

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRE et BIOLOGIQUE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE EN SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

Filière : Sciences Agronomiques
Option : phytopharmacie appliquée

Thème

Extraction des composées phénoliques d'épi de blé dur et leurs effets sur le
développement de *Rhizopertha dominica*

(*Fabricius*, 1972) (Coléoptère, *Bostrichidae*)

Présenté par

Ben amor Safia

Devant le jury composé de :

Mr RAMDANE S.	MAA., U.S.D.Blida	Président
Mme AOUES K.	MAB., U.S.D.Blida	Promotrice
Mme NEBIH D.	MAA., U.S.D.Blida	Examinatrice
Mme AMMAD F.	MAA., U.S.D.Blida	Examinatrice

Blida 2013/2014

REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, louange à «**ALLAH** » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de ce travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.*

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et remerciements à **Mme RAMDANE-AOUES.K** qui m'a initié à rédiger mon travail. Elle m'a beaucoup appris.*

J'adresse mes vifs remerciements :

*Au président du jury **Mr RAMDANE.S**, Professeur à l'Université de Blida, qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.*

*À **Mme AMMAD.F**, à **Mme NEBIH-HADJ SADOK.DH** Professeurs à l'Université de Blida, de m'avoir honorée en acceptant de juger ce travail.*

J'exprime ma gratitude à tous mes enseignants.

*Mes vifs remerciements vont aussi aux : monsieur le directeur général de Complexe des Antibiotiques -**SAIDAL** - MEDEA : **Mr .Hamouche** et aussi **Mr. Abed** responsable des laboratoires, pour leurs aides et conseils avisés.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tout le personnel au sein de **SAIDAL** de **MEDEA***

Je remercie également tout le personnel au sein de l'Institut National spécialisé de Formation Professionnelle en industrie Agro-alimentaire de Sidi Abdelkader à Blida.

*A tous ceux qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail, je **dis merci***

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents (Omi et Abi) en témoignage de l'amour, du respect et de la profonde et éternelle gratitude que je leur porte pour m'avoir soutenu et encouragé tout au long de mes études. Je ne les remercierai jamais assez pour tout ce qu'ils ont fait.

Mes frères : Abdou et Salmane

Mes sœurs : Meriem, Khaoula, Zineb, Aicha, Rekia et Messaad.

Les maris de mes sœurs.

À toute la famille : Ben amor, Kadri et Mokrani.

Et surtout mon oncle Mohamed et sa famille.

Mes chères amies : Fafa, El hadja, Yasmine, Choucho, , Fatima, Khadidja.

À tous mes collègues de la promotion «zoologie » de l'université de Blida.

Résumé

L'étude a porté sur l'évaluation de l'effet bio-pesticides de *Blé dur* par deux modes d'action : contact et inhalation pour polyphénol sur *Rhyzopertha dominica*.

Des essais sont menés au laboratoire sur l'efficacité de *Blé dur* sur le capucin à 33.5 +/- 2 C° et 60 +/- 5% de HR pour l'effet toxique.

Le polyphénol est plus efficace par inhalation que par contact ; DL 50 actif successivement à partir du 2^{ème} jour pour : 0,45 µ.l/cm³ et au 4^{ème} jour pour 0,28 µ.l/cm³.

Les doses de polyphénol, D₁ :0.25ml de polyphénol+0.75 ml de diméthylsulfoxyde et D₂ :0.5 ml de polyphénol+0.5 ml de diméthylsulfoxyde provoque une faible mortalité par rapport au D₃ :0.75mlde polyphénol+0.25ml de diméthylsulfoxyde pour tous les traitements confondus.

Mots clés : ravageurs des denrées stockées, *Rhyzopertha dominica*, polyphénol, effets bio-pesticides, inhalation, contact.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الاثر السام تحت ظروف مخبرية لنبته ال بواسطة نمطين للتأثير :

بالتلامس و الاستنشاق لزيت الطيار و بالتلامس فقط بالنسبة للمستخلص المائي مجرب على *Rhizopertha dominica* و *Tribolium castaneum* الحشرتين الضاريتين

و *Rhizopertha dominica* قمنا بالتجارب المخبرية لمعرفة مدى تأثير نبته النعناع على $2C \pm 60$ et 5% ضمن الشروط التالية الرطوبة النسبية *Tribolium castaneum* $33.5 \pm$ لتحديد الاثر السام .

% قمنا باستخلاص الزيت الطيار بطريقة التقطير المائي بمردود 1.72

DL أثبتت النتائج الزيت الطيار فعالية أكبر خلال النمط الاستنشاق مقارنة بنمط التلامس $0.1 \mu / \text{cm}^3$ و الرابع يوم ل $0.15 \mu / \text{cm}^3$ بالترتيب ابتداء من اليوم الثاني لـ 50 cm^3

Rhizopertha dominica و *Tribolium castaneum* بالنسبة الى الحشرتين الضاريتين لاحظنا حساسية أكبر للحشرة الاولى مقارنة مع الثانية . نسبة وفاة المجموعة :

. % و 66.66 % بالاستنشاق : 81.66

. % و 41.66 % بالتلامس : 60

D₂ $2 \mu / 1 \text{ ml}$ و الماء D₁ $2 \mu / 1 \text{ ml}$ تركيز الزيت الطيار الماء في جميع $2 \mu / 1 \text{ ml}$ الماء D₃ أحدثت نسبة قليلة من الوفاة مقارنة مع التجارب .

25 % . 50 % . 100 % المستخلص المائي لنبته النعناع المحصود بالبليدة بالاماهة أحدثت فعالية خلال اليوم الاول فقط ناتجة عن فعل اصطدام .

Rhizopertha dominica و *Tribolium castaneum* نسبة الوفاة المجموعة لـ

للزيت الطيار % و 41.66 60% بالتلامس

للمحلول المائي % و 1.66 % و 3.33

الكلمات المفتاح :

الحشرات الضارة للمواد المخزنة ، النعناع ، الزيت الطيار ، المحلول المائي ، أثر *Rhizopertha dominica* و *Tribolium castaneum* البيوبستيسيد ، الستنشاق و التلامس ،

Summary

The aim of this study is to estimate the value of effect bio pesticide of *Wheat durum* with two mode of action: inhalation and contact with polyphenol on insect pests: *Rhizopertha dominica*.

Many tests are load in laboratory to value the efficiency of *Wheat durum* on *Rhizopertha dominica* at 33.5 ± 2 C° and $60 \pm 5\%$ of relative humidity to detect his toxic effect.

The efficiency of polyphenol by inhalation action is more than contact mode; DL 50 active from the second day for: 0, 45 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$ and fourth day for 0, 28 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$

The dose of polyphenol, D₁: 0.25ml of polyphenol+0.75 ml of diméthylsulfoxyde induce a low rate of mortality compared with D₃: 0.75ml of polyphénol+0.25ml of diméthylsulfoxyde for all treatments.

Key Word : insect pests, *Rhyzopertha dominica*, *Wheat durum*, polyphenol, bio-pesticide affect, inhalation, contact.

SOMMAIRE

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Remerciements	
Dédicaces	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU BLE DUR ET LE POLYPHENOL	3
PARTIE1 : Présentation du blé dur	
1 Importance du blé dur dans le monde	4
2 Caractères botaniques de blé	4
PARTIE 2 : Présentation des composées phénoliques.....	8
1 Généralité.....	8
2 Classification	9
3 Voie de biosynthèse des composés phénoliques.....	15
4 L'effet des composées phénoliques dans l'interaction plante hôte-insecte.....	17
CHAPITRE II : PRESENTATION DE <i>RHYZOPERTHA DOMINICA</i> ETMOYENS DE LUTTE	21
1. Introduction.....	21
2. Classification.....	21
3. Répartition géographique	21
4. Description morphologique	22
5. Biologie et cycle de développement	24
6. Dégâts de <i>R.dominica</i>	25
7. Méthodes de lutte contre <i>R.dominica</i>	26
CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODE	30
1 Conditions expérimentales.....	30
1-2 Matériel non biologique.....	31
2 Méthode d'extraction.....	31

3	Méthode de dosage du polyphénol.....	32
4	Evaluation de l'activité insecticide de polyphénol.....	32
5	Traitement statistiques des résultats.....	36
	CHAPITRE VI : RESULTATS ET DISCUSSION.....	37
1	Propriétés organoleptiques de polyphénol.....	37
2	Evaluation du pouvoir insecticide de polyphénol d'épi de blé dur par deux modes d'application sur <i>R.dominica</i>	37
3	Les analyses de la variance.....	39
4	Le calcul de la DL 50 et la DL90.....	42
	Discussion.....	45
	Conclusion générale.....	48
	Références bibliographiques	
	Sommaires	

Liste des figures

Figure 1 :	Coupe d'un grain de blé (Feillet, 200).....	6
Figure 2 :	Exemple de quelques acides phénols de la série cinnamique (Bruneton 2009, Pawlowska et al. 2006).....	10
Figure 3 :	La biosynthèse des composés phénoliques par voie de shikimate (E.Portes, 2008).....	16
Figure 4 :	La biosynthèse des composés phénoliques par la voie de phénylalanine (S.Mouffok, 2011).....	17
Figure 5 :	l'œuf de <i>Rhizopertha dominica</i> (Potter, 1935).....	22
Figure 6 :	larve de <i>Rhizopertha dominica</i> (FARJAN.,1983).....	23
Figure 7 :	adulte de <i>Rhizopertha dominica</i> (FARJAN., 1983).....	24
Figure 8 :	cycle de développement chez le <i>Rhizopertha dominica</i> (Birch, 1945).....	25
Figure 9 :	des bocaux en verre contiennent de blé infesté (personnelle)..	31
Figure 10 :	une boîte pétrie contenant les individus traités par contact.....	33
Figure 11 :	des bocaux contenant les individus traités Par inhalation.....	33
Figure 12 :	pourcentage de mortalité (<i>Rhizopertha dominica</i>) traité au polyphénol d'épi de blé dur par contact.....	38
Figure 13 :	pourcentage de mortalité de (<i>Rhizopertha dominica</i>) traité par le polyphénol d'épi de blé dur par inhalation.....	38
Figure 14 :	évolution temporelle de la mortalité de <i>R.dominica</i>	39
Figure 15 :	le taux de mortalité des individus de <i>R.dominica</i> en fonction de dose.....	40
Figure 16 :	le taux de mortalité des individus de <i>R.dominica</i> en fonction de mode d'application.....	40
Figure 17 :	La population résiduelle en fonction des toxicités des doses...	41
Figure 18 :	la population résiduelle en fonction des toxicités des doses....	42
Figure 19 :	l'efficacité de phénol d'épi de blé dur par contact sur le capucin au 4 ^{eme} jour après traitement.....	43

Figure 20 : l'efficacité de phénol d'épi de blé dur par inhalation sur le capucin au 2^{eme} jour..... 44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Composition biochimique du blé/ (100 g) d'après ADRIAN et <i>al.</i> , (1998).....	7
Tableau 2 :	Les principales classes de composés phénoliques (Harborne, 1980; Macheix <i>et al.</i> , 1990).....	9
Tableau 3 :	Les acides phénoliques reportés chez les céréales.....	11
Tableau 4 :	Principales classes de flavonoïdes (N.Boudjellel, 2009).....	15
Tableau 5 :	analyse de variance du taux de mortalité de <i>R.dominica</i> en fonction des doses, de la durée et mode du traitement.....	41
Tableau 6 :	l'efficacité de polyphénol d'épi de blé dur par contact sur le capucin au 4 ^{eme} jour après traitement.....	43
Tableau 7 :	l'efficacité du polyphénol d'épi de blé dur sur le capucin par inhalation le deuxième jour après traitement.....	44

LISTE DES ABREVIATIONS

DMSO	:	Diméthylsulfoxyde
D1	:	Dose 1
D2	:	Dose 2
D3	:	Dose 3
<i>R. dominica</i>	:	<i>Rhizopertha dominica</i>
M	:	Mortalité
MC	:	Mortalité corrigée
DL	:	Dose létale
CL	:	Concentration létale
PR	:	Population résiduelle

INTRODUCTION

Les céréales sont un groupe de plantes cultivées appartenant, à l'exception du Sarrasin (blé noir), à la famille des Poacées (Guignard et Dupont, 2004). Cette famille, parmi toutes celles du règne végétal, occupe une place à part, non seulement par le nombre de ses espèces, 9000, mais encore son ubiquité, sa répartition et son intérêt humain, historique comme économique (Guignard et Dupont, 2004; Alais *et al.*, 2003).

Dans la plupart des cas, la production des céréales est assurée par une seule récolte dans l'année alors que la période de consommation est prolongée toute au long de l'année, d'où la nécessité de stockage.

La conservation des céréales et leurs produits secondaires sont des problèmes à multiples interrelations, liées à la complexité de l'écosystème post-récolte des grains entreposés (MULTON J.L., 1982). Ce système thermodynamique constitue une entité formée d'une part des divers organismes biologiques (grains, microorganismes, insectes, rongeurs, acariens et petit vertébrés) et d'autre part de l'environnement dans lequel ils évoluent. Celui-ci est caractérisé par des facteurs biophysiques en étroites relations (température, humidité relative, teneur en oxygène.....) dont les conséquences sont des altérations qualitatives et quantitatives des grains et des produits secondaires (FEILLET P., 2000).

Les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de coléoptères, lépidoptères et acariens (Alzouma *et al.*, 1994 ; Fleurat-Lessard, 1994).

Parmi les coléoptères *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera : Bostrichidae) est universellement reconnu comme l'un des plus dévastateurs des céréales entreposées, non seulement en raison de sa propre consommation, mais aussi parce qu'elle ouvre en plus la porte à tout un ensemble de détritivores (Throne, 1994).

Parmi les méthodes de protection, le stockage en épis a souvent été plus pratiqué par les communautés rurales depuis de longues décennies et recommandé par les services de vulgarisation dans plusieurs pays africains.

