est une plante vivace. Lors de sa floraison, la moitié inférieure de sa tige se lignifie. Parmi ses 32 composants, les dont l'huiles essentielles qui ont été testés contre monocytogenes et en a complètement inhibé la croissance (Bssaibis *et al.*, 2009). *Inula viscosa* est une plante medicinale de première ordre, les travaux d'Abu Zarga (1998, 2002) montrent son efficacité contre l'ulcère gastrique. Elle est utilisée pour ses activités anti-inflammatoires (Barbettiet *al.*, 1985), antidiabétiques (Yaniv *et al.*, 1987), antipyrétiques, antiseptiques (Lauro *et al.*, 1990). Un effet antiulcérogénique a été attribué à la composition flavonique d'*Inula viscosa* dans les travaux de (Alarcon De La Lastra *et al.*, 1993) . L'extrait flavononique et l'huile essentielle de l'inule visqueuse montrent une activité antifongique contre les dermatophytes et *Candida* spp (Cafarchia *et al.*, 2002).



Figure 10 – *inulaviscosa*(anonyme,2009).

1.4.2. –*Pistacia lentiscus*

Le *Pistacia lentiscus* est une espèce appartenant à la famille des Anacardiaceae (syn. Pistaciaceae) (fig 11). En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* (Quezel et Santa, 1962). Parmi les espèces du genre *Pistacia*, le *Pistacia lentiscus* L. est un arbrisseau très commun dans notre pays (Mitcheh, 1986, Baudière., et al., 2002)

-Règne : Plantae

-Embranchement : Spermatophyta (Angiospermae)

-Classe : Dicotyledones

-Ordre : Sapindales

-Famille : Anacardiaceae (Pistaciaceae)

-Genre : *Pistacia*



Figure 11 – *Pistacia lentiscus*

[Anacardiaceae], arbuste commun des maquis et garigues en Algérie (Anonyme, 2009).

Le pistachier lentisque est un arbrisseau dioïque thermophile de 1 à 3 mètres, à odeur résineuse forte et à écorce lisse et grise; les feuilles persistantes, composées, alternes pourvues d'un pétiole ailé, paripennées à 4-10 petites folioles elliptiques-obtuses, mucronulées, coriaces, luisantes en dessus, mates et pâles en dessous, les fleurs en grappes spiciformes denses, naissant 1 ou 2 à l'aisselle d'une feuille et égalant au plus la longueur d'une foliole. Le

fruit petit, subglobuleux, apiculé, rouge, puis noir à la maturité(**Fig.12**). (Yahya , 1992, Iserin, 2001, More et White, 2005).



Figure 12 – Description botanique de *P.lentiscus* (Anonyme, 2009).

Le pistachier lentisque est très commun dans le bassin méditerranéen (**Fig13**), il se trouve à l'état sauvage, dans les maquis et les garrigues dans tout type de sols, bien qu'il préfère les terrains siliceux, en Algérie, le lentisque se trouve sur le long du tell et dans les zones forestières. (More et White, 2005)



Figure 13 – Aire de répartition de *Pistacia lentiscus* L. autour du bassin Méditerranéen (Seigue, 1985)

Une étude portant sur la variabilité naturelle de *Pistacia lentiscus* du bassin méditerranéen utilisant une analyse par RAPD (random amplified polymorphic DNA), combinée à des examens chimiques et morphologiques, conclue à l'existence d'une grande variabilité génotypique de cette espèce (Barazani, *et al* 2003). D'après Seigue (1985), les principaux produits dérivés du *P. lentiscus* et leur utilisation sont décrites :

- **Bois** : pour sa robustesse et la finesse de sa texture, le bois de cette espèce est très apprécié en ébénisterie.

- **Résine** : Des branches et du tronc exsude naturellement ou par incision une résine jaune claire fortement aromatique qui durcit au contact de l'air qui est appelée mastic ou gomme mastic d'où son nom commun d'arbre à mastic, généralement la production est d'environ 4 à 5kilos par arbuste.

- **Essence de Mastic**: après distillation du mastic est récupérée une essence qui entre dans la confection de parfums, produits cosmétologiques et pharmaceutiques, de vernis de grande qualité recherché par les peintres œuvrant à la peinture à l'huile et aussi dans l'industrie photographique. Essence des feuilles et rameaux : de ces parties est extraite une huile essentielle qui est utilisée en aromathérapie et phytothérapie pour ses propriétés décongestionnantes, prescrite aussi pour traiter les problèmes veineux dont les hémorroïdes.

- **Huile de lentisque** : du fruit comestible est extraite une huile qui autrefois était couramment utilisée pour l'alimentation, l'éclairage et elle entrait aussi dans la confection de savons. L'huile est produite à l'Est de l'Algérie, dans les zones notamment côtière (El Milia, Skikda), où l'espèce abonde. Un procédé traditionnel est utilisé à cet effet : Les fruits atteignent leur maturité vers la fin d'été début de l'automne. Les baies prennent alors une coloration noire au lieu du rouge. Les baies sont récoltées à la main, macérées dans de l'eau chaude et puis écrasés à l'aide d'une presse. Des baies s'exultent un liquide épais de couleur jaune vert. L'huile est récupérée par décantation.

1.5. – Méthodes de lutte

1.5.1. – Lutte chimique

Ces produits donnent de bons résultats surtout chez les insectes adultes. Les pesticides les plus couramment utilisés appartiennent aux organochlorés, les organophosphorés, les carbamates et les pyrethrinoides de synthèse (Hussein, 1982 ; Pierrard, 1984 ; Seck, 1991b).

1.5.2.– Lutte physique

Il s'agit, par divers procédés, de jouer sur la sensibilité des ravageurs aux radiations, aux températures extrêmes et à la concentration de l'atmosphère des infrastructures de stockage en

gaz (oxygène, dioxyde de carbone)(Elbadry et Ahmed, 1975; Hekal et El-Kady 1987).L'irradiation connaît beaucoup de succès ces dernières années, ses principaux avantages sont l'absence de résidus et de résistance, sa capacité de pénétration dans des denrées même emballées et la rapidité de son application (Ahmed, 1990). Aux doses prescrites, l'irradiation n'altère aucune des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques de la denrée (Henon, 1983 *In Seck,et al.* 1990). Quant à l'atmosphère contrôlée, les infrastructures de stockage sont enrichies en azote ou en dioxyde de carbone dans le but de réduire la teneur en oxygène et d'asphyxier les insectes (Storey, 1975 ; 1978). D'une manière générale, cette technique s'avère inapplicable en milieu villageois compte tenu de l'équipement et des connaissances nécessaires pour sa mise en œuvre.

1.5.3.– Lutte biologique

Lutte biologique ou “biological control” : utilisation par l’homme d’ennemis naturels tels que des prédateurs, des parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler les populations d’espèces nuisibles et les maintenir en dessous d’un seuil de nuisibilité. Si l’ennemi utilisé est un animal (presque toujours un insecte), il s’agit de lutte à l’aide d’entomophages qui peuvent être des prédateurs ou des parasitoïdes ; si l’ennemi utilisé est un micro-organisme, il s’agit de lutte micro biologique » (Dajoz, 1998).Les insectes parasites ou parasitoïdes peuvent pondre à l'intérieur ou sur le corps des ravageurs qu'ils tuent au terme de leur développement. *Trichogrammae vanescens*(contre les pyrales) et *Lariophagus distinguendus* (contre les coléoptères)(Camara, 1997).

