

Mag 574.5-03/01

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ ABOUBEKR BELKAÏD - TLEMCEN
FACULTÉ DES SCIENCES-DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE

26/1

En vue de l'obtention du Diplôme de Magister

Option : Ecologie

Inscrit Sous le
Date le: 22.05
Code:

Thème :

Etude de la relation entre populations d'insectes et légumes secs
entreposés dans la région de Tlemcen et effet de quelques composés
phénoliques sur le développement des insectes : Application à la Bruche
du pois chiche (*Callosobruchus maculatus*, Coleoptera, Bruchidae)

PRÉSENTÉ PAR

Mr Mestari Mohamed

بنة كلية العلوم
فئة البيولوجيا

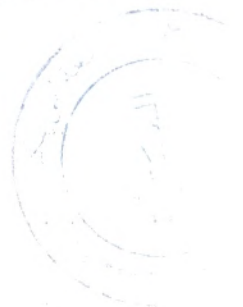
Soutenue le,

2001, devant le jury composé de :

Président :	Mr BOUAZZA	M.	Maître de conférences
Directeur de Thèse :	Mr KHELIL	M. A.	Professeur
Examineurs :	M ^{me} DOHMANDJI	B.	Professeur
	M ^{me} GAOUAR	N.	Maître de conférences
	M ^{me} DAMERDJI	A.	Chargée de cours

Année Universitaire

2000 - 2001



Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ ABOUBEKR BELKAID - TLEMCEM
FACULTÉ DES SCIENCES-DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE

En vue de l'obtention du Diplôme de Magister

Option : Ecologie

Thème :

Etude de la relation entre populations d'insectes et légumes secs entreposés dans la région de Tlemcen et effet de quelques composés phénoliques sur le développement des insectes : Application à la Bruche du pois chiche (*Callosobruchus maculatus*, Coleoptera, Bruchidae)

PRÉSENTÉ PAR

Mr Mestari Mohamed

Soutenue le,

2001, devant le jury composé de :

Président :	Mr BOUAZZA	M.,	Maître de conférences
Directeur de Thèse :	Mr KHELIL	M. A.,	Professeur
Examineurs :	M ^{me} DOUMANDJI	B.,	Professeur
	M ^{me} GAOUAR	N.,	Maître de conférences
	M ^{me} DAMERDJI	A.,	Chargée de cours

Année Universitaire

2000 - 2001

مكتبة كلية العلوم
علمه البيولوجيا



Mohamed

Dédicace

Je dédie cette thèse

*À ma mère, l'être le plus cher au monde, toujours
soucieuses de ma réussite, que Dieu me la garde*

*À mon père à qui je dois le grand amour et
le profond respect*

*À mon épouse et mon fils Houdeïfa Bahâa Edline,
que Dieu me les garde*

À mes frères

À mes sœurs

À mes cousins et cousines

À mes amis (es)

À tous ceux qui m'ont aidé au cours de mon travail.

- ملخص -

إن فوائد الخضر الجافة كمواد مغذية عديدة. الضياع على مستوى هذه الأراد أثناء التخزين يأتي على كميات معتبرة السبب في ذلك يتمثل في سوء التخزين وبالأخص في الحشرات التي تهاجم المخزون. من أهم هذه الحشرات نجد السوسيات التي تمثل أكبر خطورة على هذا المستوى. من الأبنل الزيادة في كمية ونوعية هذه المواد في خدمة الإنسان بحب أن تتخذ إجراءات وقائية ضد هذه الحشرات في أقرب الآجال الممكنة. لهذا الطدرف كان موضوع بحثنا يدور حول العلاقة بين سوسة الحمص ونبات هذه الأخيرة مع استعمال بعض المركبات الفينولية للتأثير على بعض مراحل نمو هذه الحشرة.

الكلمات المفتاحية : - خضر جافة

- سوس الحمص (*Callosobruchus maculatus*)

- مركبات فينولية

- تخزين.

RESUME

L'intérêt des légumes secs, en tant qu'aliments, est important. La perte d'importantes quantités pendant le stockage est due en partie aux mauvaises conditions de stockage et surtout aux attaques d'insectes dont les plus polyphages sont les bruches. Pour accroître quantitativement et qualitativement ces produits au service de l'individu, des mesures de lutte doivent être entreprises dès que possible. C'est dans ce but que ce travail s'articule autour de la relation entre la bruche du pois chiche et sa plante hôte avec l'emploi de phénols en tant que modérateur sur quelques états et stades de développement de cet insecte .