Ces facteurs, qui contribuent à réduire les niveaux de densité de population et d'infestation constatés souvent dans le système de stockage traditionnel fait d'épis dispatchés ou non, méritent d'être approfondis.

C'est dans ce contexte une étude comparative entre les composés phénoliques des grains et les composants des épis ont démontré une dose nettement significative des phénols au niveau de l'épi (Ben amor, 2012).

Par ailleurs, les composés phénoliques jouent un rôle important dans la résistance des plantes aux maladies (Rubian et al., 1960). Elle semble être due, soit à la préexistence d'un composé toxique pour un agent pathogène donné (tel l'acide protocatéchique d'une variété d'oignon contre *Collectotrichum* et *Diplodia*), soit à la formation de telles substances en réaction à l'infection (p. ex. l'orchinol chez l'orchidée contre *Rhizoctonia repens*) (Zapromietov, 1970).

L'accumulation des substances phénoliques dans les tissus végétaux infectés ou dans les zones proximales représente un autre aspect de cette intervention.

Certains auteurs pensent que sur la voie de la propagation de l'infection, il se forme une barrière physique constituée par des produits de condensation entre les formes oxydées de polyphénols, les acides aminés et les protéines (Uritani, 1961).

Ainsi l'objectif de notre travail qui constitue une continuité de nos résultats ultérieurs (Ben amor, 2013).

-Extraction des composés phénoliques présents dans l'épi du blé dur.

-Evaluation l'efficacité des polyphénols sur *Rhizopertha dominica*.

Ce travail a été réalisé au niveau du groupe SAIDAL Filial *Antibiotical* de Médéa, au laboratoire de semi-synthèse, service de fermentation.

Partie 1 : PRESENTATION DU BLE DUR

Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme. Depuis plus de 7000 à 10000 ans le blé occupe le croissant fertile, zone couvrant la Palestine, la Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran (Croston et Williams, 1981). Des vestiges de blés, diploïdes et tétraploïdes, remontant au VII^{ème} millénaire avant J.C ont été découverts sur des sites archéologiques au Proche Orient (Harlan, 1975).

En ce qui concerne la localisation de la domestication de blé, on considérait jusqu'à aujourd'hui qu'elle avait eu lieu dans le Croissant fertile, vaste territoire comprenant, selon les auteurs, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie et de l'Iraq, voire de la bordure Ouest de l'Iran. Récemment, des scientifiques israéliens

Lev-Yadun et *al.*, (2000) ont suggéré, sur la base de divers éléments botaniques, génétiques et archéologiques, que le creuset de notre céréaliculture se situerait en une zone plus limitée dudit Croissant fertile, localisée autour de l'amont du Tigre et de l'Euphrate, dans des territoires actuels de la Syrie et de la Turquie. On croit que le blé dur provient des territoires actuels de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran (Feldman, 2001).

1- Importance du blé dur dans le monde

En botanique le blé dur est une de la céréale la plus employée dans l'alimentation de l'homme et des animaux (Cheftel.J.C et Cheftel.H, 1992). Les grains de blé dur donnent de la semoule pendant la mouture, cette semoule est valorisée dans la fabrication des pâtes alimentaires (Jeantet et *al.*, 2006). De plus en Afrique du Nord, on utilise aussi cette céréale pour la production de couscous et des pains traditionnels (la galette) (Feillet, 2000)

2- Caractères botaniques de blé

2-1- Définition

Le grain de blé constitue le fruit de la plante, c'est un fruit sec (caryopse) qui contient à l'intérieur la graine proprement dite. Il est de forme ovale, arrondi à ses deux extrémités qui sont inégales et de grosseur variable, son examen révèle : une face dorsale plus ou

moins bombée et une face ventrale, comportant un sillon profond. A sa partie supérieure, se trouvent des courts poils qui forment la brosse. A sa partie inférieure, visible sur la face dorsale, se trouve une légère dépression correspondante à l'embryon ou le germe (Calvel, 1984).

La longueur du grain est comprise entre 5 et 9 mm, et le poids est compris entre 35 et 50 mg (Šramková *et al.*, 2009).

2-2- La morphologie d'un grain de blé

2-2-1- Le système racinaire

Il est de type fasciculé, deux systèmes se forment au cours du développement de la plante :

*Un système primaire (racines séminales) : ce système de racines fonctionne de la germination à la ramification de la plante c'est-à-dire au tallage .Ces racines sont d'origines embryonnaires cependant associés dans le grain aux différents parties de l'embryon ce sont :

- Une racine principale résultant de l'allongement de la radicule.
- Deux paires de racines latérales.
- Une racine épiblastique (Grignac, 1965).

*Un système secondaire (racines adventives) :c'est un système de racines coronaires ou système de racines de tallage. Il se forme dès le tallage et se substitue parallèlement au système séminal (Grignac, 1965 ; Hazmoune, 1994 ; Hamadache, 2001).

2-2-2- La tige

Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entre-nœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines (Clarke *et al.*, 2002). Le chaume (talles) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale (Bozzini, 1988). Le nombre de brins dépend de la variété, des conditions de croissance et de la densité de plantation (Clarke *et al.*, 2002). Dans des conditions normales, une plante peut produire en tout trois brins en plus de la tige principale, mais tous ne grènent pas nécessairement (Bozzini, 1988)

2-2-3- Les feuilles

Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (Gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente (ligule) comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes) (Bozzini, 1988).

2-2-4- L'épi

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entre-nœuds (Soltner, 1998). Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est renfermée dans des structures semblables à des bractées, soit la glumelle inférieure (lemma ou lemme) et la glumelle supérieure (paléa).

Chacune compte trois étamines à anthères biloculaires, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. À maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse (Bozzini, 1988).

2-2-5- Composition histologique du grain de blé

le grain de blé se compose d'un certain nombre de tissus avec des structures et des compositions spécifiques (Hemery *et al.*, 2007) comme il est illustré dans la figure 01. Le grain de blé est formé de trois parties : l'enveloppe ou le son (13 %), l'albumen (84 %) et le germe (3 %). (Boudreau et Ménard, 1992) (figure.01)

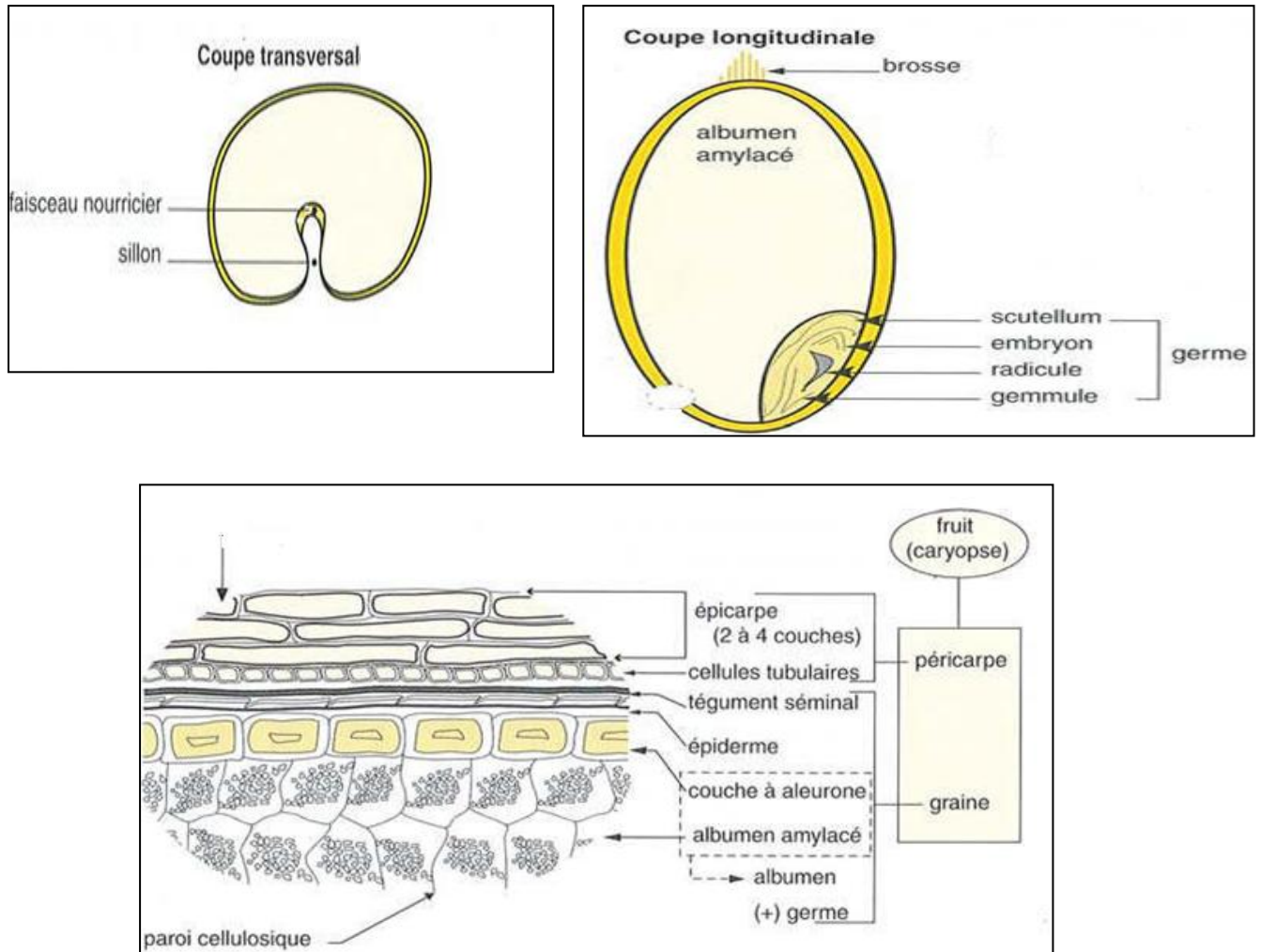


Figure 01 : Coupe d'un grain de blé (Feillet, 2000)

2-2-6- Les compositions chimiques du grain de blé

A- Métabolismes primaires

Le grain de blé est une forme naturelle de préservation, fortement protégée des agressions extérieures, protection par les enveloppes du grain, mais également par d'autres fonctions physiologiques comme certaines protéines ayant une action antifongique ou la production de composés volatils, bactéricides et fongicides, et il est riche aussi d'autres substances tel que : les glucides, les lipides, les vitamines et aussi

des enzymes qui jouent des rôles importants dans l'alimentation humaine. (Caharginer, 1996 ; Bourgeois, 1996).

Tableau 1: Composition biochimique du blé/ (100 g) d'après ADRIAN et *al.*, (1998)

Nature de composant	teneur
- Matière sèche (g).	88,00
- Protéines (g).	10,0
- Lysine (% protéines).	2,6
- Lipides totaux (g).	2,4
- Glucides assimilables (g).	71,5
- Cellulose brute (g).	2,5
- Minéraux totaux (g).	1,7
-Calcium (mg).	40
-Phosphore (mg).	350
-Rapport Ca/P.	0,1
-Magnésium (mg).	170
-Fer (mg).	5,0
-Cuivre (mg).	1,0
-Zinc (mg).	7,5
-Manganèse (mg).	3,5
-Potassium (mg).	465
-Sodium (mg).	25
-Chlore (mg).	60
- Vitamines :	
Vit. E (mg).	4,5
Vit. B1 (mg).	0,55
Vit. B2 (mg).	1,3
Vit. PP (mg).	5,0
Vit. B6 (mg).	0,6
Ac. Pantothénique (mg)	1,5

B- Métabolismes secondaires

Les métabolites secondaires sont souvent considérés comme n'étant pas essentiels à la vie de la plante. Ils sont bio synthétisés à partir de métabolites primaires et jouent un rôle majeur dans les interactions de la plante avec son environnement, contribuant ainsi à la survie de l'organisme dans son écosystème (MAROUF., 2000., MACHEIX *et al.*, 2005).

PARTIE 2 : PRESENTATION DES COMPOSES PHENOLIQUES

1- Généralité

Le terme polyphénol a été introduit en 1980, en remplacement au terme ancien de tanin végétal et a été défini comme suit: composés phénoliques hydrosolubles, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton et ayant, outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes et la gélatine (Cowan, 1999).

L'expression de « composés phénoliques » est utilisée pour toute substance chimique possédant dans sa structure un noyau aromatique, portant un ou plusieurs groupements hydroxyles. Un nombre considérable de ces composés sont formés de deux noyaux benzéniques A et B reliés par un hétérocycle de typepyranne. Ces composés diffèrent les uns des autres par la position des substitutions sur les noyaux A et B, par la nature de l'élément central et par la position, la nature et le nombre de molécules de sucre fixées (J.Bouayed, 2007)

Ce sont des métabolites secondaires des plante (Garcia-Salas *et al.*, 2010), élaborés par la voie de shikimate et caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide (Charpentier et Boizot, 2006).

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) (A.Meziti, 2007).

2- Classification

Les polyphénols naturels regroupent un vaste ensemble de substances chimiques (Laraoui.H, 2007). L'élément fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique (aromatique), auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, ou hétéroside (Bessas.A et al, 2008). Ils peuvent aller de molécules simples, comme les acides phénoliques, à des composés hautement polymérisés, de plus de 30000 Dalton, comme les tanins (Laraoui.H, 2007).