1.5.4. – La résistance variétale

L'obtention de variétés résistantes à l'attaque des ravageurs pourrait contribuer à minimiser l'importance des dégâts causés aux produits de récoltes en stocks, le mécanisme de la résistance est de nature physique ou biochimique. En effet, les femelles de *S.oryzae* préfèrent les graines lisses pour la ponte, celles-ci sont en conséquence plus sujettes aux attaques que les graines ridées (Camara, 1997). Les inhibiteurs de trypsine et de protéase sont à la base de la résistance en empêchant le développement larvaire de l'insecte (Camara, 1997). La création de cultivars qui comportent à la fois une résistance des graines serait un bon moyen de lutte (Seck *et al.*, 1992).

Chapitre II: Matériels et méthodes

Chapitre II – Matériels et méthodes

2.1. – Objectif des essais

Le but de cette étude est de vérifier l'efficacité des extraits aqueux de deux plantes spontanées sur le charançon du riz *Sitophilus oryzae* pour leur éventuelle utilisation en lutte biologique contre ce ravageur des stocks de céréales

2. 2. – Méthodologie

Au laboratoire les individus de *S.oryzae* ainsi que les poudres végétales sont préparées pour la réalisation de l'essai.

2.2.1. – Préparation du matériel biologique animal

2.2.1.1. – Réalisation de l'élevage

S.oryzae est élevé sur une variété de blé tendre "HD 1220" qui n'a pas subi de traitement chimique. La souche du charançon utilisée pour cet essai est issue d'un élevage en masse (**Fig. 14**), réalisé dans une étuve obscure réglée à une température de $30\pm 5^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative de $70\pm 5\%$ conduit depuis 3 années au laboratoire phytopharmacie du département de zoologie de l'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach. Des individus adultes du charançon sont introduit dans des bocaux en verre contenant 500 g du blé, couvèrent avec un tulle moustiquaire pour l'aération de l'élevage et éviter la sortie des adultes. Aussitôt après les prélèvements, on tamise les différents échantillons de céréales pour pouvoir entamer un nouvel élevage. Des jeunes adultes de 6 à 7 jours son prélever pour la réalisation des essais.



Figure 14 : un lot de semence infesté par *Sitophilus oryzae*

2. 2.1.2. – Technique d'obtention des couples de *S.oryzae*

Un grand nombre d'individus de *S.oryzae* issus du blé tamisé est mise dans un récipient dans les bordures sont saupoudrées de talc, afin d'empêcher les montées et sorties des Insectes. Le bocal est placé dans une salle obscure où, toutes les quinze minutes, nous vérifions, à la lumière d'une torche la formation des couples. A l'aide d'une pince molle, ces couples sont isolés dans des boîtes utilisées pour l'expérimentation.

2.2.2. – Méthode d'extraction de la solution mère

Les plantes utilisées ont été récoltées de la région de Tiziouzou au mois de mars. Après séchage à l'ombre nous avons procédé à l'extraction de la solution-mère selon la méthode de SASANELLI et DIVITO (1991), qui consiste à broyer les feuilles (**Fig.15.1**) à l'aide d'un mixeur après leur séchage à l'air libre. Il est ajouté à la poudre obtenue (**Fig. 15.2**) de l'eau distillée (25 g de poudre dans 150 ml d'eau distillée) pour donner une solution mère (S) qui va être soumise à un agitateur avant d'être filtrée au travers d'un papier filtre (**Fig.15.3**). Le filtrat (**Fig. 15.4**) est récupéré et conservé au frais jusqu'à son utilisation (**Fig. 16**).

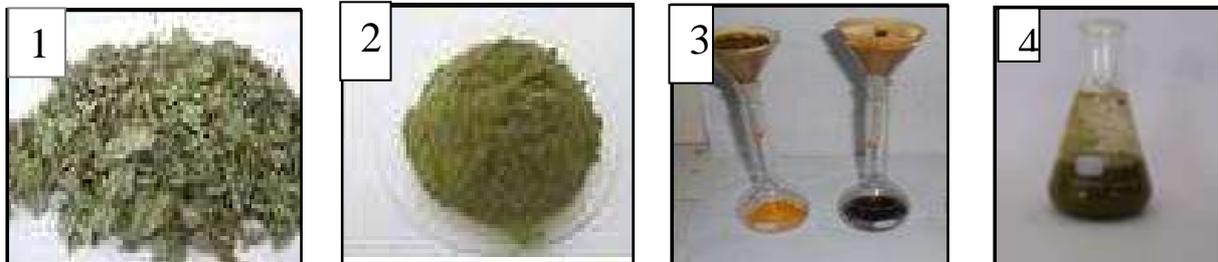


Figure 15 – Méthode d'extraction de la solution mère (Mahdi, 2013).



Figure 16 – Les deux extraits d'*Inula viscosa* et *Pistacia lentiscus* (Originale)

2.2.3. – Application des extraits (protocole expérimentale)

Les individus adultes de *S.oryzae* âgés de 6 à 7 jours regroupé en préalable en couples sont mis dans des tubes à essai à raison de 5 couples par tube. 100 µl du produit sont déposé sur les insectes à raison de 4 répétitions par dose et par produit. Les doses sont calculées comme suit :

D1 : 50% d'extrait + 50% eau distillée

D2 : 25% d'extrait + 75 % eau distillée

D3 : 12.5% d'extrait + 87.5% eau distillée

D4 : 6.25 % d'extrait + 93.75% eau distillée

Le témoin est traité avec le solvant (eau distillée)

Les mortalités sont observées chaque 24 heures pondant 6 jours.

2.2.4. – Calcul des DL50 et DL 90

Avant de calculer les DL50et DL 90, le pourcentage de mortalité observée est corrigé par rapport au témoin selon la formule d'ABBOT (1925).

$$MC\% = \frac{M2\% - M1\%}{100 - M1\%} \times 100$$

M1% : Pourcentage de mortalité chez les témoins.

M2% : Pourcentage de mortalité chez les traitées.

MC% : Pourcentage de mortalité corrigée.

2.2.5. – Calcul de la TL 50 et TL 90 :

Le Temps létal50 et 90 (TL50 et TL90) est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des temps de traitement. La formule de SCHNEIDER et la table des probits sont utilisées à cet effet (**annexe**).

Pour calculer les DL50 et DL 90, les doses sont transformées en logarithmes décimaux et les valeurs de pourcentages de mortalité en probits (**annexe**) en fonction de la table de BLISS. Ceci nous permet d'obtenir des équations de droites de régression de type :

Y : Probit de mortalité corrigée $Y = ax + b$

X : Logarithme décimal de la dose

a : La pente

$$Y' = a'X' + b'$$

Y' = Probit de mortalité corrigée

X' = Logarithme décimal du temps

a' = La pente

2.2.6 Analyse statistique :

Les résultats obtenus dans les essais de l'efficacité sont soumis à l'analyse de la variance, à l'aide du logiciel (ANOVA) Le seuil de signification du facteur explicatif est fixé à 5%.

La signification des différences est exprimée en fonction de la probabilité :

$P > 0.05$: La différence entre les doses est non significative;

$0.01 < P < 0.05$: La différence entre les doses est significative;

$0.001 < P < 0.01$: La différence entre les doses est hautement significative;

$P < 0.001$: La différence entre les doses est très hautement significative.