Mots clé :

- Légumes secs
- *Callosobruchus maculatus*
- Phénols
- Stockage

SUMMARY

The interest of the dried vegetables, as a food, is important. The loss of important quantities of them while being stored is partly due to bad storing conditions and chiefly to raids of insects, among which the bruchids are the most polyphagous. For both an increase in quantity and an improvement in quality of the dried vegetables (so as to be of a greater benefit to consumers), some efficient anti-insect measures should be done as quickly as possible. It is for this aim that we have undertaken our research, based on the relations between the bruchid of chick-pea and his host plant, and on the effects of some phenolic compound as a moderator on the development of this insect.

Key words :

- Dried vegetables
- *Callosobruchus maculatus*
- Phenols
- Storage.

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

Chapitre I

La plante hôte : le pois chiche *Cicer arietinum*

1- Position systématique.....	4
2- Biologie du pois chiche.....	4
3- Principales variétés de pois chiche cultivées en Algérie.....	5
4- Ecologie du pois chiche.....	6
4.1- Place du pois chiche dans la rotation.....	6
5- Valeur alimentaire.....	7

Chapitre II

Caractéristique générales des *Bruchidae*

1- Généralités.....	9
2- La bruche du haricot : <i>Acanthoscelides obtectus</i> Say.....	10
2.1- Aire de répartition.....	11
2.2- Cycle biologique.....	11
3- La bruche du pois chiche (<i>Callosobruchus maculatus</i>).....	13
3.1- Description de l'espèce.....	13
3.2- Aire de répartition.....	13
3.3- Cycle biologique.....	13
3.4- Pertes et dégâts.....	14
3.4.1- Pertes qualitatives.....	14
3.4.2- Pertes quantitatives.....	15

Chapitre III

Les méthodes de stockage et moyens de lutte

1- Les méthodes de stockage.....	16
1.1- Le stockage traditionnel.....	16
1.2- Le stockage en vrac.....	16
1.3- Le stockage en sac.....	17
1.4- Le stockage en silos.....	17
2- Protection et moyens de lutte.....	17
2.1- Mesures préventives.....	17
2.1.1- Nettoyage des locaux et du matériel.....	18
2.1.2- Désinfection des locaux.....	18
2.2- La lutte contre les <i>Bruchidae</i> dans les cultures.....	19
2.3- Lutte contre les <i>Bruchidae</i> dans les stocks.....	20
2.4- Utilisation de variétés résistantes aux insectes.....	20
2.5- La lutte biologique.....	21
2.6- la lutte chimique.....	22
2.6.1- Les méthodes de lutte pour les grains en vrac.....	22
2.6.2- Les méthodes de lutte pour les grains en sac.....	22
2.6.3- Les méthodes de lutte pour les grains en silos.....	22
2.7- La lutte physique.....	23

Chapitre IV

Matériels et méthodes d'étude

1- Les conditions d'élevage.....	24
2- Présentation de l'aliment testé.....	24
3- Etude de la fécondité et de la fertilité.....	25
3.1- La fécondité.....	25
3.2- La fertilité.....	25

4 - Estimation des émergences correspondant au nombre de sortie imaginale.....	26
5 - Estimation de la longévité des adultes	26
5.1- Les mâles et femelles séparés et en présence d'aliment	26
5.2- Couple en présence d'aliment	27
5.3- Couple en absence d'aliment.....	27
6- Préférendum de ponte entre le pois chiche et le haricot.....	27
7- Effet de quelques composés phénoliques sur quelque état et stade de développement de la bruche du pois chiche.....	28
7.1- Justification du choix des composés phénoliques testés.....	28
7.2- Présentation des composés phénoliques testés :.....	29
7.2.1- L'acide caféique :.....	29
7.2.2- L'acide cinnamique.....	29
7.2.3- L'acide vanillique	29
7.2.4- L'acide gallique	30
7.2.5- Les tanins	30
7.3- Mode d'application de ces composés	30
7.4- Effet des composés phénoliques sur l'éclosion des œufs	30
7.5- Effet des composés phénoliques sur les larves de premier stade	31
7.6- Effet des composés phénoliques sur le pouvoir germinatif :.....	32
8- Méthodologie statistique.....	32

Chapitre V

Résultats et Discussion

1- La fécondité.....	33
2 - La fertilité.....	35
3- Estimation du taux d'émergence de <i>Callosobruchus maculatus</i>	38
4- Estimation de la longévité des adultes.....	40

Avant propos

C'est dans le département de Biologie de la Faculté des Sciences de Tlemcen, que ce travail a été effectué sous la direction de Monsieur KHELIL M.A., Professeur. Qu'il veuille trouver ici mes respectueux remerciements pour la bienveillance avec laquelle il a dirigé mes recherches avec beaucoup de dévouement et qui m'a toujours aidé et encouragé.

Je tiens à exprimer ma profonde et respectueuse reconnaissance à Monsieur BOUAZA M., Maître de conférences, pour l'honneur qu'il me fait de présider le jury de cette thèse.