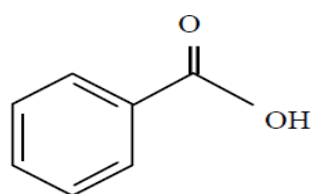
Tableau 02: Les principales classes de composés phénoliques (Harborne, 1980; Macheix *et al.*, 1990)

Squelette carboné	Classe	Exemple	origine
C_6	Phénols simples	Catéchol	
$C_6 - C_1$	Acides hydroxybenzoïques	<i>p</i> -Hydroxybenzoïque	Epices, fraise
$C_6 - C_3$	Acides hydroxycinnamiques Coumarines	Acides caféique, férulique Scopolétine, esculétine	Citrus Citrus
$C_6 - C_4$	Naphtoquinones	Juglone	Noix
$C_6 - C_2 - C_6$	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
$C_6 - C_3 - C_6$	Flavonoïdes <ul style="list-style-type: none"> • Flavonols • Anthocyanes • Flavanols • Flavanones Isoflavonoïdes	Kaempférol, quercétine Cyanidine, pélargonidine Catéchine, épicatechine Naringénine Déidzéine	Fruits, légumes, fleurs Fleure, fruits rouges Pomme, raisin Citrus Soja, pois
$(C_6 - C_3)_2$	Lingnanes	Pinorésinol	Pin
$(C_6 - C_3)_n$	Lignines		Bois, noyau des fruits
$(C_{15})_n$	Tannins		Raisin rouge, Kaki

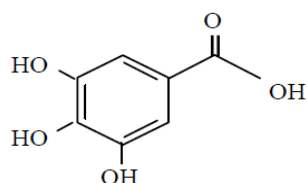
2-1- Les acides phénoliques

Les acides phénols, ou acides phénoliques, ont une fonction acide et plusieurs fonctions phénols. Ils sont incolores et plutôt rares dans la nature. Ils se divisent en deux catégories :

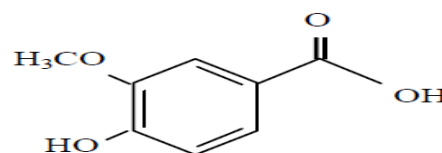
-Les acides phénols dérivés de l'acide benzoïque sont très communs, aussi bien sous forme libre que combinée à l'état d'esters ou d'hétérosides (Haslam, 1994). Exemple : l'acide gallique qui est un élément principal de la structure des tannins hydrolysables (Figure6).



Acide benzoïque



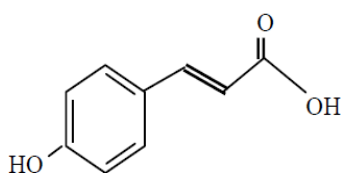
Acide gallique



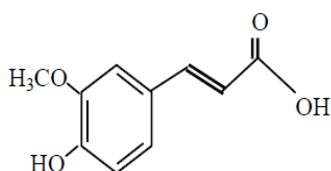
Acide vanillique

Figure 6 : Exemple de quelques acides phénols de la série benzoïque (Bruneton 2009, Pawlowska et al. 2006)

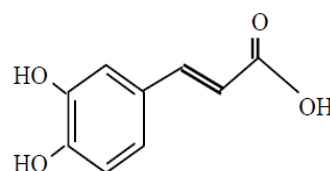
-Les acides phénols dérivés de l'acide cinnamique sont souvent estérifiés. Les plus courants sont l'acide cinnamique, l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide *p*-coumarique et l'acide sinaptique (Haslam, 1994 ; Bruneton, 2009) ; dont certains sont représentés dans la figure 7.



Acide cinnamique



Acide férulique



Acide caféique

Figure 2 : Exemple de quelques acides phénols de la série cinnamique (Bruneton 2009, Pawlowska et al. 2006).

Tableau 03: Les acides phénoliques reportés chez les céréales.

Acides phénoliques	Grains	Auteurs
<u>Acides hydroxybenzoïques</u>		
Gallique	mils, riz, sorgho	Hahn <i>et al.</i> 1983; Zhou <i>et al.</i> , 2004; Suba <i>et al.</i> , 2002.
Protocatéchique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, sorgho	Mattila <i>et al.</i> , 2005, Mazza, et Gao, 2005; McDonough et Rooney, 2000. Hahn <i>et al.</i> , 1983.
-p-Hydroxybenzoïque	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, sorgho	Hahn <i>et al.</i> , 1983; Mattila <i>et al.</i> , 2005; Kim <i>et al.</i> , 2006; Mazza et Gao, 2005; Kim <i>et al.</i> , 2006.
-salicylique	orge, sorgho, blé	Waniska <i>et al.</i> , 1989; Mazza et Gao, 2005, Kim <i>et al.</i> , 2006.
-vanillique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, sorgho	Kim <i>et al.</i> , 2006; Mattila <i>et al.</i> , 2005; Zhou <i>et al.</i> , 2004
-syringique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, sorgho	Kim <i>et al.</i> , 2006; Mattila <i>et al.</i> , 2005, Mazza et Gao, 2005; McDonough et Rooney, 2000; Mattila <i>et al.</i> , 2005.
<u>Acides hydroxycinnamiques</u>		
Férulique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, sorgho	Andreasen <i>et al.</i> , 2000; Hahn <i>et al.</i> , 1983; Kim <i>et al.</i> , 2006; Zhou <i>et al.</i> , 2004
Caféique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, sorgho	Kim <i>et al.</i> , 2006; Suba <i>et al.</i> , 2002; Zhou <i>et al.</i> , 2004.
-o-coumarique	orge	Mazza et Gao, 2005.
-m-coumarique	orge	Mazza et Gao, 2005.
-p-coumarique	orge, maïs, seigle, avoine	Andreasen <i>et al.</i> , 2000; Kim <i>et al.</i> , 2006; Kim <i>et al.</i> , 2006; Mazza et Gao, 2005; Mattila <i>et al.</i> , 2005; Zhou <i>et al.</i> , 2004.
-cinnamique	blé, mils, sorgho	Mazza et Gao, 2005; Mattila <i>et al.</i> , 2005; Zhou <i>et al.</i> , 2004; McDonough et Rooney, 2000.
-sinapique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, riz, sorgho	Mattila <i>et al.</i> , 2005; Zhou <i>et al.</i> , 2004; Andreasen <i>et al.</i> , 2000; Waniska <i>et al.</i> , 1989.

2-2- Les tanins

Il est classique de distinguer deux grands groupes de tanins, différents à la fois par leur réactivité chimique et par leur composition (Machiex *et al.*, 2005).

-les tanins hydrolysables:

Ces tanins sont des dimères d'acide gallique condensés sur un dérivé glycosyle, Ils comprennent l'acide gallique et les produits de condensation de son dimère, l'acide hexahydroxydiphénique (Olatunji.G, 2000 ; Maiga.A *et al.*, 2005 ; Brandao M.G.L *et al.*, 1992). Comme leur nom l'indique, ces tanins subissent facilement une hydrolyse acide et basique, ils s'hydrolysent sous l'action enzymatique et de l'eau chaude (Conard J *et al.*, 1998).

-Les tanins condensés:

Appelés aussi proanthocyanidines ou procyanidines, les tanins condensés, sont des polyphénols de masse molaire élevées. Ils résultent de la polymérisation

autooxydative ou enzymatique des unités de flavan-3,4-diol liées majoritairement par les liaisons C4-C8 (parfois C4-C6) des unités adjacentes, et se nomment ainsi proanthocyanidines de type B. Lorsque la condensation se produit entre les unités adjacentes par la liaison C4-C8 et par une liaison d'éther additionnelle entre C2 et C7, les proanthocyanidines sont dits de types A (Wollgast J et *al*, 2000 ; Dykes L et *al*, 2006). Ci-dessus est représenté le modèle de structure d'un tanin de type B (110, 111)

2-3- Les flavonoïdes

Les flavonoïdes ont été isolés par le scientifique E.Chervreul en 1814, mais n'ont été réellement découverts qu'en 1930 par Albert Szent-Gyorgyui. Désignés sous le nom de vitamine P, en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux sanguins, cette dénomination fut abandonnée lorsqu'on se rendit compte que ces substances ne correspondaient pas à la définition officielle des vitamines, il devient clair que ces substances appartiennent aux flavonoïdes.

Les travaux relatifs aux flavonoïdes sont multiples. Près de 4000 flavonoïdes ont été décrits (A.Lhuillier, 2007; Z.Mohammedi, 2011; A.Marfak, 2011).

Le nom flavonoïde est dérivé du mot grec «FLAVUS» qui veut dire jaune. Les flavonoïdes sont des constituants caractéristiques du règne végétal chlorophyllien, à l'exception des algues. Ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Ces substances peuvent également se trouver dans le règne animal: Les glandes à sécrétion odoriférante propolis (abeille) et dans les ailes des papillons(21).

La majorité des flavonoïdes ont une structure chimique semblable: deux anneaux aromatiques liés par trois atomes de carbone qui forment un composé hétérocyclique oxygéné.

Ces composés existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, c'est-à-dire liée à des oses et autres substances.

De Rijke et *al*(2006) ont classé les flavonoïdes en 6 familles qui impliquent les flavonols, les flavones, les flavanes, les isoflavones, les anthocyanines et les flavanols. Au sein de ces six familles, deux types de structures ont été relevés, celui des flavonoïdes au sens strict dont la structure porte le noyau aromatique B en position 3 sur la chaîne C3 et celui des isoflavonoïdes dont le noyau aromatique B est en position 2 sur la chaîne C3.

2-3-1- Les anthocyanes

Les anthocyanes (du grec *anthos*, fleur et *Kuanos*, bleu violet) terme général qui regroupe les anthocyanidols et leurs dérivés glycosylés (Guignard J.L., 1996) Les anthocyanines sont des flavonoïdes porteurs d'une charge sur l'oxygène de l'hétérocycles C. La structure de base des anthocyanines est caractérisée par un noyau "flavon" généralement glucosylé en position C3 (Ribereau G P, 1968). Les anthocyanes se différencient par leur degré d'hydroxylation et de méthylation, par la nature, le nombre et la position des oses liés à la molécule. L'aglycone ou anthocyanidine constitue le groupement chromophore du pigment (106).

Ces molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange (Harbone JB, 1967). Leur présence dans les plantes est donc détectable à l'œil nu. A l'origine de la couleur des fleurs, des fruits et des baies rouges ou bleues, elles sont généralement localisées dans les vacuoles des cellules épidermiques, qui sont de véritables poches remplies d'eau (Harbone JB et Grayer RJ, 1988).

2-3-2- Les chalcones et auronnes

Gardent la structure du tétra ou trihydroxychalcone, le noyau central de la molécule n'est pas totalement cyclisé ou se présente sous forme d'un cycle ne présentant que cinq sommets (Heller et al, 1998)). Les auronnes sont caractérisés par une structure de 2- benzylidène coumarone (Bruneton, 1999 ; Marfak, 2003).

2-3-3- Les flavanones

Dérivent des précédentes par une cyclisation au centre du squelette, d'où un hétérocycle. Ils se caractérisent par l'absence de la double liaison entre C2 et C3 par la présence des centres d'asymétrie (Bruneton, 1999).

2-3-4- Les flavones

Dérivent des flavanones par une oxydation qui introduit une seconde double liaison dans l'hétérocycle (Heller et al., 1998).

Dans plus de 90%, le cycle A est substitué par deux hydroxyles phénoliques en C5 et C7 (Bruneton, 1999). Par exemple: Glucoside d'apigénine chez le blé (29) et la

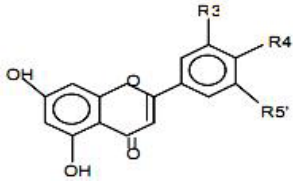
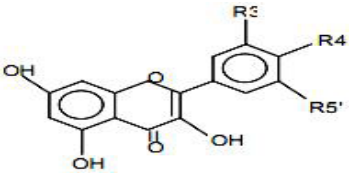
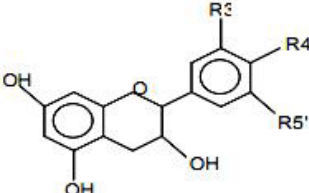
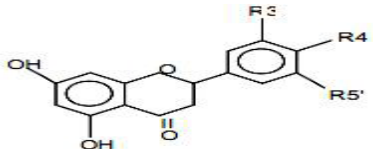
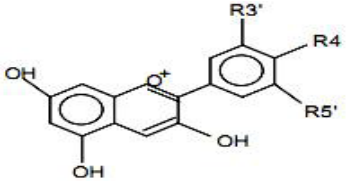
tricine chez le blé (Shahidi et Naczk, 1995) et la tricine chez le blé (Shahidi et Naczk, 1995; Peterson, 2001; Harborne, 1967).

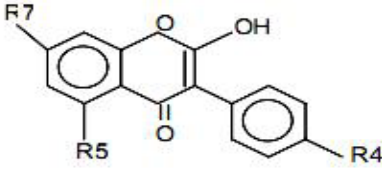
2-3-5- Les flavonols

Ils se différencient des flavones par la présence d'un OH en C3 (Heller et al., 1998; Richer,1993). Chez les flavonols la position 3 de l'hétérocycle est toujours glycosylée, fréquemment la position 7 mais jamais la position 5 du cycle A (Harborne, 1980).

Exemple: chez l'orge Chrysoeriol (Mazza et Gao, 2005.)

Tableau 4: Principales classes de flavonoïdes (N.Boudjellel, 2009).