Chapitre III: Résultats et discussions

3. 1 -Résultats

3.1. 1– Efficacité des extraits d'*Inula viscosa* et *Pistacia lentiscus* sur les adultes de *S. Oryzae*

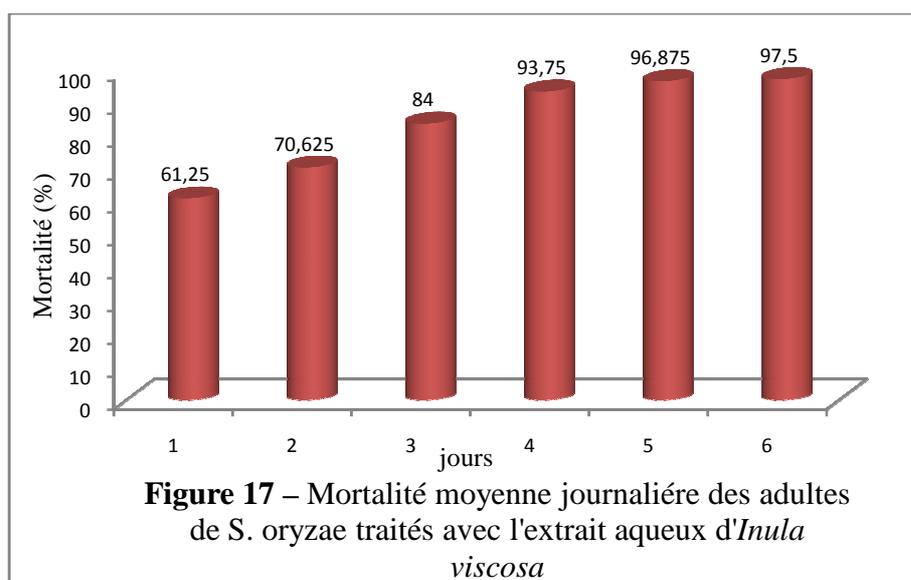
3.1.1.1. –Mortalité des adultes de *sitophilus oryzae* traité par *Inula viscosa*

Tableau 4 – Pourcentage de mortalité de *S. oryzae* mort après traitement par extrait d'*Inula viscosa*.

Doses	Répétition	Jours					
		1	2	3	4	5	6
Témoin		0	10	10	10	10	10
D1	R1	70	90	100	100	100	100
	R2	70	80	100	100	100	100
	R3	80	80	100	100	100	100
	R4	80	90	90	100	100	100
Moyenne et écart- type		75±5,7	85±5,7	97,5±5	100±0	100±0	100 ±0
D2	R1	70	70	90	100	100	100
	R2	70	80	100	100	100	100
	R3	80	80	90	100	100	100
	R4	50	70	90	100	100	100
Moyenne et écart- type		67,5±12,5	75±5,7	92,5±5	100±0	100±0	100±0
D3	R1	40	40	70	90	100	100
	R2	50	70	70	90	100	100
	R3	60	60	70	100	100	100
	R4	70	80	90	100	100	100
Moyenne et écart- type		55±12,91	62,5±17,08	75±10	95±5,77	100±0	100±0
D4	R1	50	70	70	80	90	90
	R2	40	60	70	90	100	100
	R3	40	40	60	70	80	90
	R4	60	70	70	80	80	80
Moyenne et écart- type		47,5±9,57	60±14,14	66,67±5,77	80±8,16	87,5±9,57	90±8,16

D (1,2,3,4) : Dose (1,2,3,4) R(1,2,3,4) : Répétition (1,2,3,4)

Les résultats dans le **tableau 4** et **Fig. 17**, montre que l'extrait d'*Inula viscosa* a provoqué une mortalité avec un pourcentage très élevé qui varie de 40% à 100% au bout de 6 jours d'exposition et ce de la plus faible à la plus forte dose. Ces mortalités se sont échelonnées dans le temps. En effet au bout de 6 jours elle passe de $45 \pm 9,57\%$ à 100% pour les quatre doses. Pour la dose D1 les premières mortalités sont observées à partir du premier jour avec des pourcentages de $75 \pm 5,77\%$ d'individus mort. Au deuxième jour la mortalité arrive à $85 \pm 5,77\%$. Les 100% de mortalité sont observés au quatrième jour pour les quatre répétitions. Avec la dose D2, la mortalité totale est observée à partir du quatrième jour du traitement. Une mortalité de $67,5 \pm 12,5\%$ des adultes est enregistrée le premier jour. Au deuxième jour, la mortalité des adultes de *S. oryzae* augmenté pour arriver $75 \pm 5,7\%$ jusqu'à 100% au quatrième jour. Avec la dose D3 la mortalité observée varie entre $55 \pm 12,91$ et 75 ± 10 du premier au troisième jour, pour atteindre 100% au quatrième jour. La dose D4 a provoqué une mortalité qui fluctue entre $47,5 \pm 9,57\%$ à $90 \pm 8,16$ entre le premier et le sixième de traitement.



3.1. 1. 2. – Mortalité des adultes de *Sitophilus oryzae* traité par *Pistacia lentiscus*

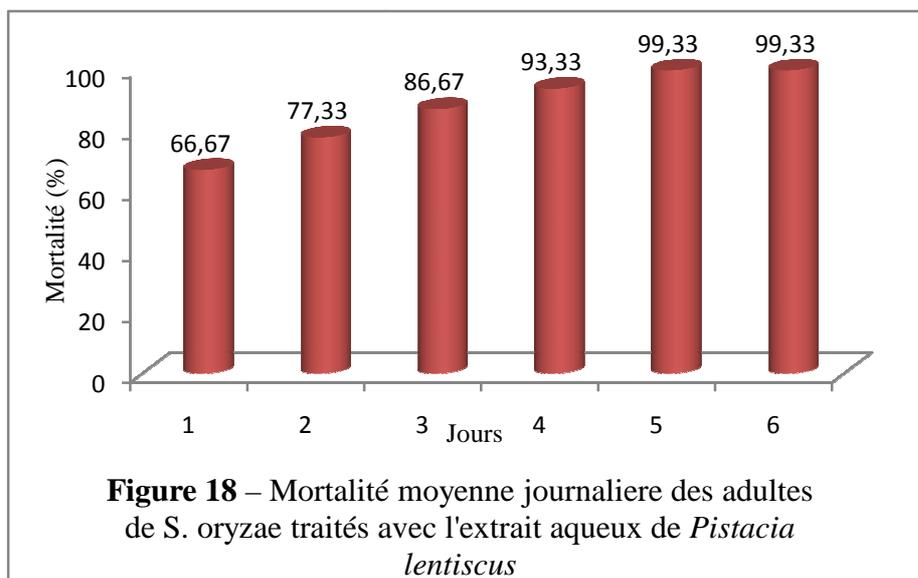
Tableau 5 – Pourcentage de mortalité de *S. oryzae* mort après traitement par extrait de *Pistacia lentiscus*.

		Jours					
Doses	Répétition	1	2	3	4	5	6
Témoin		0	0	0	20	20	20
D1	R1	100	100	100	100	100	100
	R2	100	100	100	100	100	100
	R3	50	80	90	100	100	100
	R4	80	80	100	100	100	100
Moyenne et écart- type		82,5±23,63	90±11,55	97,5±5	100±0	100±0	100±0
D2	R1	80	90	100	100	100	100
	R2	80	80	90	100	100	100
	R3	60	70	70	90	100	100
	R4	40	80	90	90	100	100
Moyenne et écart- type		65±19,15	80±8,16	87,5±12,58	95±5,77	100±0	100±0
D3	R1	60	70	80	90	100	100
	R2	70	90	90	90	100	100
	R3	60	70	70	100	100	100
	R4	70	70	80	80	100	100
Moyenne et écart- type		65±5,77	75±10	80±8,16	90±8,16	100±0	100±0
D4	R1	30	60	70	80	90	90
	R2	70	70	90	100	100	100
	R3	50	50	80	80	100	100
Moyenne et écart- type		50±20	60±10	80±10	86,67±11,55	96,67±5,77	96,67±5,77

D (1,2,3,4) : Dose (1,2,3,4) R(1,2,3,4) : Répétition (1,2,3,4)

Les résultats consignés dans le **tableau 5** et **Fig. 18** montrent que le pistachier lentisque agit sur les adultes de *S.oryzae* à la première dose D1 provoquant 100% de mortalité dès le premier jour. Concernant la dose D2 cette dernière a provoqué une mortalité entre 65±19,15 % le premier jour à 95±5,77 % au quatrième jour. Le maximum de mortalité des adultes de *S. Oryzae* est observé à partir du cinquième jour avec un pourcentage de 100%. La dose D3 commence les 24 heures suivant le traitement par un pourcentage de mortalité des adultes de 65±5,77 % au premier jour pour arriver 90±8,16 % au quatrième jour, 100 % d'individu mort est

observé à partir du cinquième jour. La dose D4 a provoqué une mortalité des adultes varie entre 50 ± 20 % au premier jour et $96,67 \pm 5,77$ le sixième jour



3.1 2.-Comparaison de l'effet des extraits aqueux de *Inula viscosa* et *Pistacia lentiscus* sur les adultes de *Sitophilus oryzae*

3.1.2. 1. – Calcule des DL_{50} et DL_{90} de l'extrait d'*Inula viscosa*.