Qu'il me soit permis de remercier Madame DOUMANDJI B., Professeur à l'Institut National Agronomique d'El Harrach, qui m'a fait l'honneur de bien vouloir accepter d'examiner ce travail.

À Madame GAOUAR N., Maître de conférences, vous m'avez honoré en acceptant d'être membre de ce jury. Veuillez trouver ici mes sincères remerciements.

À mademoiselle DAMERDJI A., Maître assistant chargé de cours, qu'elle veuille bien trouver ici mes respectueux remerciements, pour l'honneur qu'elle me fait de faire partie du jury.

Sans oublier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de cette étude.

Introduction générale

مكتبة كلية العلوم
ملحقة البيولوجيا

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les légumes secs représentent une importante portion de l'alimentation humaine. Leur contribution à l'alimentation animale peut être importante et leur principal intérêt en tant qu'aliment est dû à leur forte teneur en protéines et à la présence de plus de vingt acides aminés (STANTON, 1970)

Outre leur valeur alimentaire, certaines légumineuses représentent une source naturelle de certains produits actifs utilisés en thérapeutique et en industrie pharmaceutique (SÉNOUCI, 1998), elles constituent un réservoir naturel de vitamines, d'oligo-éléments et de sels minéraux indispensables à l'organisme.

Cependant d'immenses quantités de légumineuses sèches sont perdues chaque année en raison des mauvaises conditions de stockage, d'où réduction de la quantité de nourriture et de sa valeur nutritionnelle.

Le remède à une telle situation serait une bonne protection des récoltes qui permettront d'accroître quantitativement et qualitativement tous les produits au service de l'individu. Cette régression importante des légumineuses est due à de nombreux facteurs où figurent les insectes. Le thigmotropisme, le chimiotropisme, l'hygroscopisme, et le phototropisme influent sur le cheminement de l'insecte vers la denrée.

La stratégie à adopter dans le cadre de la protection pour lutter contre les insectes déprédateurs doit être basée sur la prise en considération de l'aspect socio-économique.

En effet plusieurs moyens sont utilisés comme la fumigation qui se révèle très toxique, mais des précautions sont à prendre quant à son utilisation pour éviter des intoxications et des risques d'incendie.

La lutte biologique serait souhaitable mais doit s'appuyer sur des bases solides dans le domaine de la génétique des populations (BILIOTTI, 1971).

LEPIGRE (1961) recommande aussi la lutte physique.

L'étude des radiations a fait l'objet de recherches et a donné des résultats prometteurs (DOUMANDJI, 1972). La chaleur peut provoquer par simple surchauffage le séchage du grain et la destruction d'une grande quantité d'insectes (KHELIL, 1994), mais une application étendue ne se fait pas facilement. La ventilation, couramment utilisée retarde la pullulation tout en faisant attention aux risques possibles de chute du pouvoir germinatif.

BENKEDDACHE (1999) utilise les phénols contre la pyrale de la farine où la destruction du ravageur est significative sans nuire à la qualité du substrat. L'emploi des phénols ne peut être qu'à un stade embryonnaire en Algérie vu l'absence de cadre spécialisé et de matériel de recherche.

C'est dans ce but que nous avons entrepris nos recherches sur l'étude de la relation entre population d'insectes et légumes secs entreposés dans la région de TLEMCEM et effet des phénols sur le développement de l'insecte avec une application sur la bruche du pois chiche, *Callosobruchus maculatus*.

Les premier et deuxième chapitre sont une synthèse bibliographique de la plante hôte avec ses différentes caractéristiques biologiques et sur le ravageur présenté par ses

CHAPITRE I

La plante hôte : le pois chiche *Cicer arietinum*

1- Position systématique

- ❖ Embranchement : Spermaphytes
- ❖ Sous embranchement : Angiospermes
- ❖ Classe : Dicotylédones
- ❖ Sous classes : Papilionacés
- ❖ Ordre : Légumineuse
- ❖ Genre : *Cicer*
- ❖ Espèce : *arietinum*

2- Biologie du pois chiche

C'est une plante herbacée annuelle et autogame. La tige anguleuse et velue, de 30 à 80 cm de hauteur varie selon les variétés (BRAUN et al., 1988 in BOUCHENAK, 1997). Le port est généralement dressé, le système racinaire présente un pivot très développé, allant jusqu'à un mètre de profondeur. La plupart des racines latérales se trouvent dans les soixante premiers centimètres du sol (AYAD, 1986 in BOUCHENAK, 1997). L'inflorescence est en grappe, les fleurs sont irrégulières, elles possèdent dix étamines et un seul carpelle.

C'est une plante de climat chaud qui a besoin pour se développer d'une température maximale de 35°C et d'une température minimale de 10°C. (ANONYME, 1986).