Classes	Structures chimiques	R3'	R4'	R5'	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH3	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine

		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R5	R7	R4'	
		OH	OH	OH	Genisteine
		H	O-Glu	OH	Daidzeine

3-Voie de biosynthèse des composés phénoliques

Les grandes lignes des voies de biosynthèse des principaux composés phénoliques sont maintenant bien connues. Les deux acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine) sont présents dans les protéines mais sont également à l'origine de la formation de la plupart des molécules phénoliques chez les végétaux. Ces composés sont issus par deux grandes voies métaboliques:

3-1- voie de l'acide Shikimique (figure 3)

Elle conduit à la formation du précurseur immédiat des phénols par désamination de la phénylalanine. La séquence biosynthétique qui suit, dénommée séquence des phénylpropanoïdes, permet la formation des principaux acides hydroxycinnamiques. Les formes actives de ces derniers avec la coenzyme **A** permettent d'accéder aux principales classes des composés phénoliques. Citons quelques transformations :

- vers les acides de la série benzoïque (acides gallique, protocatéchique...) par β -Oxydation. L'acide gallique lui-même, par combinaison avec des sucres simples, conduit aux tannins hydrolysables (tannins galliques et ellagiques) .
- vers les esters de type chlorogénique par estérification avec un acide alcool (acide quinique, tartrique, shikimique...).
- vers les coumarines, par cyclisation interne des molécules suivie de modifications complémentaires (glycosilations, prénylations...)
- vers les lignines par réduction, formation des monolignols puis polymérisation oxydative initiée dans la paroi cellulaire par les peroxydases et éventuellement les laccases (A.Meziti, 2007 ; K.Boudjellal, 2009 ; S.Mouffok, 2011).

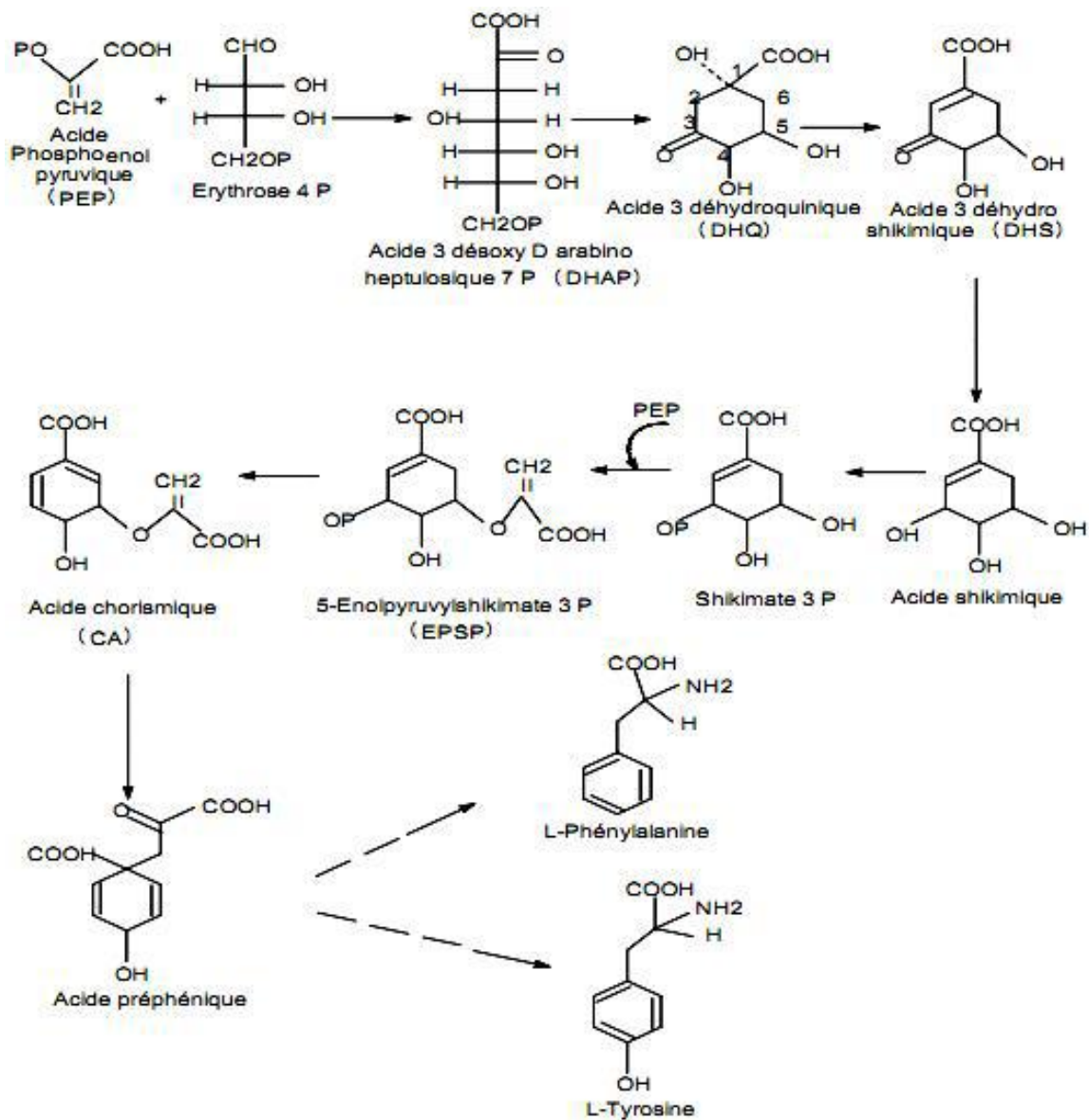


Figure 3 : La biosynthèse des composés phénoliques par voie de shikimate (E.Portés, 2008).

3-2) La voie de phénylpropanoïdes (figure 4)

Acide p-coumarique Acide caféique. La voie de phénylpropanoïdes commence par la phénylalanine (Phe) qui fournit en plus des principaux acides phénoliques simples, coumarines, isoflavonoïdes, flavonoïdes, acide salicylique, des précurseurs de lignine, qui est quantitativement le second biopolymère le plus important après la cellulose (E.Portés, 2008).

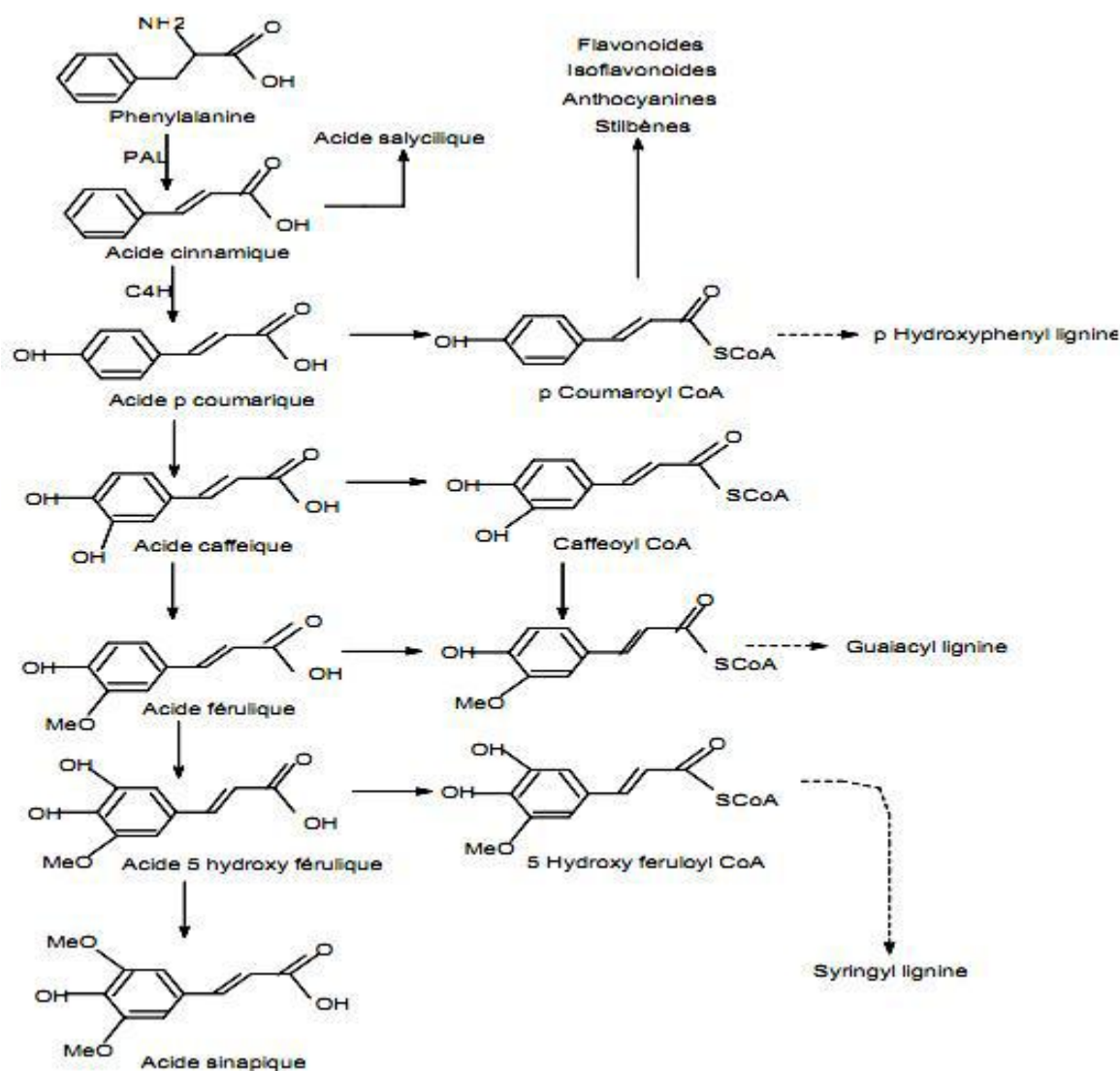


Figure 4 : La biosynthèse des composés phénoliques par la voie de phénylalanine (S.Mouffok, 2011).

4- L'effet des composés phénoliques dans l'interaction plante hôte-insecte

Comme la majorité des composés secondaires, les polyphénols sont produits par les plantes afin d'accomplir des fonctions précises, les plus notoires étant :

- Défense contre les pathogènes ; principalement les moisissures et les bactéries phytopathogènes.

- Dissuasion alimentaire. On parle du phénomène d'allélopathie : certaines plantes émettent des substances pour inhiber la croissance des autres plantes.

- Attraction des pollinisateurs : les couleurs, mais aussi les odeurs attirent les insectes.

Exemple : certaines orchidées synthétisent des phéromones sexuelles qui sont des substances volatiles émises par les insectes femelles pour attirer les mâles.

- Protections contre les rayonnements UV.

- Molécules qui donnent des arômes et parfums aux plantes. Ce qui sert principalement à repousser les herbivores. Exemple : les polyphénols des pélargoniums (Dryne, 1999 ; Schieslt et al, 2000 ; Sasaki et Takahashi, 2002).

Et ce qui nous intéresse :

4-1- Substances à effet répulsif

Pour leur survie, les plantes peuvent se défendre par différents moyens tels que la libération des produits chimiques répulsifs pour prévenir les attaques d'insecte. En effet, les substances répulsives sont généralement détectées par les ravageurs phytophages avant même la prise de nourriture (Feeny, 1976).

La plupart des composés vont agir sur le comportement d'un grand nombre d'insectes phytophages par des processus de répulsion et vont ainsi pouvoir limiter les phénomènes de colonisation de ces plantes par les insectes (Bernays et Chapman, 1994).

Un des cas le plus étudié est celui des isothiocyanates de Brassicaceae. Blau et al. (1978) démontrèrent le caractère répulsif de l'allylisothiocyanate pour les Lépidoptères généralistes et pour les insectes non inféodés aux Brassicaceae.

Le puceron *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) se nourrit préférentiellement de plantes de maïs saines.

L'effet répulsif vis-à-vis de *R. maidis* des substances volatiles émises par les plantes attaquées peut s'expliquer de différentes manières. La production des composés volatiles par la plante peut permettre soit d'informer les autres ravageurs de la présence de concurrents phytophages soit d'attirer les ennemis naturels des pucerons. Une molécule volatile, le (E)- β -farnesène, est produite à la fois par la

plante et par le puceron et agit comme substance d'alarme chez les pucerons (Bernasconi *et al.*, 1998).

La présence de molécules secondaires répulsives ne signifie pas nécessairement une inhibition complète de la nutrition du ravageur (Schoonhoven et Derksen-Koppers, 1976).

4-2- Substances antiappétant

En réponse à des obstacles physiologiques tels que la présence de substances allélochimiques, les insectes phytophages possèdent des récepteurs spécifiques à ces substances secondaires et sont capables de rejeter la plante en tant que source alimentaire.

PHILOGÈNE [83] PHILOGEN B.J.R., 1984 a identifié que les grains de maïs ayant la plus grande teneur en acide tram-férulique, qui est le composé phénolique principal de cette céréale, sont particulièrement résistants alors que les autres acides: (acide cis-férulique, acide tram-férulique, acide p-coumrique et acide sinapique) ont un effet moindre sur les attaques de *Sitophilus*. Ceci est dû d'après ce même auteur à l'effet anti appétant de ces derniers.

Néanmoins, la présence d'antiappétents ne signifie pas nécessairement une inhibition complète de la nutrition du ravageur. A de faibles ou moyennes concentrations ces substances peuvent être tolérées, dans le cas de production de tannins par la plante vise également à réduire la valeur nutritionnelle de la plante; ce qui diminue le comportement de nutrition de nombreuses espèces d'insectes (Feeny, 1976).

4-3- Substances à effet toxique

Sous l'effet de la pression de la sélection naturelle, les plantes ont développé la capacité de synthétiser et d'accumuler des toxines pouvant être classées en plus de 12 groupes distincts tels que les aflatoxines, les alcaloïdes, les furanocoumarines, les glycosides, les terpènes... (Harborne, 1993).

La présence de ces toxines constitue un système de défense efficace vis-à-vis des organismes phytophages. Cette toxicité est cependant relative.

En effet, elle dépend non seulement de la nature de la toxine elle-même, de la dose ingérée mais également de l'espèce animale considérée (Vinson, 1981).

Par exemple, l'ajout de 0,1% de sinigrine (glucosinolate, composé secondaire de Brassicaceae) dans la diète de larves de *Papilio polyxenes* F. (Lepidoptera, Papilionidae) provoque 100 % de mortalité (Erickson et Feeny, 1974). Par contre, les insectes phytophages inféodés aux Brassicaceae ont évolué de manière à réduire l'effet toxique de ces composés et sont capables de se développer sur des plantes hôtes qui les produisent (Lamb, 1989).