Tableau 6 – Mortalité de *Sitophilus oryzae* suite au traitement par l'extrait d'*Inula viscosa* après 3 jours de traitement.

Dose (ml)	Log dose	Mortalité observé				(%) Mortalité moyenne	(%) Mortalité corrigé	Probit
		R1	R2	R3	R4			
0	/	10	0	0	0	25	/	/
0,05	2,69	10	10	10	9	97,5	96,67	6,75
0,025	2,39	9	10	9	9	92,5	90	6,28
0,0125	2,09	7	7	7	9	75	66,67	5,39
0,0062	1,79	7	7	6	6	65	53,33	5,08

Les résultats du **tableau 6** ont permis de tracer une droite de régression pour le calcul d'une DL₅₀ et DL₉₀(**Fig.19**). A partir de fonction de la droite de régression nous avons calculé une DL₅₀ de 0.0063ml/ l qui correspond à la dose la plus faible. La DL₉₀calculé est égale à 0.029 ml / l.

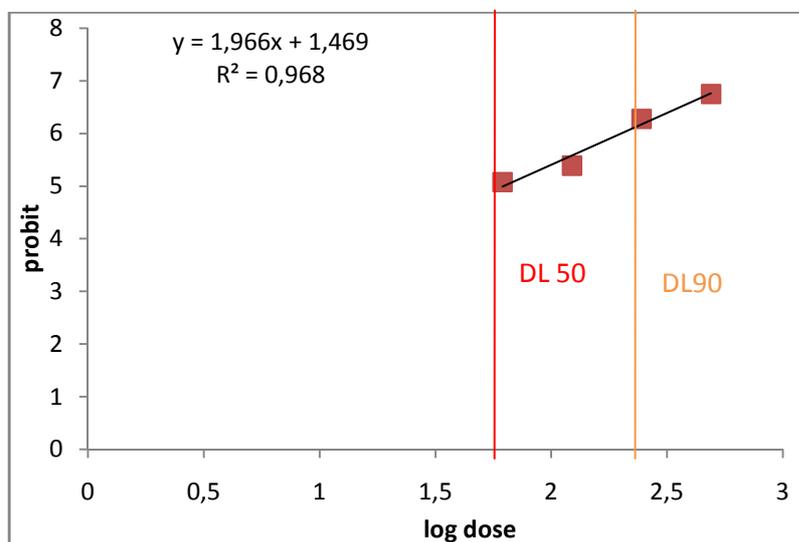


Figure 19 – Détermination du DL₅₀et DL₉₀ de l'extrait d'*Inula viscosa*

3.1.2. 2. – Calcule des DL₅₀ et DL₉₀ de l'extrait de *Pistacia lentiscus*.

Tableau7 – Mortalité de *Sitophilus oryzae* suite au traitement par l'extrait de *Pistacia lentiscus* et après 3 jours de traitement

Dose (ml)	Log dose	Mortalité observé				Mortalité moyenne (%)	Mortalité corrigé (%)	Probit
		R1	R2	R3	R4			
0		0	0	2	0	50		
0,05	2,69	10	10	9	10	97,5	97,22	6,88
0,025	2,39	10	9	7	9	87,5	86,11	6,08
0,0125	2,09	8	9	7	8	80	77,78	5,74
0,0062	1,79	7	9	8	7	77,5	75	5,67

L'extrait de *Pistacia lentiscus* s'est montré très efficace sur les adultes de *S. oryzae*, à la première dose avec 0,05 ml provoquant 100% de mortalité après 24h de traitement (**Tableau 7**). La DL₅₀ et la DL₉₀ calculées à partir de la droite de régression (**fig.20**) sont des valeurs très faibles avec seulement 0.0026ml/l pour la DL₅₀ et 0.024ml/l pour la DL₉₀.

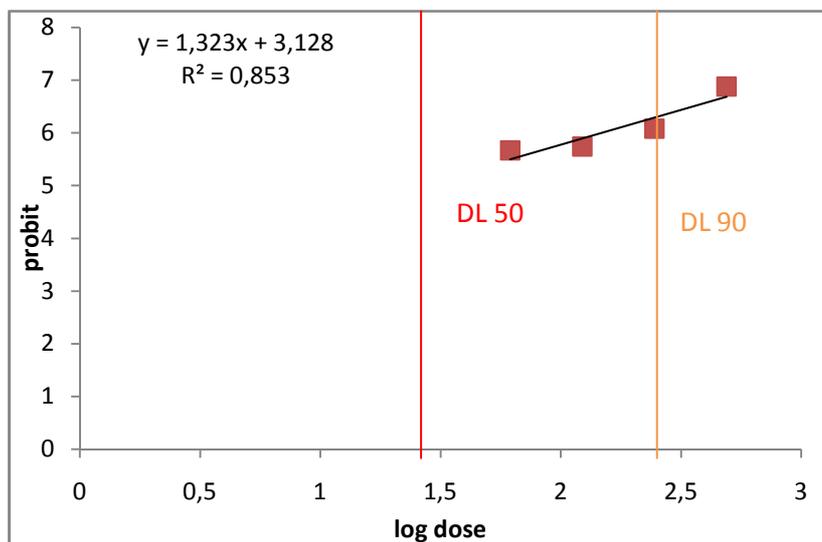


Figure 20 – Détermination du DL₅₀ et DL₉₀ de l'extrait de *Pistacia lentiscus*

3.1.2. 3 – Calcul des TL₅₀ et TL₉₀ de l'extrait d'*Inula viscosa*.

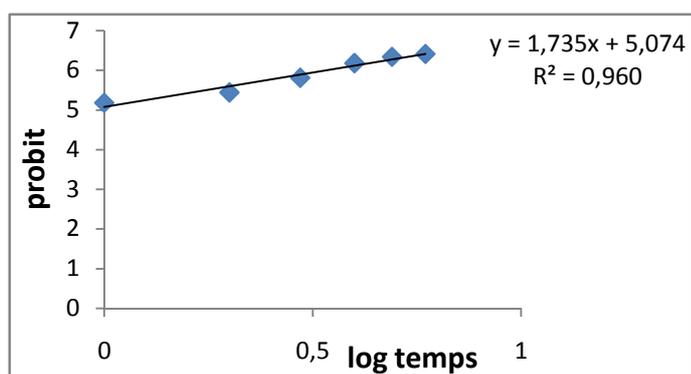


Figure 21– Détermination du TL₅₀ et TL₉₀ de l'extrait d'*Inula viscosa*

L'extrait aqueux d'*Inula viscosa* est arrivé à un temps léthal de 50% de population (TL₅₀) à un logarithme du temps égal à 0.04 ce qui correspond 1.09 jour, alors que le (TL₉₀) est arrivé à un logarithme du temps égal à 0.69 ce qui correspond 4.89 jours (**fig.21**).

3.1.2. 4. – Calcule des TL 50 et TL90 de l'extrait de *Pistacia lentiscus*.