Pour les variétés de pois chiches cultivées en Algérie, il y a celles qui sont cultivées depuis plusieurs années, telle que la variété Aïn-Temouchent obtenue en 1948, Rabat 9 et Sebdou. Les autres

variétés ILC 482, ILC 3279 et NEC 105 sont récemment introduites de Syrie et elles sont en voie de lancement.

3- Principales variétés de pois chiche cultivées en Algérie

Nous donnons dans le tableau 1 et 2 les principales variétés de pois chiche existant en Algérie.

<i>Variétés</i>	<i>Origine</i>	<i>Aptitudes</i>	<i>Valeur culinaire</i>
Aïn Temouchent	Obtenue à Aïn Temouchent en 1948	<ul style="list-style-type: none"> - Port : étalé - Précocité : demi-précoce - Vigueur : bonne - Nombre de graine par gousse 1 à 2 	Bonne
Rabat 9	Introduite du Maroc et sélectionnée en Algérie	<ul style="list-style-type: none"> - Port : étalé - Précocité : demi-tardive - Vigueur : bonne - Nombre de graine par gousse 1 à 2 	Bonne
Sebdou	Locale	<ul style="list-style-type: none"> - Port : étalé - Précocité : demi-tardive - Vigueur : bonne - Nombre de graine par gousse 1 à 2 	bonne

Tableau n°1 : Variétés de pois chiche cultivées en Algérie (ITGC 1992)

<i>Variétés</i>	<i>Origine</i>	<i>Aptitudes</i>	<i>Valeur culinaire</i>
H.C	Turquie : introduite de Syrie	- Port : érigé - Précocité : précoce - Vigueur : bonne - Nombre de graine par gousse 1 à 2	Assez Bonne
H.C 3279	Russie : Introduite de Syrie	- Port : étalé - Précocité : tardive - Vigueur : moyenne - Nombre de graine par gousse 1 à 2	Assez Bonne
NEC 105	Introduite de Syrie	- Port : étalé - Précocité : assez précoce - Vigueur : moyenne - Nombre de graine par gousse 1 à 2	Bonne

Tableau n°2 : variétés de pois chiche en voie de lancement

4- Ecologie du pois chiche

Les sols à blé dur conviennent au pois chiche car ils conservent longtemps leur fraîcheur. Les sols trop calcaires donnent des graines qui cuisent mal. Le pois chiche exige un sol meuble mais non creux, (MULTON, 1982).

La tranche pluviométrique qui lui convient est située entre 400 et 600mm/an il ne tolère pas le froid et préfère la chaleur.

4.1- Place du pois chiche dans la rotation

En zones de fortes potentialités de pluviométrie supérieure à 500mm/an, il est recommandé de pratiquer les rotations suivantes (MULTON, 1982) :

- ❖ Première année : Pois chiche
- ❖ deuxième année : Blé
- ❖ troisième année : Fourrage
- ❖ Quatrième année : Blé

En zones de moyennes à faibles potentialités de pluviométrie inférieure à 500 mm/an.

- ❖ Première année : Pois chiche
- ❖ deuxième année : Blé
- ❖ troisième année : Jachère
- ❖ Quatrième année : Blé

Pour les zones de culture de pois chiche en Algérie, elles sont mentionnées dans le figure 1.

5- Valeur alimentaire

Les graines de légumineuses, dont la consommation est actuellement très réduite en Europe, jouent un rôle important dans l'alimentation en Afrique, Amérique latine et Asie, (SMARTT 1976).

La consommation moyenne des graines dans ces continents est estimé à 50g/habitant. Le principal intérêt des légumineuses en tant qu'aliment est surtout dû à leur forte teneur en protéines : 20 à 25% dans la plupart des graines soit 2 à 3 fois plus que la majorité des céréales (LABEYRIE, 1981).

Selon SOUTHGATE (1978) les graines de légumineuses contiennent les 24 acides aminés indispensables à l'alimentation. Elles correspondent dans la plupart des cas aux besoins humains. Elles sont notamment riche en lysine mais pauvre en acides aminés soufrés (méthionine - cystéine).

D'après HUIGNARD (1984) les légumineuses représentent la source de protéines la moins onéreuse au Nigeria, leur coût est dix fois moins élevé que celui des protéines d'origine animale. Les légumineuses

sont en effet les seules plantes à assurer leur propre approvisionnement en azote grâce à l'activité des bactéries symbiotiques des rhizobiums. En plus de leur richesse en protéines, les graines de légumineuses contiennent des vitamines (SAHNOUN, 1990).

Analyse comparée de la teneur en protéines, lipides et glucides des graines de quelques légumineuses et celles de céréales d'après STANTON, 1970.

Pour justifier la richesse du pois chiche en matière nutritive, AYKROYD et DOUGHTY en 1982 ont fait une comparaison de la composition biochimique de cette légumineuse avec celles de l'œuf et du blé, les résultats sont mentionnés dans le tableau 3.