CHAPITRE II : PRESENTATION DE *RHYZOPERTHA DOMINICA* ET MOYENS DE LUTTE

La famille de Bostrichidae de coléoptère comprend environ 550 espèces à 99 genres, parmi eux il ya 77 espèces à 26 genres ont apparait dans le nord d'Amérique (Fisher, 1950). Le capucin des grains ; the lesser grain borer ; le *Rhyzopertha dominica* c'est le dangereux et le premier ravageur des denrées stockées de la famille de Bostrichidae tel que le riz, le blé, le maïs, et le sorgho mais peut aussi infester différentes sortes de produits, y compris les grains et les racines de cassava séchées (Potter, 1935 ; Haines, 1991).

1- Classification

Le *R.dominica* a été identifié par Fabricius en 1792 a partir d'échantillons prélevés de noix et de racine en Amérique de sud (Cotton, 1950).sa classification est la suivante

Règne : *Animalia*

Embrochement : *Arthropoda*

Sous-emb : *hexapoda*

Classe : *Insecta*

Sous-classe : *Pterygota*

Super-Ordre : *Endopterygota*

Ordre : *Coléoptéra*

Sous-ordre : *Polyphaga*

Famille : *Bostrichidae* soupçon

Sous-famille : *Dinoderinae*

Genre : *Rhyzopertha*

Espèce : *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792)

2-Répartition géographique

Rhyzopertha dominica est vraisemblablement originaire d'Inde subcontinental, il a été trouvé aussi dans les Etats unis en 1861(Leconte 1862), et aussi dans des grains stockés en ferme des régions frontières canadiennes (Storey et al.,1983; Subramanyam et Harein 1989).

Mais actuellement il est répandu dans l'ensemble des zones tropicales, sub tropicales et tempérées chaudes. Il est devenu, en raison de sa tolérance à de nombreux

insecticides, et en particulier au phosphore d'hydrogène, le principal ravageur des stocks de blé et de riz dans différentes régions du monde. (Potter 1935).

3- Description morphologique

3-1- Les œufs

Ils peuvent atteindre 0,6 mm de longueur et 0,2 mm de largeur, avec une forme cylindrique à un pôle ronde et l'autre pointu. Les œufs nouvellement éclatés sont brillants et de couleur blanche, et après un froissement sur la surface ils deviennent roses et opaques (Potter, 1935).

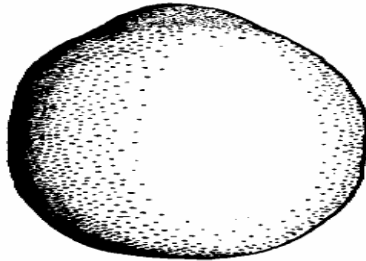


Figure 5 : l'œuf de *Rhyzopertha dominica* (Potter, 1935).

3-2- Les larves

A l'éclosion, elle présente une épine pygidiale caractéristique, de couleur jaune, insérée au bord dorsal d'une cavité formant une ventouse (Oberlander et al., 1997; Main and Mulla 1982)

A maturité, elle mesure un peu moins de 3 mm de long, et de couleur blanche à tête brunâtre, avec les mandibules plus sombres, elles possèdent des pattes bien développées ce qui les rend très agiles. Elles sont cylindriques avec de longues soies, puis incurvées et duvetées à la fin de leur développement (Champagne et al. 2004).



Figure 6 : larve de *Rhyzopertha dominica* (FARJAN.,1983).

3-3- Nymphe

La nymphe mesure environ de 3,9 mm, de couleur blanc à brunâtre et a des appendices distincts selon le sexe. Les nymphes males sont convergents et chacun d'entre elles a deux segments tandis que les trois segments des femelles sont divergents. L'extrémité abdominale de la nymphe est mobile (Potter, 1935).

3-4- L'adulte

L'adulte mesure de 2 à 3 mm de long avec un corps étroit cylindrique et jaune-rougeâtre (Potter, 1935). La tête est cachée sous un thorax très bombé, les trois derniers segments des antennes sont en forme de massue (Lesne, 1941).

La différenciation des sexes sur la base de caractères externes est délicate chez la femelle le dernier segment abdominal est généralement d'une coloration plus pâle que le reste de l'abdomen, mais seulement chez les individus vivants : chez le mâle, on peut observer une ligne transversale de points enfoncés au milieu de ce même segment: la frange de soies apicales est plus courte chez le mâle que chez la femelle (Wright et al., 1990).



Figure 7: adulte de *Rhyzopertha dominica* (FARJAN., 1983).

4- Biologie et cycle de développement

Le 1er stade larvaire s'apparait lorsque les œufs pondus à la surface des grains éclatés (Haines, 1991 ; Elek, 1994). Malgré que, ce stade larvaire préfère de pénétrer et nourrir de l'endosperme de germe du grain. Un développement larvaire lent et une mortalité élevée des individus conduisent à un échec de pénétration de ces derniers, donc il n'y a pas aucune infestation (Osuji, 1982). Pour cette raison, les larves se nourrissent de la partie douce du grain tel que les enveloppes et l'embryon (Potter, 1935)

La larve se développe plus rapidement sur les grains que sur la farine. Sur la farine, le dernier stade larvaire crée souvent un espace spéciale pour le développement nymphal. A une température de 30-34°C et 70-80% d'humidité relative, et après 17 à 19 jours les larves perdent leurs soies en se transformant en nymphes (Howe, 1950 ; Osuji, 1982).

Dans les mêmes conditions après 3-5 jours les nymphes émergent les grains. Après l'émergence, les femelles et les males s'accouplent et les femelles commencent de pondre les œufs après environ une semaine. Le nombre total des œufs pondus par femelle est 244 à 500, tout cela varie selon la température et le type du grain.

Les œufs s'éclatent après 5-7 jours de la ponte. *Rhyzopertha dominica* peut survivre dans les grains à une humidité très faible (environ 9%) (Birch, 1945 ; Haines, 1991).

La durée de développement sur le blé à 14% de teneur en eau du grain et 30°C varie de 30 à 40 jours, et de 58 jours à 26°C (Potter, 1935)

La température optimale pour le développement de *R. dominica* est 28°C. L'espèce est plus sensible au froid : une température de 21°C arrête sa multiplication et les adultes ne survivent pas à 3°C. L'adulte peut supporter des températures assez élevées, mais une exposition de 3 min à 50°C suffit pour les tuer (Lepesme, 1944).

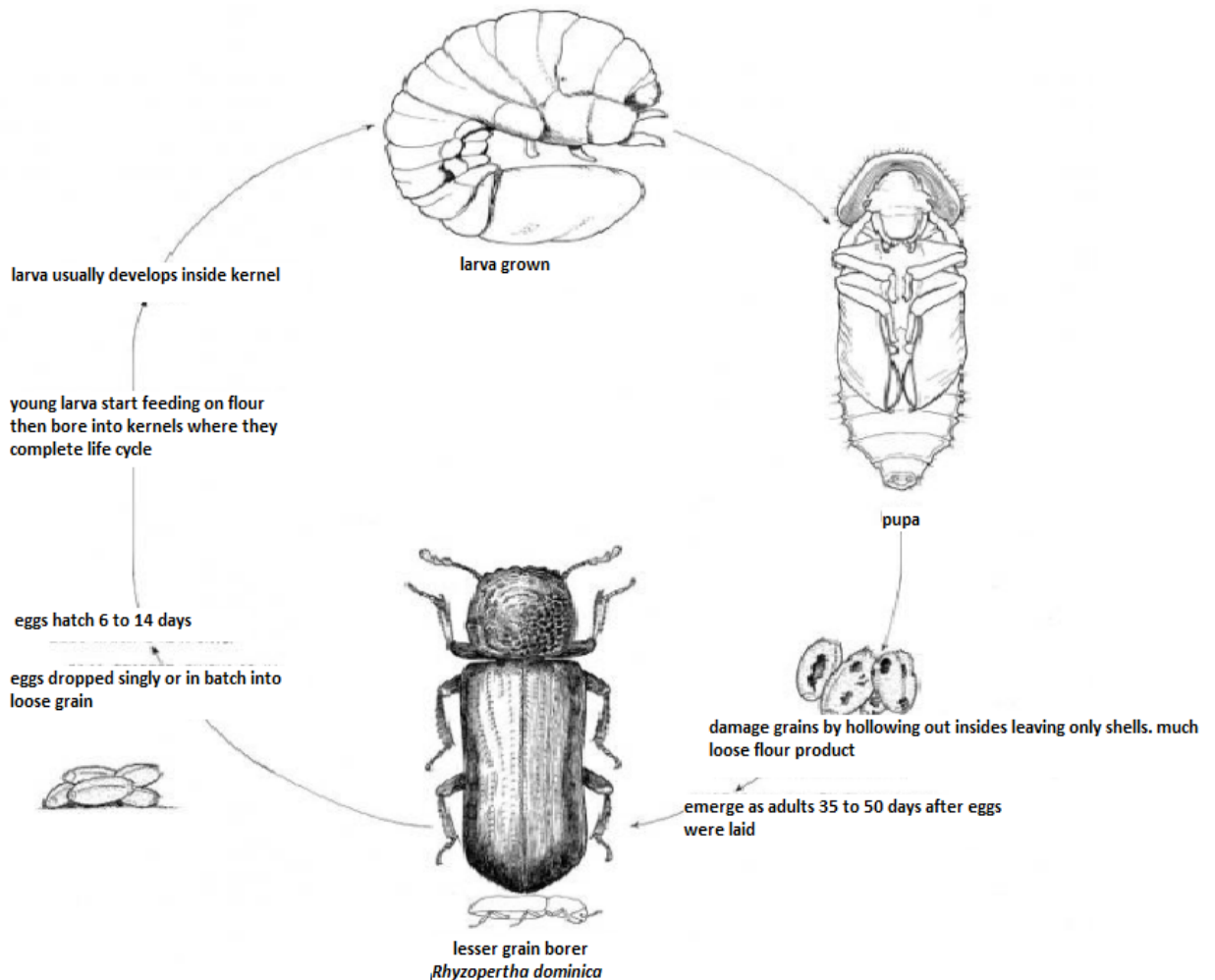


Figure 8 : cycle de développement chez le *Rhyzopertha dominica* (Birch, 1945).

5- Dégâts de *R.dominica*

Ce sont les adultes *R. dominica* qui causent le plus de dégâts. Ils attaquent directement aux grains à l'aide de leurs mandibules et arrivent à les vider complètement de leur contenu. Les femelles sont particulièrement voraces avant la ponte. Elles ne consomment d'ailleurs tout ce qu'elles rongent et on retrouve une certaine quantité de farine intacte mêlée à leur excrément (BENAYAD, 2008).

6- Méthodes de lutte contre *R.dominica*

Compte tenu de l'éthologie de la larve (à l'extérieur du grain), la lutte contre *R. dominica* est plus facile que contre les insectes à développement totalement endogène. Parmi les différentes méthodes de lutte, l'hygiène des locaux est l'une des plus efficaces, notamment le nettoyage et le traitement préventif des parois au Pirimiphos methyl. En matière de lutte curative, la fumigation au phostoxin et le traitement au Pirimiphos methyl 2% ou à la K-OTHRINE PP2 sont les méthodes les plus efficaces. (Seck, 1990)

6-1- La lutte chimique

Les insecticides organiques (les organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthriinoïdes) représentant 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 fluo silice, ils sont aujourd'hui prohibés). (PHILOGEN, 1984)

La résistance des insectes aux pesticides de synthèse est l'un des principaux méfaits de l'application répétée des produits contre les ravageurs. Actuellement, aucun groupe parmi les organophosphorés, organochlorés, pyréthriinoïdes ou encore fumigants n'échappe à la résistance des insectes (Guèye et *al.* 2011). L'ensemble des cas de résistance montrent la nécessité d'associer la lutte chimique à d'autres techniques qui seront à même de confiner les dégâts des insectes dans des limites économiquement supportables, tout en assurant un environnement moins exposé aux pollutions chimiques.

6-2- La lutte physique

- **La lutte par le froid**

Le refroidissement par ventilation avec de l'air extérieur ou artificiellement réfrigéré est une méthode préconisée depuis les années 1960. Elle a été utilisée au début pour réduire les problèmes de déplacement de l'humidité à l'intérieur du silo (Armitage, 1987) puis pour conserver le grain entre la récolte et le séchage et enfin comme technique de traitement du grain sec (Evans, 1987). Cette méthode vise à réduire les pertes de

matière sèche dues à la respiration du grain et à empêcher le développement des insectes et de la microflore. A 0°C la cristallisation de l'eau entraîne la déshydratation et le collapsus cellulaire, l'augmentation de la concentration de soluté et des dommages biochimiques et physiques irréversibles (Evans, 1987).

- **La lutte thermique**

L'emploi des températures élevées pour la destruction des insectes a débuté dans les années 1940. Les procédés de chauffage utilisés sont soit par air chaud ou par l'utilisation des ondes électromagnétiques. La mort entraînée par la chaleur est due essentiellement à la dénaturation des protéines intracellulaires et des modifications des phospholipides membranaires (Buscarlet, 1990).

- **La lutte mécanique**

Considérées généralement comme des techniques associées de protection contre les attaques des prédateurs des denrées stockées, les méthodes mécaniques interviennent à différentes étapes du stockage. Le transfert et le nettoyage du grain provoquent un effet de choc, le tamisage et l'aspiration éliminent les formes libres et enfin le conditionnement sous emballage empêche la réinfestation. Dans une revue sur les moyens mécaniques, Banks (1987) montre que la mortalité entraînée par les effets de choc peut atteindre des niveaux très élevés jusqu'à 99% sans toutefois être totale.