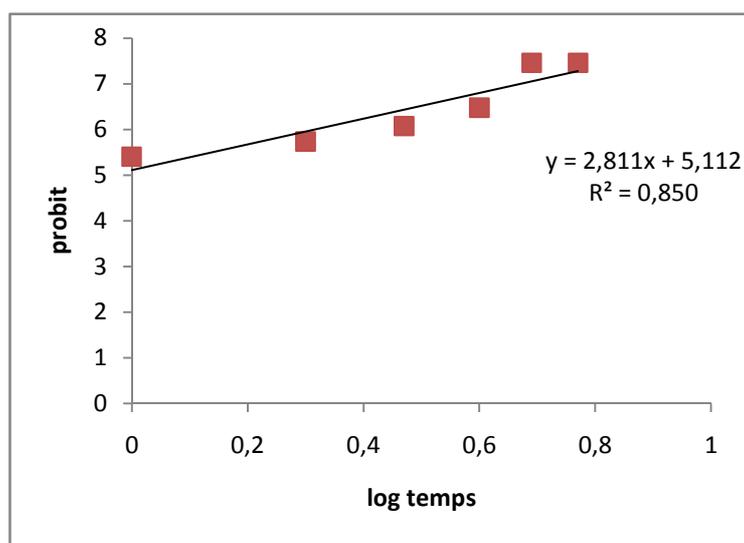


Figure. 22–Détermination du TL₅₀ et TL₉₀ de l'extrait de *Pistacia lentiscus*

L'extrait aqueux du pistachier lentisque a provoqué un (TL₅₀) au bout de 1.07 jour (log temps= 0.03), alors qu'il arrive à un (TL₉₀) au 2.5 jours (log temps=0.41) (**fig. 22**)

3.1.2.5. – Comparaison entre la toxicité du pistachier lentisque et de l'inule visqueuse vis avis de *S. oryzea*

Tableau 8– Classement de la toxicité des extraits aqueux par contact vis-à-vis de *S. Oryzea* (DL, TL)

	Le pistachier lentisque	L'inule visqueuse
DL₅₀ (ml/l)	0.0026	0.0063
DL₉₀ (ml/l)	0.024	0.029
TL₅₀ (jour)	1.07	1.09
TL₉₀ (jour)	2.5	4.89
Pente	2,81	1,73

L'examen de DL₅₀ et DL₉₀ et celui de TL₅₀ et TL₉₀ des extraits aqueux sur *Sitophilus oryzea* donnent le classement suivant:

1. *Pistacia lentiscus*
2. *Inula viscosa*

3.1.3 Analyse statistique

L'analyse de la variance (ANOVA) a montré qu'il existe une signification très hautement significative entre les doses des deux extraits aqueux (*Inula viscosa* et *Pistacia lentiscus*) ;

Les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA) à un critère de classification relatifs à la comparaison des moyennes des variables entre les extraits aqueux utilisés, pour chacun des extraits aqueux, les résultats sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 9– Résultats d'ANOVA obtenus pour les deux extraits *Inula viscosa* et *Pistacia lentiscus*

		SC	Degré de liberté	MC	F	P
<i>Inula viscosa</i>	Ord. Origine	884,4500	1	884,4500	2122,680	0,000000
	Doses	232,3000	4	58,0750	139,380	0,000000
<i>Pistacia lentiscus</i>	Ord. Origine	966,0500	1	966,0500	1093,642	0,000000
	Doses	217,7000	4	54,4250	61,613	0,000000

Les résultats obtenus (**Tableau 8**) révèlent une différence très hautement significative ($P < 0.001$) entre les doses pour l'extrait aqueux d'*Inula viscosa*. On remarque simplement que l'intervalle de confiance pour l'effet des doses D1, D2, D3, D4 comprend la valeur 0.

Pour l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus*, La synthèse de ces résultats montre qu'il y a une différence très hautement significatives ($P < 0.001$) entre les doses.

Discussions

Les essais réalisés ont montré que les deux extraits ont un effet insecticide sur *S. oryzae*, la toxicité de ces différents extraits aqueux diffère avec la dose et le temps d'exposition, ces résultats nous ont fait la base de comparaison entre ces produits testés.

L'extrait de *Pistacia lentiscus* a provoqué un taux de mortalité corrigé des adultes de *Sitophilus oryzae* de 97,22% à la dose 0.05ml et 75 % de mortalité corrigé à la dose 0.0062 ml au bout de 6 jours, l'extrait d'*Inula viscosa* a provoqué une mortalité corrigé varie entre 53,33 % et 96,67% entre le premier et le sixième jour respectivement.

Ce taux de mortalité élevé peut être expliqué par la forte dose d'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus*, alors que la DL_{90} calculées à partir de la droite de régression est une valeur très faible avec seulement 0.024 ml/l. Pour l'extrait d'*Inula viscosa* la DL_{90} est de 0.029ml/l

Cette différence est confirmée par plusieurs auteurs ;

Selon Aïssata (2009), les activités des huiles essentielles étaient fonction de leur nature, des volumes utilisés, du temps d'exposition et enfin des espèces d'insectes.

Selon le même auteur, pour les huiles d'*Ocimum basilicum* L.(*Ob*) et d'*Ocimum gratissimum* L. (*Og*), utilisés contre les adultes de *Sitophilus oryzae* les petits volumes allant avaient peu d'effet insecticide durant les deux premiers jours d'exposition des insectes, les effets insecticides augmentaient graduellement du jour 3 au jour 6. Plus les volumes étaient élevés, plus le temps de réaction était court.

Gwinner et al. (1996), ont utilisé l'extrait des fleurs de *Crotalaria juncea* sous forme de vapeur du liquide sur le conteneur de stockage et la marchandise il agit comme insecticide de contact contre Ravageurs des céréales (*Sitophilus spp.*, *Prostephanus truncatus*), selon les mêmes auteurs l'extrait aqueux de graines de neem (25 à 50g/l d'eau) à raison de 0,5 - 5,0% sur les ravageurs des légumineuses et les céréales et en particulier les coléoptères, plus que les extraits aqueux sont concentrés plus qu'ils sont efficaces.

Selon Ndomo et al.(2009), il serait difficile de penser que l'activité insecticide de ces huiles essentielles se limite uniquement à certains de ses constituants majoritaires; elle pourrait aussi être due à certains constituants minoritaires ou à un effet synergique de plusieurs constituants.

D'après les résultats obtenus, il ressort que :

L'extrait de *Pistacia lentiscus* est le plus efficace avec un taux de mortalité corrigé de 97,22% suivi par l'extrait d'*Inula viscosa* avec 96,67%

La représentation de ces résultats dans un diagramme de dispersion permis de tracer les droites de régression dont les pentes, représentant les variations de mortalités (variable expliquées) en fonction des doses (variables explicatives) sont positives (**tableau 9**), on constate que pour tous les produits testés, la relation entre la mortalité et les doses sont proportionnelle.

L'examen de DL_{50} et DL_{90} et celui de TL_{50} et TL_{90} des extraits aqueux sur *Sitophilu soryzea* donnent le classement suivant: *Pistacia lentiscus* en premier lieu et *Inula viscosa* en deuxième positions

conclusion générale

Conclusion et perspectives

Cette présente étude a pour but d'évaluer l'effet insecticide des extraits aqueux de l'Inule visqueuse (*Inula viscosa*) et du Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*) sur une espèce qui cause le plus de dégâts aux stocks *Sitophilus oryzae*, cette étude nous a permis d'obtenir les résultats suivants concernant l'efficacité des extraits aqueux de l'Inule visqueuse et Pistachier lentisque par contact sur les adultes de *Sitophilus oryzae*.

Les résultats obtenus montrent que les activités des extraits sont en fonction de la nature des extraits, des concentrations utilisées et du temps d'exposition.