<i>Détermination</i>	<i>Pois chiche Grain entier</i>	<i>Œuf de poule</i>	<i>Blé Grain entier</i>
Calorie	358	163	393
Eau %	11	74	12
Protides g	20,1	12,4	10,5
Lipides g	4,5	11,7	1,9
Glucides g	61,5	0,9	74
Cellulose	4,9	-	-
Cendres	2,9	-	-
Calcium mg	14,9	-	3,5
Phosphore mg	350	-	-
Vitamine A.V.I	300	-	-
Thiamine g	0,40	0,10	0,38
Riboflavine mg	0,18	0,30	0,08
Niacine mg	1,6	0,1	-
Vitamine C mg	5	-	-
Fer mg	7,2	2,5	3,9

Tableau 3 : Composition biochimique du pois chiche en comparaison avec celle de l'œuf et blé, pour 100g de production (d'après AYKROYD et DOUGHTY, 1982)

Chapitre II

Caractéristiques générales
des *bruchidae*

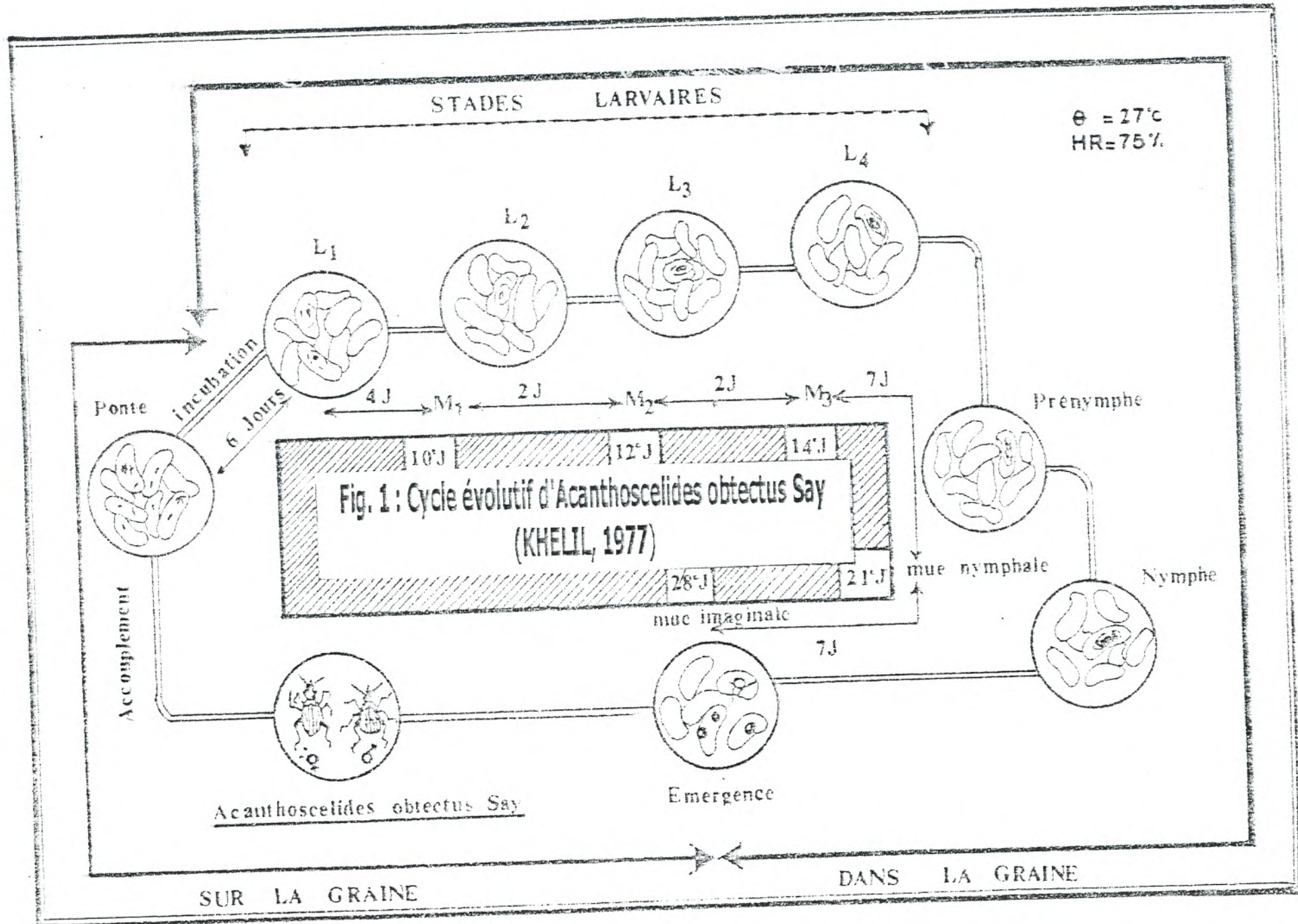
précocement mais elles ne contaminent jamais les graines sèches (BENSABRI et BOUTRIF, 1991). Ce sont des espèces considérées uniquement comme des ravageurs de cultures : la bruche du pois *Bruchus pisorum*, la bruche des fèves *Bruchus fumanis*, la bruche de la lentille, *Bruchus lentiscus*, la bruche du trèfle *Bruchudius trifolii* etc...