- **Les rayonnements ionisants**

L'ionisation est un procédé utilisé pour la protection des céréales stockées contre les attaques d'insectes. Le rayonnement ionisant induit des dommages biologiques importants au niveau de certaines molécules cibles qui jouent un rôle de métabolique (exemple ADN). (Buscarlet, 1990).

Des études sur des traitements chimiques associés ont indiqué par exemple que l'ionisation et la fumigation par du bromure de méthyle sont compatibles et même complémentaires dans certaines conditions (Cogburn et Gillenwater, 1972; EIKady, 1981). Cogburn et Mahany (1969) ont cependant montré que la combinaison est possible et n'entraîne pas de problèmes de dégradation ou de toxicité.

6-3- La lutte biologique

Ces dernières décennies, la protection de l'environnement s'impose de plus en plus comme une préoccupation mondiale majeure. La méthode classique de lutte biologique par utilisation de micro-organisme, de prédateurs, de parasitoïdes et de substances naturelles d'origine végétale, les industries agrochimiques orientent de plus en plus leur effort vers l'étude de produits naturels pour la recherche de nouveaux insecticides (PARVEEN et MONDAI, 1992).

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 fumigants. Khalfi -Habes et al. (2010) ont relevé une action plus répulsive de *Rosmarinus officinalis* (L.) que d'*Origanum glandulosum* (L) et de *Thymus fontanaseei* (L) sur *R.dominica*.

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 : activités ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatoire (Kéïta et al., 2000 ; Regnault-Roger, 2002). Ogendo et al. (2008) ont quant à eux démontré la toxicité des huiles essentielles d'*Ocimum gratissimum* L. sur *R. dominica*, avec des taux de mortalité de 98 à 100 % en 24 h. Les mêmes résultats ont été obtenus avec les trois huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* (L), de *Rosmarinus officinalis* (L.) et de *Thymus fontanaseei* (L) sur *Rhyzopertha dominica*. (Khalfi -Habes et al. 2010).

Les différentes méthodes présentées comme alternatives aux pesticides présentent chacune des avantages, mais aussi quelques limites. C'est là tout le sens d'une gestion intégrée basée sur la combinaison de plusieurs procédés pour circonscrire l'activité des insectes, redoutables compétiteurs de l'homme.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE

Notre objectif est le suivant :

- Extraction des composés phénoliques présents dans l'épi du blé dur.
- Evaluation de l'efficacité biocide des polyphénols sur *Rhizopertha*.

Ce travail a été réalisé au niveau du groupe SAIDAL Filial *Antibiotical* de Médéa, au laboratoire de semi-synthèse, service de fermentation.

1- Conditions expérimentales

1-1- Matériel biologique

1-1-1- L'espèce utilisée pour l'expérience

Les individus de *Rhizopertha dominica* utilisée pour l'essai ont été récoltés à partir des sacs de blé déjà infestés présentés au niveau de laboratoire du l'institut nationale spécialisé en l'industrie agro-alimentaire de Blida.

Ces individus sont ensuite élevés sur une quantité de blé sur deux générations à une température de 28°C, et pour obtenir des individus d'âge connu (individus jeunes) et éliminer les individus adultes, on a fait deux opérations de tamisage séparées par un délai de quelques jours.

1-1-2- Matériel végétal

Les échantillons de blé dur en épi proviennent directement d'une exploitation agricole collective au niveau de Draa smar Alger.

Pour obtenir un blé sans déprédateurs venant au champs des céréales, les échantillons ont été introduit dans des sacs en polyéthylène et ensuite stockés dans un congélateurs pendant une semaine à une température inférieure à 4 °C.



Figure 9: des bocaux en verre contiennent de blé infesté (personnelle)

2- Méthode d'extraction

Après la récolte, le matériel végétal est pesé 300g de grains puis broyé à l'aide d'un moulin à café. Les composés phénoliques sont extraits du matériel végétal par macération dans un mélange éthanol-eau (50/50) trois fois avec renouvellement de solvant chaque 24 heures, en ajoutant un agent réducteur (méta bisulfate de sodium) au milieu d'extraction. Pour les céréales il est recommandé d'utiliser l'éthanol absolu à la macération (Yu *et al.*, 2002), ou éthanol- eau avec différentes proportions (Liyana-Pathirana et Shahidi, 2006).

Les macérations hydro alcooliques sont alors réunies et évaporées à sec sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif. Le résidu sec est repris dans de l'eau distillée bouillante (200 ml) qui solubilise quantitativement les composés phénoliques; une décantation de 12 heures au réfrigérateur suivie d'une filtration (ou plusieurs) permettent d'éliminer les boues (graisses, résine).

2-1- Préparation des polyphénols

A partir des polyphénols obtenus, on prépare les doses à tester après dilution dans Diméthylsulfoxyde (DMSO).

On a utilisé le DMSO comme témoin à cause de l'absence de l'activité insecticide et comme diluant pour former des microémulsions et donc l'homogénéisation de la solution de polyphénols. A partir de cette préparation on a obtenu trois doses : D1=

0.25 ml de polyphénol + 0.75 ml de DMSO, D2 = 0.5 ml de polyphénol + 0.5 ml de DMSO, D3= 0.75ml de polyphénol + 0.25 ml de DMSO

3- Méthode de dosage des polyphénols

Le dosage des phénols totaux a été effectué selon la méthode de Singleton et Rossi (Singleton et *al.*, 1999) avec quelques légères modifications.

1ml d'extrait dilué au 1/10^{ème} sont ajoutés 1,5 ml d'une solution de Naco3 à 17% (m/V) et 0,5ml de réactif de folin- ciocalteu 0,5N. l'ensemble est incubé à 37°C pendant 30 min l'absorbance est mesurée à 765 nm. la teneur en phénol totaux a été déterminée par l'étalon réalisé avec différentes concentrations d'acide tannique.

Les valeurs obtenues sont reportées sur la gamme étalon, à l'aide de l'équation suivante: $Y = 0,1074 X$

X : l'absorbance

Y : la teneur en phénol totaux

4- Evaluation de l'activité insecticide des polyphénols

4-1- Test d'efficacité par contact

Des papiers filtres de 9cm de diamètre sont imprégnés chacun de 1 ml de la concentration appropriée des polyphénols ou DMSO

Après séchage à l'air libre les papiers filtres sont placés dans des boîtes Pétris de 9 cm de diamètre et de 1.8 cm de hauteur. Dans chaque boîte on a déposé 10 individus.

Pour empêcher la sortie des insectes les boîtes sont recouvertes de moustiquaire.

Pour les traitements on utilise 4 doses on réalise 5 répétitions pour chaque concentration, même pour le témoin.

Les ravageurs exposés pendant 24 heures aux traitements sont ensuite transférés dans des boîtes contenant 10 g de blé non traité.

La mortalité des insectes est déterminée pendant 6 jours des traitements.



Figure 10 : une boîte pétrie contenant les individus traités par contact

4-2- Test d'efficacité par inhalation

Des papiers filtres de 4,5 cm de diamètre sont traités chacun avec 0.5 ml de la solution de polyphénols ou DMSO. Après évaporation du solvant, chaque papier filtre est placé dans le couvercle d'un flacon de 4 cm de diamètre et 3,5 cm de hauteur.

Le couvercle est ensuite vissé hermétiquement sur le flacon qui contient 10 insectes. De même que pour l'essai contact, Pour chaque dose (témoin compris) nous avons réalisés cinq répétitions. Après 24 heures d'exposition aux vapeurs de polyphénols, les insectes sont transférés dans des pots contenant 10g de blé non traité. La mortalité des insectes est observée 6 jours après traitement.

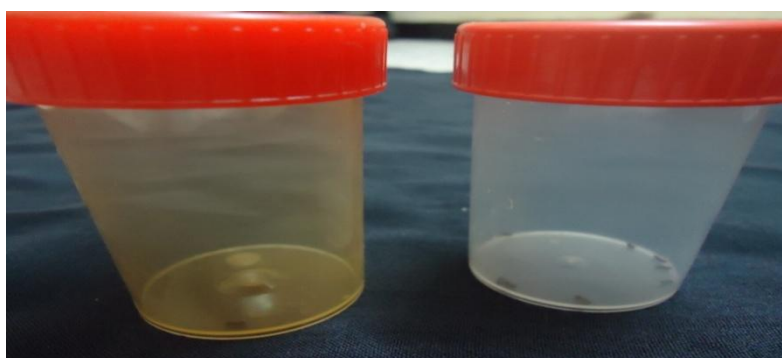


Figure 11 : des bocaux contenant les individus traités Par inhalation
(personnelle)

4-3- Correction de la mortalité

L'efficacité d'un produit biocide est évaluée par la mortalité de l'organisme cible. Cependant, le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par le toxique, pour cela les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule de Schneider- Orelli qui est la suivante :

$$MC = \frac{M - M_t}{100 - M_t} \times 100$$

MC (%) : Pourcentage de mortalité corrigée

M (%) : Pourcentage de morts dans la population traitée

M t (%) : Pourcentage de morts dans la population témoin

4-4- Calcul des doses létales 50 et 90

L'efficacité d'un toxique se mesure par la DL50 qui représente la quantité de substance toxique qui entraînant la mort de 50% d'individus d'un même lot. Elle est déduite a partir de tracer la droite de régression .pour cela les pourcentages de mortalité corrigée sont transformés en probits selon le tableau 4 suivant :

	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	4.18	4.5	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.82	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5	5.03	5.05	5.08	5.1	5.13	5.15	5.18	5.2	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.5
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.75	7.75	7.88	8.09

Ces probits sont représentés graphiquement en fonction de logarithme népérien afin d'évaluer la dose létale 50(DL50) et la dose létale 90 (DL90) pour l'essai contacte la concentration létale 50 (DL50) et la dose létale 90 (DL90) pour l'essai inhalation. Ces deux doses sont déterminés a partir de l'équation d'une droite obtenue théoriquement.

On déterminera la dose qui correspond à un probit de 5 (50% de mortalité) d'où la DL50 et la dose qui correspond à un probit de 6.28 (90% de mortalité) d'où la DL90.

4-5- Estimation des populations résiduelles

L'évaluation de l'effet toxique des traitements biologiques par le polyphénol a été estimée par la comparaison des populations résiduelles (P.R) selon le test de DUNNET (Magali, 2009)

Selon la formule

PR= nombre des formes mobiles par traitement * 100 / nombre des formes mobiles par témoin

Si : PR < 30% : produit toxique

30% < PR < 60% : produit moyennement toxique

5- Traitement statistiques des résultats :

Pour l'analyse statistique des résultats, nous avons confronté Nos résultats à une analyse de variance (GLM). Ou le facteur un est la dose, le facteur deux est le temps et le troisième facteur est les modes d'action.

Et le logiciel Excel pour déterminer la DL50 et la population résiduelle.

1- Propriétés Organoleptiques de polyphénol

- Aspect : liquide très fluide
- Couleur : incolore à jaune pâle
- Odeur : herbacée, fraîche, puissante
- Densité : 1,51

2-Evaluation du pouvoir insecticide de polyphénol d'épi de blé dur par deux modes d'application sur *R.dominica*

2-1-Test d'efficacité par contact

Dans le but de mettre en évidence l'effet de polyphénol d'épi de blé dur sur le taux de mortalité nous avons confronté nos données à une logicielle de Excel.

D'après la (Fig. 12), on constate qu'en fonction de la durée de traitements (1jour ,2jour ,3jour ,4jour jusqu'à le sixième jour) une nette augmentation de taux de la mortalité a été notée sous l'effet de différentes doses, l'effet biocide de polyphénol est apparu au premier jour de traitement avec toutes les doses, dont le pic de taux de mortalité de 40% est obtenu au bout de 4^{ème} jour avec la dose D1, au 4^{ème} jour le taux est de 54% avec D2, au 4^{ème} jour le taux est de 78% avec D3.

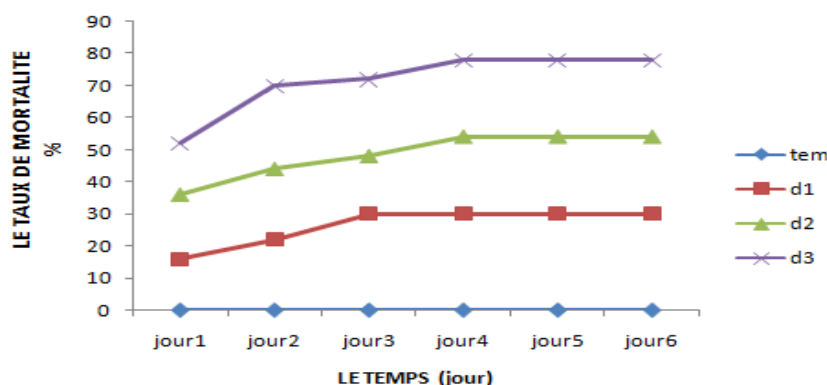


Figure 12 : Pourcentage de mortalité *Rhyzopertha dominica* traité au polyphénol d'épi de blé dur par contact.

2-2 Test d'efficacité par inhalation

D'après la (Fig.13), Chez les individus du *Rhyzopertha* , on constate qu'en fonction de la durée de traitements (1jour ,2jour ,3jour , 4jour jusqu'à le sixième jour) une nette augmentation de taux de la mortalité a été notée sous l'effet de différentes doses, l'effet biocide de polyphénol est apparu au premier jour de traitement avec toutes les doses, avec un taux de mortalité de 26% est obtenu avec la dose D1, 50% avec la dose D2, 50% avec la dose D3. Le taux de mortalité est nul chez les témoins, dont le pic de taux de mortalité de 38% est obtenu au bout de 2^{ème} jour avec la dose D1, au 3^{ème} jour le taux est de 64% avec D2, est de 72% avec D3.