Les deux extraits testés ont une grande efficacité sur *Sitophilus oryzae*, la mortalité est considérée à 100% après 6 jours d'exposition aux deux extraits que ce soit pour l'extrait d'*Inula viscosa* ou de *Pistacia lentiscus*, il faut noter que l'efficacité diminue avec la dilution des extraits.

La comparaison entre les deux extraits sur le plan d'efficacité montre que l'extrait de *Pistacia lentiscus* est le plus efficace avec une DL50 et DL90 inférieure à celle de l'extrait d'*Inula viscosa*, et une mortalité plus élevée.

Ce travail basé sur l'utilisation des plantes comme insecticide nous ouvre de large perspective d'une part dans le domaine appliqué, pour cela nous recommandons des recherches approfondies sur :

- L'évaluation des effets des autres plantes locales utiles sur les insectes nuisibles des grains vue l'intérêt de l'utilisation des insecticides biologiques sur la santé humaine.
- L'évaluation des effets de nos extraits sur les insectes utiles et d'autres insectes nuisibles des stocks de denrées (*Rhyzoperta dominica*, *Callosobrochus maculatus*,... etc).
- L'évaluation des effets des extraits aqueux sur la qualité organoleptique et nutritionnelle du blé.
- L'identification des principes actifs des extraits des plantes locales et leur formulation pour leur application dans le traitement des stocks.

Références bibliographiques

1. **ABBOT W. B., 1925** - A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, (18) : 265 - 267.
2. **Abu Zarga, M.H.; Hamed, E.M.; Sabri, S.S.; Voelter, W.; Zeller, K.P.** 1998. New sesquiterpenoids from the Jordanian medicinal plant *Inula viscosa*. *J.Nat.Prod.*61:798-800
3. **Abu Zarga, M.H.; Sabri, S.S.; Hamed, E.M.; Khanfar, M.A.; Zeller, K.P.; Atta-Ur-Rahman.** 2002. A new eudesmane type sesquiterpene from *Inula viscosa*. *Natural Product Research*, Vol.17, No.2, pp.99-102.
4. **ACTA.** 1982. Les ravageurs des grains entreposés. Fiche RI - 2ème Ed. 8 p.
5. **Ahmed, M.** 1990. Irradiation disinfestations of store foods. In *Proc. 5th Int. Work. Cor\$ on Stored-Prod. Prof.* Bordeaux, 9-14 Sept. Vol. II. Paris. pp., 1105-1117.
6. **Aïssata C.** 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. Doctorat en sciences de l'environnement. Université du québec à montréal. 126p.
7. **Alarcon De La Lastra, C. ; Lopez, A., Motilva, V.,** 1993. Gastroprotection and prostaglandin E2 generation in rats by flavonoids of *Dittrichia viscosa*. *Planta Medica*, 59, 497-501.
8. Anonyme. 2009. Méthodes de stockage des céréales sur [www. Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com)
9. Anonyme. 2010. Stockage du blé sur [www. Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com)
10. **Apert J.,** 1985. Le stockage des produits vivriers et semenciers. Lutte contre les ravageurs, hygiène du stockage. Editions Maisonneuve et Larose 1 : 144-147.
11. **Baldy G.,** 1974. Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières. Document du Projet céréale, 170p.
12. **Barazani O.Z., Dudai N., et A. Golan-Goldhirs,** 2003. Comparison of Mediterranean *Pistacia lentiscus* Genotype by Random Amplified Polymorphic DNA, Chemical, and Morphological Analyses *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 29, No. 8.
13. **Barbetti, P., Chiappini, I., Fardella, G., Menghini, A.** 1985. A new eudesmane acid from *Dittrichia (Inula viscosa)*. *Planta Medica* 51, 471.
14. **Baudière A., Monange Y., Gauquelin Th.** 2002. *Le Monde des Plantes; Intermédiaire des Botanistes*, Toulouse; N° 477, pp2 – 5.

15. **Bekkari M.**, 2009. Protection des semences de blé par le Thiamethoxam, mesure de son activité insecticide sur vers blancs : *Pseudoapterogyna numidicus* (Coleoptera : Melolonthinae) et sur puceron : *Sitobion avenae* (Homoptera: Aphididae) dans la région de Biskra. Thèse Ing., Agro., Inst. Nat. Agro., El Harrach, 76p.
16. **Belaid D.**, 1996. *Aspect de l'agriculture*. Ed. I.N.E.S Batna. 205 p.
17. **Benhalima H., Chaudhry M.Q., Mills K.A. & Price N.R.**, 2004. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. *J. Stored Prod. Res.*, **40**, 241-249.
18. **Bonjean A., et Picard E.**, 1990- *Les céréales à paille: origine, histoire, économie, sélection*. Ed. INRA. Paris. France. 300 p.
19. **Borror D. J., De long, D. M. et Triphhorn, C. A.**, 1981: An introduction to the study of insects. Fifth edition Saunders College Publishing 442-454.
20. **Bssaibis F., Gmira N., Meziane M.** 2009. Activité antibactérienne de *Dittrichia viscosa*(L.) W. Greuter. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 3, N°1, p : 44-55.*
21. **Cafarchia, C. ; De Laurentis, N. ; Milillo, M.A. ; Losacco, V. ; Puccini, V.** 2002 Antifungal activity of essential oils from leaves and flowers of *Inula viscosa* (Asteraceae) by Apulian region. *Parassitologia*.44: 153-156.
22. **Camara, A. B.**, 1997. Rapport de mission d'étude sur la transformation du riz local. Le matériel de décorticage et la technologie de l'étuvage en Guinée. Programme d'appui à la sécurité Alimentaire PASAL), Ministère de l'Agriculture des eaux et Forêts. Conakry. Guinée, 10p.
23. **Cangardel K.** 1978. Facteurs favorables au développement des insectes et des acariens. 83-98. In Scotti, G. Les insectes et les acariens des céréales stockées. Eds. AFNOR - ITC ; 237 p.
24. **Cruz, J.F., Troude, F., Griffon, D. et Hébert, J.P.**, 1988. *Conservation des grains en régions chaudes, Techniques rurales en Afrique*. 2^{ème} éd. France, 545 p.
25. **Dajoz R.**, 1998 - Les insectes et la forêt. Technique et Documentation. Lavoisier : 594 pp.
26. **De Luca, Y.** 1975. Ecologie des denrées stockées (Milieu Peuplement-Agressions). Bull. ANE. AP. 39 p.

27. **Djelaila Y., 2008-** *Biosystématique des Rongeurs de la région d'El Bayadh*. Thèse Mag., Agro., Inst. Nat. Agro., El Harrach, 151p.
28. **Dunkel, F.V. and L.J. Sears.** 1998. Fumigant properties of big mountain sagebrush, *Artemisia tridentata* Nutt. ssp. *vaseyana* (Rydb.) Beetle for stored grain insects. *J. Stored Prod. Res.* 34:307-321
29. **Elbadry E. A. et Ahmed M. Y. Y.** 1975. Effects of gamma radiation on the egg stage of southern cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* F. *Z. angew. Entomol.* 79,323-328.
30. **FAO,** 2001. Deuxième forum mondial FAO/OMS des responsables de la sécurité sanitaire des aliments. *Bangkok (Thaïlande), 12-14 octobre 2004*.
31. **FAO,** 2006. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Rome.
32. **Farjan, M. A.** 1983 : Biodynamique en laboratoire de deux insectes ravageurs du blé dur: le charançon du riz *Sitophilus oryzae* (L) (Coleoptera : Curculionidae) et le capucin des grains *Rhizopertha dominica* (F) (Coleoptera : Bostrychidae) avec application aux conditions de conservation en Afrique du Nord. Mémoire d'Ingénieur Agro, 1. A. V. HASSAN II, Rabat. 109p.
33. **Feuillet P.,** 2000. *Le grain de blé, composition et utilisation*. Ed. INRA, Paris, pp: 23-25.
34. **Fleurat-Lessard F.** 1982a. Les insectes et les acariens. In MULTON, J.L. "Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés". Lavoisier, Paris, 2: 394-436.
35. **Fleurat-Lessard, F.** 1982b. Mesure de l'infestation par les insectes. In MULTON, J.L. "Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Lavoisier, Paris 2: 520-541.
36. **Gwinner J, Harnisch R, Mück O.** 1996. Manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte. Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 388p.
37. **Hamraoui A., Regnault-Roger C.** 1997. Comparaison des activités insecticides des monoterpènes sur deux espèces d'insectes ravageurs des cultures *Ceratitidis capitata* et *Rhopalosiphum humpadi*. *Acta botanica gallica*, 144, 412-417.