- ❖ La bruche des arachides a une particularité dans le cycle de développement qui forme un type différent. Après avoir pénétré dans la gousse, la larve dévore plusieurs graines en passant de l'une à l'autre. En fin de développement, elle confectionne un cocon pour la nymphe. Après la récolte, leur évolution peut se poursuivre dans les stocks si les conditions climatiques sont favorables (YU et BYERS, 1993).
- ❖ Dans le troisième groupe on trouve les espèces qui nous intéressent le plus, celles qui se développent sur des graines mûres ou des graines sèches emmagasinées. Les larves peuvent évoluer dans les graines en formation mais sont assez bien armées pour attaquer les graines dures pendant la conservation. Elles n'ont pas de diapause hivernale et leur évolution peut se poursuivre indéfiniment dans les stocks si les conditions climatiques et le milieu alimentaire sont favorables (YOSHIDA, 1990).

Ce sont des espèces considérées comme nuisibles aux graines conservées et dont les plus répandues sont :

2- La bruche du haricot : *Acanthoscelides obtectus* Say

Espèce cosmopolite inféodée au genre végétal *Phaseolus*. La bruche du haricot est d'une grande nuisibilité dans toutes les zones climatiques où les conditions lui permettent de survivre en culture (HOFFMAN et al., 1962). L'adulte mesure 2,5 à 3mm de long, le corps de couleur brun ferrugineux est couvert de soies brillantes couchées vers



3- La bruche du pois chiche (*Callosobruchus maculatus*)

3.1- Description de l'espèce

C'est une espèce à affinité climatique tropicale et subtropicale qui mesure 2,8 à 3,5mm au stade adulte avec une coloration rougeâtre . Les antennes sont noires avec les premiers articles roux (MULTON, 1982). Le pygidium dépasse les élytres, la tête noire. Le dessin elytral qui lui donne son nom est variable mais présente en général quatre tâches foncées bordées de poils plus clairs (UTIDA, 1972)

(JARRY, 1984) parle de l'existence de deux phases chez cette espèce, l'une d'elle est mieux adaptée au vol que l'autre qui ne possède pas toujours des ailes bien formées.

Les tibias postérieurs sont très robustes. Le cycle de développement de *Callosobruchus maculatus* se rapproche beaucoup de celui de la bruche du haricot (*Acanthocelides obtectus*)

3.2- Aire de répartition

C'est en Afrique du Nord et Amérique centrale que les dégâts sont les plus importants sur le pois chiche et le niébé. Cette espèce qui est certainement la plus polyphage des bruches s'est acclimatée dans le sud de la France (MULTON, 1982).

Elle est abondante aussi dans le pourtour du bassin méditerranéen. Elle se développe dans les graines de quatorze espèces de légumineuses (DELOBEL et TRAN, 1993) mais les dégâts les plus importants sont observés sur *Vigna unguiculata* dans les stocks et les champs.

3.3- Cycle biologique

Son cycle biologique se rapproche beaucoup de celui de la bruche du haricot, toutefois on note quelques différences ; l'adulte peut vivre 40 à 50 jours sans s'alimenter, la ponte est extrêmement rapide après accouplement, les mâles ont une durée de vie courte que celle des femelles, les œufs sont semiovoïdes, le nombre d'œufs pondus par

femelle est en moyenne de 50 à 100 (LEPESME, 1944). L'œuf éclos au bout de trois à quatre jours à 27°C, la larve pénètre généralement au point d'adhérence de l'œuf, la diapause est absente dans les conditions de stockage (UTIDA, 1972), par contre elle est élevée à l'extérieur des lieux d'entrepôt, seul le premier stade larvaire a lieu à l'extérieur de la graine, les autres stades se font à l'intérieur de la graine. La durée moyenne de développement est de 30 jours à 27°C et 75% d'humidité relative.