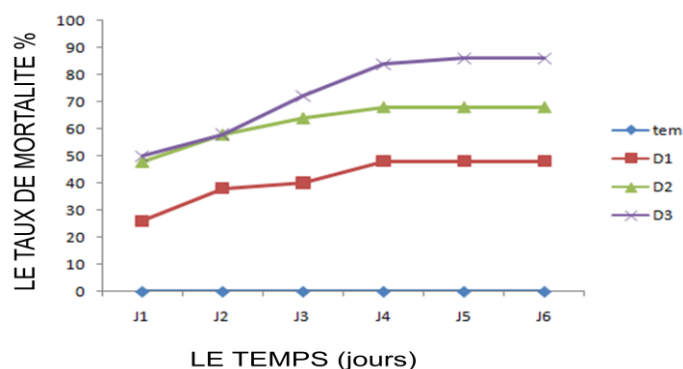


Figure 13 : Pourcentage de mortalité de *Rhyzopertha dominica* traité par le polyphénol d'épi de blé dur par inhalation

3-Les analyses de la variance

3-1-Analyse de la variance de l'efficacité de polyphénol d'épi de blé dur sur le taux de mortalité de *R.dominica*

Pour mieux interpréter ces résultats, on a procédé à une analyse de la variance à trois critères de classification.

Facteur1: Temps avec 6 niveaux (j1, j2, j3.....j6).

Facteur2 : Dose avec 4 niveaux d0 (témoin), d1, d2, et d3.

Facteur3 : Mode d'application avec 2 niveaux (par contact ou par inhalation).

Les résultats de cette analyse sont mentionnés dans les figures ci dessous

Dans le but de mettre en évidence le pouvoir insecticide de polyphénol d'épi de blé dur *sur R.dominica*, nous avons confronté les données brutes à une analyse de variance (GLM). C'est un test statistiques qui traite les facteurs d'une manière individuelle et sans qu'il y'ait des interactions.

Les résultats montrent une différence significative de l'effet dose ($p=0.000$; $p<5\%$) et durée ($p=0.000$; $p<5\%$) et mode de traitement ($p=0.000$; $p<5\%$) sur la mortalité de *R.dominica*.

Tableau 5 : analyse de variance du taux de mortalité de *R.dominica* en fonction des doses, de la durée et mode du traitement

	Somme des carres	D.D.L	Moyenne des écarts	F.ratio	Prb
Doses	47549.792	3	15849.931	193.545	0.000
Temps	11879.167	5	2375.833	29.011	0.000
Modes	5208.333	1	5208.333	63.599	0.000
Variable Intra	14576.944	178	81.893		

On remarque une évolution temporelle de la mortalité au cours du premier jour du traitement a enregistré une mortalité de plus de 20% d'individus, puis on remarque une nette augmentation atteint 50% qui s'arrête après le 4^{ème} du traitement (figure14).

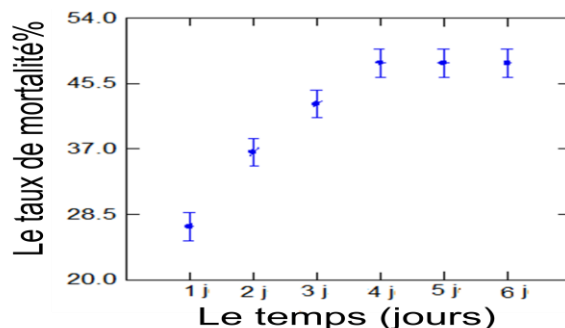


Figure14 : Evolution temporelle de la mortalité de *R.dominica*

D'après la figure 15 on enregistre une mortalité assez élevée au niveau de D3 (75%) qu'au niveau de D2 (56%) la faible mortalité enregistrée au niveau de D1 (30%).

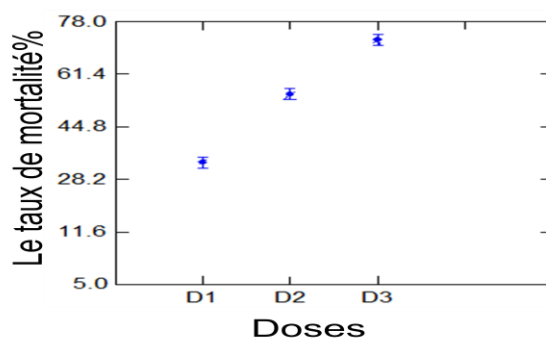


Figure 15 : Le taux de mortalité des individus de *R.dominica* en fonction de dose

Et selon le mode d'action on remarque que le traitement par inhalation a une efficacité très élevée sur le taux de mortalité qu'au niveau du traitement par contact (figure 16).

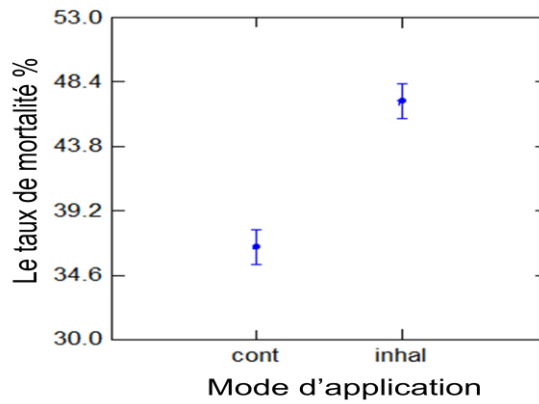


Figure16 : Le taux de mortalité des individus de *R.dominica* en fonction de mode d'application

3-2 la toxicité du polyphénol par contact

L'évaluation de l'effet toxique des traitements biologiques par le polyphénol a été estimée par la comparaison des populations résiduelles (P.R) selon le test de DUNNET

Selon la formule de

$$PR = \frac{\text{nombre de forme mobile} \times 100}{\text{nombre de forme de témoin}}$$

Après les calculs, on constate que RF de D3 <30, RF de D2 <60, RF de D1 >60

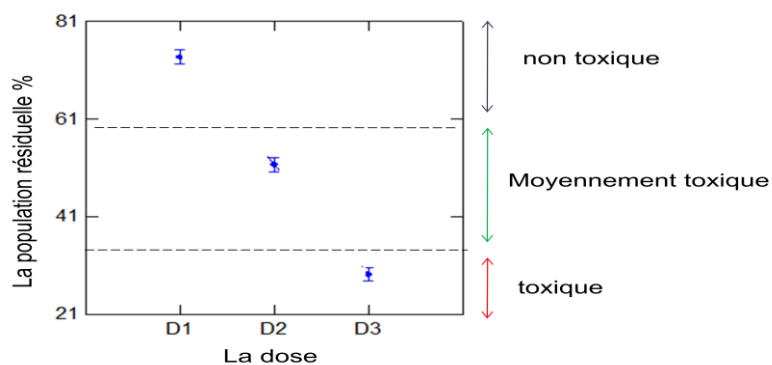


Figure 17 : La population résiduelle en fonction des toxicités des doses

3-3- la toxicité du polyphénol par inhalation

La même chose pour la toxicité des doses par contact, les résultats résumés dans la figure 18.

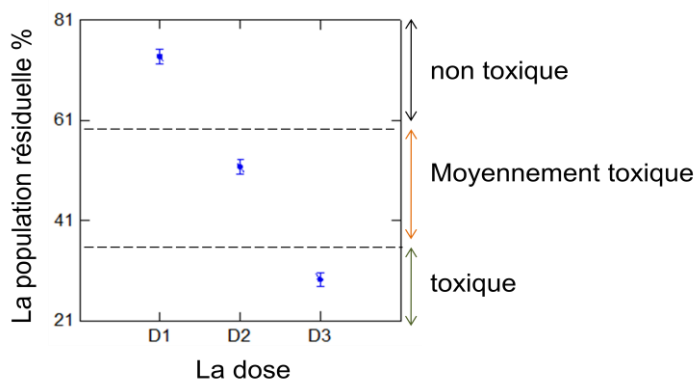


Figure 18 : la population résiduelle en fonction des toxicités des doses

4-Le calcul de la DL 50 et la DL90

Comme l'efficacité du produit (polyphénol) diffère entre les doses et entre le mode d'action (contacte, inhalation), on a décidé de tracer les droites de régression au 4^{ème} jour (Fig. 19) pour le capucin traité au polyphénol par contacte, au 2^{ème} jour (Fig.20) pour le capucin traité au polyphénol par inhalation.

4-1- par contact

Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau suivant :

Tableau 6: l'efficacité de polyphénol d'épi de blé dur par contact sur le capucin au 4^{ème} jour après traitement

Dose	Log Dose	R1	R2	R3	R4	R5	Moy	Mor%	MC%	Probit
D0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
D1	0,12	4	3	2	3	3	3	30	30	4,18
D2	0,3	5	6	5	5	6	5,4	54	54	5,1
D3	0,6	8	7	9	8	7	7,8	78	78	5,77

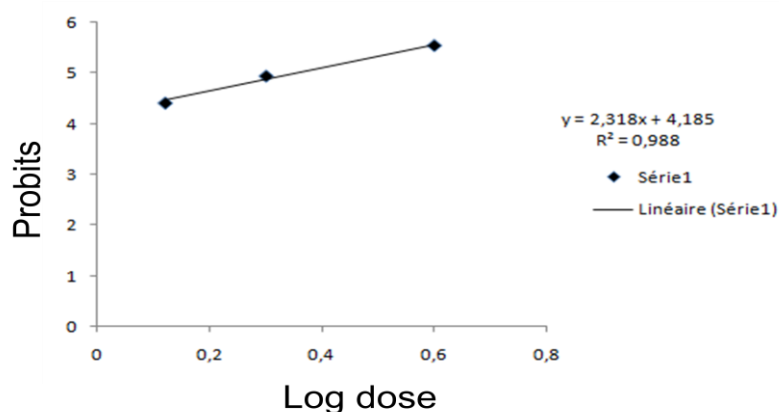


Figure 19: L'efficacité de phénol d'épi de blé dur par contact sur le capucin au 4^{ème} jour après traitement

Selon l'équation de $y = 2,318x + 4,185$

On a trouvé la DL50 de 4^{ème} jour de traitement par contact = 0,45 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$

Le pourcentage de 90% n'est pas atteint au 6^{ème} jour après traitement.

4-2- Par inhalation

Les résultats sont réunis dans le tableau suivant :

Tableau 7 : l'efficacité du polyphénol d'épi de blé dur sur le capucin par inhalation le

Dose	Log Dose	R1	R2	R3	R4	R5	Moy	Mor%	MC%	Probit
D0	0	0	0	0	0	0	0			
D1	0,12	4,16	3,5	5,16	3,83	4	4,13	41,3	41,3	4,77
D2	0,30	5,5	6,33	5,33	6,5	7,5	6,23	62,3	62,3	5,31
D3	0,60	7,83	7,83	6	7,16	8,5	7,46	74,6	74,6	5,64

deuxième jour après traitement :

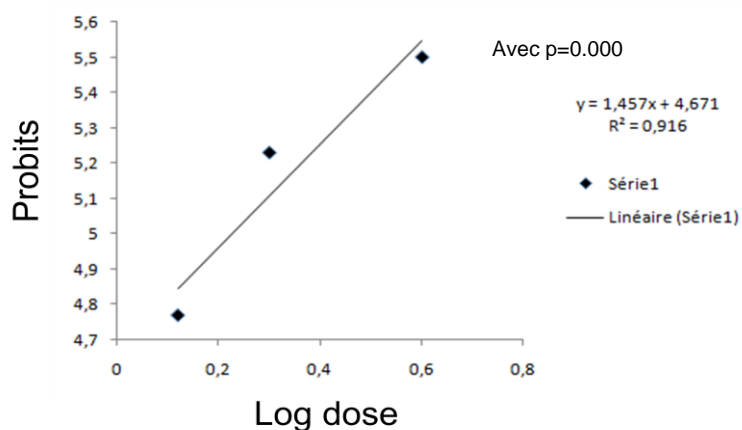


Figure 20: L'efficacité de phénol d'épi de blé dur par inhalation sur le capucin au 2^{ème} jour

Selon l'équation de $y = 1,457x + 4,671$

On a trouvé la DL50 de 2^{ème} jour de traitement par contact = $0,28 \mu\text{l} / \text{cm}^2$

Le pourcentage de 90% n'est pas atteint au 6^{ème} jour après traitement

Conclusion

Cette étude nous a permis de mettre en exergue la bioactivité des polyphénols d'épi de blé dur sur un insecte ravageur des céréales stockées économiquement important en Algérie, cette activité insecticide est probablement attribuée aux substances semiochimiques contenues dans le végétal.

De ce fait, le travail entrepris dans ce mémoire avait pour objectifs l'extraction des composées phénoliques d'épi de blé dur, et analyser les effets biopesticides sur *Rhyzopertha dominica* de plante qui abondent dans le monde, et cet analyse a porté sur leur action sur le ravageurs des denrées stockées appartenant à la famille de Bostrichydae .

Les résultats de la présente étude portant sur l'évaluation du pouvoir biocide d'épi de blé dur, révèlent que cette plante présentent des potentialités et pourraient être utilisées et exploitées avec succès pour la gestion des populations des ravageurs des stocks, entraînent des pertes considérables sur le rendement et la qualité des denrées stockées. Les résultats ont montré que le polyphénol de blé dur avec les différentes dilutions présentent un pouvoir biocide contre les individus du capucin des grains testé.

Nous avons observé que l'action de polyphénol avec le mode inhalation présente une efficacité meilleure que le mode contact sur *Rhyzopertha dominica* pour la dose d₃ avec de pourcentage de mortalité allant jusqu'à 95,5%.