38. **Hekal A. M. et El-Kady E. A.** 1987. Effect of gamma radiation on the level of infestation with *Callosobruchus maculatus* (F.) in stored cowpea seeds. *Ann. Agric. Sci., Egypt* 32(3), 1689-1698.
39. **Hoffmann A.**, 1954 : Faune de France. Coléoptères Curculionides. 2ème partie .1044-1048.
40. **Hussein M. H. et Abdel-Aal Y, A.1.** 1982. Toxicity of some compound against the cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus*(Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Int. Pest Control* 24,12-16.
41. **INPV, 1997-** Protection des semences et grains de céréales en stockage. 8p.
42. **Iserin P.**, 2001. Encyclopédie des Plantes Médicinales, Identification, Préparation, Soins 2ième édition Ed Larousse VUEF, pp13-16, p 250, pp291-296.
43. **Isman, M.B.**, 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.*, 19: 603-608.
44. **Jacobson.** 1989. Strategic politicians and the dynamics of House elections, 1946-1986. *APSR* 83:773-793.
45. **Jonard P.**, 1970. Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. *Annales Amélioration des plantes*, Vol 14, pp : 101-130.
46. **KEHE M.**, 1975. Expérimentation pour la mise au point d'un protocole d'essai de substances insecticides pour la lutte contre les charançons des grains: *Sitophilus granarius* (L) et *Sitophilus oryzae* (L). Mémoire D. A. A. ENSAM, Montpellier, 55p.
47. **Keïta S M, Vincent C, Schmit J-P, Ramaswamy s, Bélanger A.** 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 36:355-364.
48. **Ketoh, G.K, Glitho, LA Koumaglo, KH., et Nuto, Y.** 1998. «Effets de quelques huiles essentielles sur les oeufs et les larves de *Callosobruchus maculatus*F. (Coleoptera : Bruchidae). *Revue CAMES Sciences et Médecine*, 00: 16-20.
49. **Lacoste P.**, 1970 : La défense des cultures à Madagascar. 190-191.
50. **Laumont P. et Erroux J.**, 1961. Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. Mémoires de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord, 94 p.
51. **Lauro, L., Rolih, C.** 1990. Observation and research on an extract of *Inula viscosa*. *Bollettino societaitaliana Biological Sperimentable* 66, 829-834.

- 52. Lepesme P.**, 1944. Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. P. Le chevalmier, Paris pp. 61-67.
- 53. Lienard V. et Seck D.** 1994. Revue des méthodes de lutte contre *cauosobruchus maculatus* (F.) (coleoptera: bruchidae), ravageur des graines de niébé (*Vignaun guzculata*(L.) Walp) en Afrique tropicale. Faculté des Sciences Agronomiques 2. Kenia. Sci. *Applic.* Vol. 15, No. 3. pp. 301-311.
- 54. Liu Z.L. & Ho S.H.**, 1999. Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodiaruta ecarpa* Hook f. et Thomas against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Motsch. And *Tribolium castaneum* (Herbst). *J. Stored Prod. Res.*, **35**, 317-328.
- 55. Longstaff B. C.**, 1981. Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): A critical review. 83-130. In Protection ecology. An international. Journal devoted to the Study and Management of Noxious organisms in plant and Animal Industries.
- 56. MADR.** 2006. Rapport sur la situation du secteur agricole. Direction stat. Agr. sys inf. Alger. 77p.
- 57. Mahdi k.** 2011. Quelques aspects de la bioécologie de la mineuse de la tomate *Tutaabsoluta* (Povolny, 1994) et essai de lutte dans l'Algérois. Thèse magister ecol. Nati agro. El Harrach, 306p.
- 58. Mara.**, 1992. Le secteur agricole et les perspectives de sa promotion et de son développement. Rapport général de la commission nationale consultative sur l'agriculture, 292p.
- 59. Mathlein R.**, 1938. Undersokning arrorande forrads skadedjur. 1 Kornarveln, (*Calandra granarius* (L) ochrisviveln, *C. oryzae*(L) Derasbiologiochbekanipning. Nat Swed. Inst. Plant Prot 23.
- 60. Mitcheh A.**, 1986. Tous les Arbres de nos Forêts, édition Bordas, p 319.
- 61. More D. et White J.**, 2005. Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde, Flammarion, pp18 ; 797.
- 62. Multon J. L.**, 1982. Interactions entre l'eau et les constituants des grains et: graines et produits dérivés ; 115-116. In Multon J.L. Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Lavoisier. Paris, 1155p.
- 63. Ndiaye S.B.**, 1999. Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux, atelier Autrichien de développement.

- 64. Ndomo A.F., Tapondjou A.L., Tendonkeng F., Tchouanguiep F.M., 2009.** Evaluation des propriétés insecticides de feuilles de *Callistemo nviminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d' *Acanthoscelide sobtectus* (Say) (Coléoptera; Bruchidae). *Tropicultura*. **27**(3) : 137-143.
- 65. Ngamo L.S.T. & Hance T., 2007.** Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicultura*. **25** (4): 215-220.
- 66. Ouzaouit A., 2000.** La situation des Rongeurs au Maroc. *Séminaire national sur la surveillance et la lutte contre les rongeurs*, Marrakech, pp: 24 – 31.
- 67. Pierrard, G. 1984.** Management and control of insect pests of stored grain legumes. In *Proc. Inr. Workshop on IPC for Grain Legumes* Goiania, Goias (Brésil), 3-9 avril 1983, pp. 276-286.
- 68. Prates H. T., Santos J. P., Waquil J. M., Fabris J. D., Oliveira A. B. and Foster J. E. (1998)** Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *T. castaneum* (Herbst). *J. Stored Prod. Res.* 34, 243-249.
- 69. Quezel P. et Santa S. 1962.** Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales, Tome I, Centre Nationale de la Recherche Scientifique, p 611.
- 70. Ratnadass A., 1984:** Les problèmes entomologiques liés au stockage paysan des vivriers en Côte d'Ivoire. Note technique N° 6 /841/CV IDESSA, 47 p.
- 71. Ravalis A., 2006.** Les stades du blé. Institute de végétal.
- 72. Regnault-Roger C., 2002.** De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire. In: Philogène B.J.R, Regnault-Roger C. & Vincent C., coord. *Biopesticides d'origine végétale*. Paris : Lavoisier-Éditions Tec & Doc, 19-39.
- 73. Risbec, J. 1950 :** La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan français. Tome 1
- 74. Sadaoui F., 1977.** *Activité de quelques insecticides vis-à-vis d'un insecte de grains : Trogodermagranaria EVERT.* Thèse Ing., Agro., Inst. Nat. Agro., El Harrach, 72p.
- 75. Sasanelli N. et Divito M., 1991.** The effect of tagetesspp extract on the hatching of an Italian population of *Globodera rostochiensis*. *Nematol, MED.*, 19: 135-137.
- 76. Seck D. et Gaspar Ch. 1992.** Efficacité du stockage du niébé (*Vignaun guiculuta* (L.) Walp.) en fûts métalliques hermétiques comme méthode alternative de contrôle de *Callosobruchus maculatus* (Col. Bruchidae) en Afrique sahélienne. *Meded. Fac. Landbouwwet. Rijkuniv.,Gent.* 57/3a, 751-758.