3.4- Pertes et dégâts

3.4.1- Pertes qualitatives

Les larves de *Bruchidae* creusent des galeries dans les cotylédons utilisant les réserves contenues à ce niveau et rejettent leurs excréments riches en acide urique dans ces galeries (HABIBI, 1998). La nymphose se déroule généralement à l'intérieur des graines dans une logette également tapissée d'acide urique (LABEYRIE, 1962). L'adulte émerge en découpant le tégument de la graine au niveau des réserves contenues dans les graines. Les larves modifient donc la qualité des graines, l'accumulation d'acide urique et la présence de fragments de chitine les rendent inconsommables par l'homme (VENKATRAOS et al., 1960). Le métabolisme des larves à l'intérieur des graines peut également modifier la nature chimique des réserves contenues dans les cotylédons. Les orifices de pénétration des larves dans les gousses et dans les graines facilitent d'autre part la pénétration de champignons tels que *Aspergillus flavus* générateur d'aflatoxine. BOCKELEEE et GILLIE, (1979) constatent que les lots de graines d'arachide attaqués par les larves de *Bruchidae* contiennent neuf fois plus d'aflatoxine que les graines saines, les larves possèdent d'autre part un équipement enzymatique leur permettant de détruire ces composés secondaires tel que les acides aminés non protéiques présents dans les graines (ROSENTHAL, 1982).

3.4.2- Pertes quantitatives

Il existe de nombreuses espèces de *Bruchidae* se développant au dépend des graines de légumineuses sauvages ou cultivées. Les larves issues des œufs, pénètrent à l'intérieur des graines, c'est la larve qui représente le stade ravageur puisque tout le développement post-embryonnaire a lieu à l'intérieur de la graine. La perte quantitative s'explique par une perte pondérale due à une consommation directe des réserves contenues dans les graines. Chaque logette nymphale correspond à une perte de poids de la graine et par conséquent une perte dans toute la quantité de pois chiche attaqué par les *Bruchidae* et en particulier par *Callosobruchus maculatus* qui est la plus polyphage des bruches. Une telle perte s'explique par une fécondité élevée (UTIDA, 1972), ainsi qu'une absence de diapause reproductrice. Selon (CASWELL, 1961) de très faibles populations de *Callosobruchus maculatus* (1% de graines attaquées) peuvent provoquer après quelques mois de stockage 80 et même 100% de perte. En 1976, 44,4% des pois chiches stockés sont attaqués par *Callosobruchus maculatus*.

Chapitre III

**Les méthodes de stockage
et moyens de lutte**

CHAPITRE III

Les méthodes de stockage et moyens de lutte

1- les méthodes de stockage

1.1- Le stockage traditionnel

Dans ce type de stockage, les graines sont conservées dans des greniers et des cases d'habitation mal entretenus où se trouvent les restes des récoltes précédentes fortement contaminées par les insectes (GUIGNARD, 1985). Ces lieux de stockage représentent de véritables réservoirs et permettent le maintien des populations ravageurs tout au long de l'année. Sur les hauts plateaux, le paysan algérien conservait le produit de ses champs dans des enceintes creusées dans un sol argileux généralement à un endroit surélevé, qu'on appelle « el Matmora » (DOUMANDJI, 1982). L'inconvénient majeur de cette méthode de stockage est la trop forte humidité et les eaux d'infiltration qui favorisent le développement des moisissures et les phénomènes de fermentation bactérienne.

1.2- Le stockage en vrac

Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre sous des hangars ouverts à charpente métallique, malheureusement les contaminations sont possibles d'autant plus que dans ce type de construction, il demeure toujours des espèces entre les murs et les toits et le libre passage des insectes est permis (DOUMANDJI, 1977). Par ailleurs l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours possible

dans ce type de stockage, la hauteur du tas ne doit pas être assez grande pour pouvoir traiter le produit stocké par fumigation.

1.3- Le stockage en sac

Les grains sont conservés dans des sacs en toile de jute qui a la particularité de laisser passer à travers les fumigants et les pesticides très volatils (DOUMANDJI, 1982). Les sacs sont ensuite entreposés dans divers locaux, magasins ou hangars. La hauteur des tas ne doit pas dépasser les trois mètres afin que la fumigation peut être envisagée.

1.4- Le stockage en silos

Ce sont des enceintes cylindriques en métal ou en maçonnerie couverte sur les parois internes d'une couche d'aluminium pour éviter les phénomènes de condensation. D'après DOUMANDJI (1977), la conservation des grains se fait le mieux dans les silos à conditions de respecter certaines règles qui dépendent partiellement de l'origine de ces denrées agricoles. La conservation en silos étanches à l'air entraîne la destruction des insectes par asphyxie (DOUMANDJI, 1981).

2- Protection et moyens de lutte

Il existe de nombreux moyens de lutte contre les insectes des grains stockés. Pour rendre cette lutte plus facile et surtout plus efficace, il faut s'assurer que les produits récoltés sont aptes à être stockés.

Le grain doit être physiologiquement mur. Il faut choisir les bonnes conditions climatiques pour la récolte afin d'éviter une forte humidité de grains sains et secs permet d'éviter de nombreux inconvénients tout au long de la conservation.

2.1- Mesures préventives

Plusieurs opérations doivent être effectuées avant le stockage pour éviter l'infestation.