Pour le polyphénol, la dose d₁ et d₂ ont montré un faible pouvoir de toxicité par rapport à la dose d₃. Les concentrations nécessaires pour avoir 50% de mortalité des insectes par cette méthode sont variables d'un mode à l'autre, Il ressort que le polyphénol a montré une efficacité plus importante sur *Rhyzopertha dominica* (DL50= 0,45µl/cm²) au 4^{eme} jour par contact, et par inhalation (DL50=0,28µl/cm²) au 2^{eme} après traitement. Le 90% de mortalité n'a pas atteint jusqu'à 6^{eme} jour ni par mode contact ni par inhalation. L'absence de mortalité au niveau du témoin montre que notre test reste fiable pour l'étude de l'effet insecticide de polyphénol testé.

Ces propriétés insecticides des composés volatils de polyphénol de blé dur semblent intéressantes, elles présentent un potentiel pour le contrôle des ravageurs des denrées stockées, plus particulièrement utilisés par fumigation.

Les perspectives de ce travail ouvrent sur divers domaines (recherche fondamentale des composées phénoliques à propriétés insecticides), mais sa principale perspective est de substituer l'utilisation des pesticides de synthèse par des polyphénols à travers la mise au point de formulations phytosanitaires, constituant ainsi une alternative nouvelle dans les systèmes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées.

Les références bibliographiques

- 1-Armitage.D.M., 1987-** Controlling insects by cooling grain. *BCPC Mono.no37, Stored products pest control: pp 219-227.*
- 2-Banks.H.J., 1987-** Impact, physical removal and exclusion for insect control in stored products. *Fourth interational working conference on stored-product protection*, TelAviv, sept.86, (ed.E. Donahaye et S. Navarro), ARO,Bet Dagan, Israel,165-184.
- 3-BEN AMOR S., 2012.** Amélioration des techniques de stockage du blé dur pour la préservation contre les attaques de *Rhyzopertha dominica* (*Fabricius*, 1972) (Coléoptère, *Bostrichidae*), thèse Ingénieur, Département des sciences Agronomique, Université Blida, 50p.
- 4-Benayd. N., 2008** - Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines: moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair, Département de Chimie, faculté des Sciences de Rabat. Maroc. 63 p.
- 5-Boudreau A. et Ménard G., 1992.** Le blé: éléments fondamentaux et transformation. *Edition Presses Université Laval*, Paris, pp 25 - 62.
- 6-Bozzini A. 1988.** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In Fabriani G. et C. Lintas (éd). *Durum: Chemistry and Technology*. AACC (Minnesota), Etats-Unis, pp: 1-16.
- 7-Bruneton, J. 1999.** Pharmacognosie, phytochimie plantes médicales 3ème édition. Tec&doc.
- 8-Buscarlet. L.A., 1990** - Les méthodes physiques de protection des denrées alimentaires stockées. Département de Physiologie Végétale et Ecosystèmes, Centre d'Etude Nucleaire, France. Pp 1089-1103.
- 9-Butt M. S., Nasir M., Akhtar S. and Sharif K., 2004.** Effect of moisture and packaging on the Shelf life of wheat flour. *Internet Journal of Food Safety*, vol. 4, pp 1-6.

10-Cahagnier B., 1996. Céréales et produit dérivé In « microbiologie alimentaire » tome 1 « aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments ». *Edition Technique et Documentation Lavoisier*, Paris, pp 392 – 414.

11-Chawla, K. 1984. Management of Cereal Grain in Storage. AGRI-FACTS. Practical Information for Alberta's Agriculture Industry. Agdex 736-13, pp.1-5.

12-Cheftel J.C. & Cheftel H. 1992. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. V1. *Tec & Doc*. Paris .Lavoisier: 381 p.

13-Christensen, C.M.; Meronuk, R.A. and Sauer D.B.1982. Microflora. Chapter9. In: Storage of cereal grains and their products (Christensen C.M.Ed), American Association of cereal Chemists, St. Paul, pp 219-240.

14-Cogburn R.R. et Gillenwater H.B.,1972- Interaction of gamma radiation and fumigation on confused floor beetles. *I.Econ.Entomol.*,65, pp 245-248.

15-Cogburn R.R. et Gillenwater H.B.,1972- Interaction of gamma radiation and fumigation on confused floor beetles. *I.Econ.Entomol.*,65, pp 245-248.

16-Cowan M-M., 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12

17-Croston R. P. et Williams J.T. (1981). A world survey of wheat genetic resources.IBRGR. Bulletin / 80/59, 37 p.

18-Druvefors, U. A. 2004. Yeast Biocontrol of Grain Spoilage Moulds Mode of Action of *Pichia anomala*. Doctorat thesis. University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, Department of Microbiology. Agraria 466. 44 pages.

19-Elek, J.A. (1994). Method for Collecting collecting Eggs eggs and Monitoring monitoring Eggegg-hatch and Immature immature Development development of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Stored Product Research*, 30(4): 261 – 265.

20-EI-KADY E.A., 1981- Use of radiation disinfestation in the control of rice insects pests during storage. *IAEA symposium on combination processes in food irradiation*,Colombo, nov.80,SM-250j14, pp 229-244

21-Evans D.E. (1987) - Some biological and physical constraints to the use of heat and cold for disinfesting and preserving stored products. *Fourth international working*

conference on stored-product protection, Tel Aviv, sept.86, {ed.E. Donahaye et S. Navarro), ARO, Bet Dagan, Israel, 149-164.

22-Feillet P. (2000). Le grain du blé. Composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, pp : 17-18.

23-Feldman M. 2001. Origin of Cultivated Wheat. In Bonjean A.P. et W.J. Angus. (éd.). *The World Wheat Book: a history of wheat breeding*. Intercept Limited. Andover. Angleterre: 3-58 p.

24-Grignac P.H., 1965 - La culture et l'amélioration génétique du blé dur .Guide national de l'agriculture T.III.

25-Haines, C.P. (1991). *Insects and Arachnids of tropical stored products: their biology and identification*. (A training manual). Natural Resources Institute, Chatham, UK, 246pp.

26-Hamadache A.M., 2001- Manuel illustré des grandes cultures à l'usage des valorisateurs et techniciens de l'agriculture. Stades et variétés de blé, ITGC, Alger ; p 22.

27-Harborne, J.B. 1967. Comparative biochemistry of the flavonoïdes INC (London). Academic

28-Hazmoune T., 1994 – Contribution à la caractérisation de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en relation avec les composants de rendement .Thèse Magistère. Univ.Batna :80p.

29-Heller, R., Esnault, R., et Delance, C. 1998. physiologie végétale 1-nutrition 6ème édition.

30-Hoseney, R. C. 1994. Principles of cereal science and technology. *2nd Edition*, American Association of Cereal Chemists, 378 p.

31-Howe R.W. (1950). The development of *Rhizopertha dominica* (F.) (Col., Bostrichidae) under constant conditions. *Entomologist's Monthly*

32-Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. & Brulé G. 2006. Science des aliments : Biochimie- Microbiologie- Procédés- Produits. V2. Technologie des produits alimentaires. (éd). *TEC & DOC*. Paris.

33-Jouan J.P., 2007. Vaches laitières et mycotoxines, l'étau se resserre. En attendant les outils de diagnostic. *P.L.M. Production laitière moderne*, n° 383, pp 46-48.

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

35-Kusińska E., 2001. Effet de la teneur en humidité des grains de triticales sur l'échauffement spontané des grains et sur la pression contre la paroi du silo. *Int. Agrophysic*, vol. 15, pp 247-254.

36-Macheix, J.J., Fleriet, A et Christian, A .2005. Les composés phénoliques des végétaux : un *Magazine*, 86:1 - 5.

37-Multon, J.L.1982.Conservation et stockages des grains et produits dérivés-céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique et documentation Lavoisier Paris Apria. Volume 1, 576 pages.

38- Ogendo J.O. et al., 2008. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *J. Stored Prod. Res.*, 44, pp : 328-334.

39-Osuji, F.N.C. (1982), Development of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*, in maize kernels as affected by site of larval entry. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 31: 391–394.

40-Parrveni, N. et Mondai, K. 1992 - «Behavioural response of *Tribolium eastaneum* Herbst to tunneric (*Curcuma Longa*) powder: Univ». *J Zool-Rashahi*. 10: pp 37-41. KHALFI -HABES O., BOUTEKEDJIRET C. ET SELLAMI S.,- Activité biologique de trois huiles essentielles extraites de plantes algériennes sur *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coléoptera : Bostrychidae). Département de zoo logie agricole et forestière, Institut National Agronomique El-Harrach – Algérie. 6p.

41-Peterson, D.M .2001. Oat antioxydants.*J.Cereal Sci* 33: 115, in Phenolic compound in cereal Phenolic-compound-extraction systems for fruit and Vegetable samples. *Molecules* (15): phénoliques des organes d'un arbre forestier. Amélioration génétique et physiologie

42-Philogan B.J.R., 1984 - Successeean and future rospects for host plants resistance in integrated control Systems In : Allen G, A Rada,éd..Proc of the Int Syrup : The role of biological control in the pest management. IOBUWHRS, 42- 61.

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

44-Reed, C. 1992. Development of storage techniques: A historical perspective. In *Storage of Cereal Grains and Their Products*. Chapter 4. Edited by D.B. Sauer. St Paul. Pp. 143-156.

45-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, pp : 19-39.

46-Richrad-Molard M., 1997. Microbiologique des céréales et des farine *In* « guide pratique d'analyse dans l'industrie des céréales » par Godon B. et Loisel W. (1997). *Edition Technique et Documentation Lavoisier*, Paris, pp 177-190.

Roony W L. (2007).Texas A&M University, CFW-52-3-0105.

47-Seck.D., 1990 - Reconnaissance et Approche de lutte intégrée contre les principaux insectes de denrées stockées au Sénégal. l'institut Sénégalais de recherches agricoles, Ministère du développement rural. Sénégal. 20 p.

48-Šramková Z., Gregová E. and Šturdíka E., 2009. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca*, vol. 2, pp 115 – 138.

49-Swaint T., 1979 - Tannins and lignins, pp.657-682. In (G.A. Rosenthal and university college station TX. PDF.

50-Vasquez C., Javier A., Casadei de Baptista G. , Gadanha J., Casimiro D. et Pimentel T., Luiz R., 2008. Effet du volume de pulvérisation sur l'humidité du maïs entreposé et Grains de blé. *International Journal.*, vol. 51, pp 453-456.

TABLE DES MATIERES

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Remerciements	
Dédicaces	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU BLE DUR ET LE POLYPHENOL	3
PARTIE1 : Présentation du blé dur	
1 Importance du blé dur dans le monde	4
2 Caractères botaniques de blé	4
2.1 Définition	4
2.2 La morphologie d'un grain de blé	4
2.2.1. Le système racinaire	4
2.2.2. La tige	4
2.2.3. Les feuilles	5
2.2.4. L'épi	5
2.2.5 Composition histologique du grain de blé	5
2.2.6 Les compositions chimiques du grain de blé	6
A Métabolismes primaires.....	6
B Métabolismes secondaires.....	8
PARTIE 2 : Présentation des composées phénoliques	8
1 Généralité.....	8
2 Classification	9
2-1 Les acides phénoliques	10
2-2 Les tanins.....	11
2-3 Les flavonoïdes.....	12
2-3-1 Les anthocyanes	13

2-3-2	Les chalcones et aurones.....	13
2-3-3	Les flavanones.....	13
2-3-4	Les flavones.....	13
2-3-5	Les flavonols.....	14
3	Voie de biosynthèse des composés phénoliques.....	15
3-1	voie de l'acide Shikimique.....	15
3-2	voie de phénylpropanoïdes.....	16
4	L'effet des composés phénoliques dans l'interaction plante hôte-insecte.....	17
4-1	Substances à effet répulsif.....	18
4-2	Substances antiappétant.....	19
4-3	Substances à effet toxique.....	19
 CHAPITRE II : PRESENTATION DE <i>RHYZOPERTHA DOMINICA</i> ET MOYENS DE		
LUTTE	21
1.	Introduction.....	21
2.	Classification.....	21
3.	Répartition géographique	21
4.	Description morphologique	22
4.1.	Les œufs	22
4.2.	Les larves.....	22
4.3.	Nymphe	23
4.4.	L'adulte.....	23
5.	Biologie et cycle de développement	24
6.	Dégâts de <i>R.dominica</i>	25
7.	Méthodes de lutte contre <i>R.dominica</i>	26
7.1.	La lutte chimique	26
7.2.	La lutte physique	26
7.3.	La lutte biologique	28
 CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODE		
1	Conditions expérimentales.....	30
1-1	Matériel biologique.....	30
1-1-1	L'espèce utilisée pour l'expérience.....	30
1-1-2	Matériel végétal.....	30

2	Méthode d'extraction.....	31
2-1	Préparation du polyphénol.....	31
3	Méthode de dosage du polyphénol.....	32
4	Evaluation de l'activité insecticide de polyphénol.....	32
4-2	Test d'efficacité par contact.....	32
4-2	Test d'efficacité par inhalation.....	33
4-4	Correction de la mortalité.....	34
4-5	Calcul des doses létales 50 et 90.....	34
4-5	Estimation des populations résiduelles.....	35
5	Traitement statistiques des résultats.....	36
	CHAPITRE VI : RESULTATS ET DISCUSSION.....	37
1	Propriétés organoleptiques de polyphénol.....	37
2	Evaluation du pouvoir insecticide de polyphénol d'épi de blé dur par deux modes d'application sur <i>R.dominica</i>	37
2-1	Test d'efficacité par contact	37
2-2	Test d'efficacité par inhalation.....	38
3	Les analyses de la variance.....	39
3-1	Analyse de la variance de l'efficacité de polyphénol d'épi de blé dur sur le taux de mortalité de <i>R.dominica</i>	39
3-2	la toxicité du polyphénol par contact	41
3-3	la toxicité du polyphénol par inhalation.....	42
4	Le calcul de la DL 50 et la DL90.....	42
4-1	Par contact.....	42
4-2	Par inhalation.....	43
	Discussion.....	44
	Conclusion générale.....	48
	Références bibliographiques	
	Sommaires	