- 77. Seck D., Sidibe B., Haubruge E., Hemptinne J. L. et Gaspar Ch.** 1991b. La protection chimique des stocks de niébé et de maïs contre les insectes au Sénégal. *Meded. Fac. Landbouww. Rijikuniv.Gent.* 56/3b, 1.225-1233.
- 78. Seck, D., Sidibe, B., Haubruge, E. et Gaspar, C.** 1991. Protection of stores of cowpea (*Vignaun guiculata (L.) Walp*) at farm level the use of different formulations of neem (*Azadirachta indica A. Juss*) from Senegal.Mededelingen van de Faculte itLandbouwwetenschappen, RijksuniversiteitGent. 56, 3b: 1217-1224.
- 79. Seigue A.,** 1985.La Forêt Circum-méditerranéenne et ses Problèmes, Maisonneuve &Larose, pp 22- 27, pp 137 – 139.
- 80. Sembène M., 2000.**Variabilité de l'espaceur interne transcrit(ITS1) de l'ADN ribosomique et polymorphisme des locus microsattellites chez le bruche *Caryedon serratus* (olivier) : différenciation en races d'hôtes et infestation de l'arachide au Sénégal. Thèse de doctorat d'état es sciences à l'Université Cheikh AntaDiop de Dakar, 180p.
- 81. Soltner D.,** 1986. *Les bases de la production végétale : le sol – le climat – la plante. Tome n° I, le sol. 14ème édition. Collection scientifique et techniques agricole.* Ed. Vander. Bruxelles. Paris, 464p.
- 82. Steffan J. R.,** 1978. Description et biologie des insectes, 1-65. In Scotti, G. Les insectes et les acariens des céréales. AFNOR/ITCF, Paris, 238 p.
- 83. Storey C. L.** 1975. Mortality of adult stored-product insects in an atmosphere produced by an exothermic inert atmosphere generator. *J. Econ. Entomol.* 68(3),316318.
- 84. Storey C. L.** 1978. Mortality of cowpea weevil in a low-oxygen atmosphere. *J. Econ. Entomol.* 71(5), 833-835.
- 85. Tunc I, Berger BM, Erler F, Dagi F.** 2000. Ovicidal activity of essential oils from fiveplants against two stored-products insects. *Journal of Stored Products Research* 36:161-168.
- 86. www.wikipedia.com**
- 87. Yadi H.,** 1987 : Critères qualitatifs et technologiques associés à la multiplication du charançon de riz, *Sitophilus oryzae(L)* (Coleoptera Curculionidae) dans un sto.ck de riz paddy au cours de sa conservation en enceintes étanches sous atmosphères modifiées et en conditions de climat tropical. Diplôme Agro. App. Bordeaux 29p.

- 88. Yahia M.**, 1992. La Thérapeutique par les Plantes Communes en Algérie, Ain Taya, p59.
- 89. Yaniv, Z., Dafni, A., Friedman, J., Palevitch, D.** 1987. Plants used for treatment of diabetes in Israel. *Journal of Ethnopharmacology* 19, 145-151.

Annexes

Table 3.2 Transformation of percentages to probits

%	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	3.72	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	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
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	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	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

		SC	Degré de liberté	MC	F	P
Inula viscosa	Ord. Origine	884,4500	1	884,4500	2122,680	0,000000
	Doses	232,3000	4	58,0750	139,380	0,000000
Pistacia lentiscus	Ord. Origine	966,0500	1	966,0500	1093,642	0,000000
	Doses	217,7000	4	54,4250	61,613	0,000000

1/L'analyse statistique pour les deux extraits

Les extraits aqueux	DL ₅₀ (ml/l)	DL ₉₀ (ml/l)	Pente
Le pistachier lentisque	0.0026	0.024	1.32
L'inule visqueuse	0.0063	0.029	1.96

2/Classement de la toxicité des extraits aqueux par contact vis-à-vis de *S. oryzae* (DL)

Les extraits aqueux	TL ₅₀ (jour)	TL ₉₀ (jour)	Pente
Le pistachier lentisque	1.07	2.5	2,81
L'inule visqueuse	1.09	4.89	1,73

3/Classement de la toxicité des extraits aqueux par contact vis-à-vis de S. (TL)

log temps	0	0,3	0,47	0,6	0,69	0,77
probit	5,18	5,44	5,81	6,18	6,34	6,41

4/Détermination du TL₅₀ et TL₉₀ de l'extrait d'*Inula viscosa*

log temps	0	0,3	0,47	0,6	0,69	0,77
probit	5,41	5,74	6,08	6,48	7,46	7,46

5/Détermination du TL₅₀ et TL₉₀ de l'extrait d'*Pistacia lentiscus*

jrs	1	2	3	4	5	6
m moy	61,25	70,625	84	93,75	96,875	97,5

6/Mortalité moyenne journaliere des adultes de S. oryzae traités avec l'extrait aqueux de *inula viscosa*

jrs	1	2	3	4	5	6
m moy	66,67	77,33	86,67	93,33	99,33	99,33

7/Mortalité moyenne journaliere des adultes de S. oryzae traités avec l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus*

8/Calcul de moyenne écart-type pou les deux extraits

Doses	Répétition	Jours					
		1	2	3	4	5	6
Témoin		0	10	10	10	10	10
D1	R1	70	90	100	100	100	100
	R2	70	80	100	100	100	100
	R3	80	80	100	100	100	100
	R4	80	90	90	100	100	100
	moyenne	75	85	97,5	100	100	100
	Ecart-type	5,774	5,774	5	0	0	0

<i>Inula viscosa</i>	D2					
	70	70	90	100	100	100
	70	80	100	100	100	100
	80	80	90	100	100	100
	50	70	90	100	100	100
moyenne	67,5	75	92,5	100	100	100
Ecart-type	12,58	5,774	5	0	0	0

<i>Inula viscosa</i>	D3					
	40	40	70	90	100	100
	50	70	70	90	100	100
	60	60	70	100	100	100
	70	80	90	100	100	100
moyenne	55	62,5	75	95	100	100
Ecart-type	12,91	17,08	10	5,774	0	0

<i>Inula viscosa</i>	D4					
	50	70	70	80	90	90
	40	60	70	90	100	100
	40	40	60	70	80	90
	60	70	70	80	80	80
moyenne	47,5	60	66,67	80	87,5	90
Ecart-type	9,574	14,14	5,774	8,165	9,574	8,165

<i>Pistacia lentiscus</i>	D1					
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	50	80	90	100	100	100
	80	80	100	100	100	100
moyenne	82,5	90	97,5	100	100	100
Ecart-type	23,63	11,55	5	0	0	0

<i>Pistacia lentiscus</i>	D2					
	80	90	100	100	100	100
	80	80	90	100	100	100
	60	70	70	90	100	100
	40	80	90	90	100	100
moyenne	65	80	87,5	95	100	100
Ecart-type	19,15	8,165	12,58	5,774	0	0

<i>Pistacia lentiscus</i>	D3					
	60	70	80	90	100	100
	70	90	90	90	100	100
	60	70	70	100	100	100
	70	70	80	80	100	100
moyenne	65	75	80	90	100	100
Ecart-type	5,774	10	8,165	8,165	0	0

<i>Pistacia lentiscus</i>	D4					
	30	60	70	80	90	90
	70	70	90	100	100	100
	50	50	80	80	100	100
	moyenne	50	60	80	86,67	96,67
Ecart-type	20	10	10	11,55	5,774	5,774