2.1.1- Nettoyage des locaux et du matériel

Avant de stocker, les locaux et le matériel destinés à l'emmagasinage doivent être vérifiés pour éviter toutes crevasses et fissures et rassembler les résidus après un brossage des murs et plafond et un balayage du sol.

2.1.2- Désinfection des locaux

Les moyens diffèrent suivant les modes de stockage :

a- Locaux et cellules ouvertes:

La désinfection se fait par pulvérisation au badigeonnage des murs et du sol avec des insecticides homologués tels que le DDT, Lindane, Malathion, Methoxyclore de préférence en formulation huileuse pour le DDT et le méthoxyclore (MILLS, 1990).

b- Cellules étanches ou fermées

Il faut procéder par pulvérisation et badigeonnage. Dans le cas où la pulvérisation est impossible on réalise une fumigation à aérosol d'un insecticide et ceci est réalisable quand la cellule est imperméable pour empêcher la diffusion du gaz souvent très dangereux à l'extérieur de la cellule.

c- Désinfection des sacs vides

Il se fait par trempage suivi d'un séchage à l'air libre ou par pulvérisation avec une solution insecticide de DDT, lindane ou malathion.

d- Désinfection des moyens de transport

Il faut s'assurer de la propreté du matériel utilisé pour le transport du produit destiné à être stocké. Les moyens de transport de grande capacité tels que les cales de bateaux et wagons devront être désinfectés. Les mesures préventives ne peuvent évidemment pas empêcher la multiplication des ravageurs lorsque ceux-ci sont ramenés avec le produit. Dans ce cas la lutte après stockage s'impose.

C'est surtout au niveau du champ ou au niveau de petits centres de stockage que le problème se pose de façon cruciale dans de nombreux pays d'Amérique latine, d'Afrique ou d'Asie (HUIGNARD, 1985).

Les récoltes de légumineuses contaminées dès le champ sont conservées sans précautions particulières en vrac dans des greniers traditionnels ou dans des sacs de jute à l'intérieur même des habitations. S'il est possible de contrôler les populations d'insectes dans les silos à l'aide de techniques de stockage appropriées et grâce à l'utilisation systématique d'insecticides, le problème à résoudre est beaucoup plus complexe au niveau du champ au cas où la lutte contre les *Bruchidae* peut être envisagée avant ou après la récolte (BIEMONT, 1983).

2.2- La lutte contre les *Bruchidae* dans les cultures

Pour la lutte contre les *Bruchidae* dans les champs, l'utilisation des plantes réservoir peut certainement limiter les pertes à ce niveau. PIMBERT (1983) constate dans certaines régions du Costa Rica que les cultures de haricot sont réalisées dans des champs bordés de variétés sauvages lianescentes de *Phaseolus vulgaris* et *Phaseolus lunatus*. Or, ces lianes permettent le maintien des populations de bruche *Zabrotes subfasciatus* qui attaquent ensuite les cultures (MONGÉ et HUIGNARD, 1991).

LABEYRIE (1954) pense que les associations culturales entre une céréale et une légumineuse telles qu'elles sont pratiquées en Amérique du sud et en Afrique peuvent limiter la contamination des gousses de légumineuses par les *Bruchidae*. Des études réalisées dans le sud ouest de la France montrent que les pertes dues à *Acanthocelides obtectus* sont beaucoup moins importantes lorsque le haricot est associé au maïs (HUIGNARD, 1985). Le maïs forme en effet au dessus du haricot rampant une canope assez dense rendant très difficile la découverte de la plante hôte par les bruches.

2.3- Lutte contre les *Bruchidae* dans les stocks

Les paysans américains ou africains depuis longtemps confrontés au problème des pertes après récolte ont souvent mis au point des méthodes simples et peu coûteuses leur permettant de lutter contre les *Bruchidae*, (HUIGNARD, 1984).

La conservation des récoltes dans la cendre de bois limite le développement des populations de bruches en empêchant l'adhésion de l'œuf à la graine (OUFROUK et AGGAD, 1996). Il semble également que l'introduction d'huile dans les stocks a le même effet et représente une méthode de protection très efficace, (SCHOOONHOVEN, 1978).

L'utilisation de végétaux dont les feuilles ou les racines contiennent des substances limitées. Il y a dans ce domaine de nombreuses études à entreprendre et certains résultats ont déjà été obtenus. Ainsi les feuilles de neem (*Azadirachta indica*) arbuste très commun en Asie et en Afrique contient de l'azadirachtine ayant des propriétés antiappétantes et une action inhibitrice sur la croissance et la reproduction des *Bruchidae* (REMBOLD, 1984).

Des méthodes de lutte physique ont souvent été proposées :

- ❖ conservation au froid
- ❖ conservation à température élevée
- ❖ irradiation aux rayons gamma

Très peu de ces méthodes sont applicables dans les pays en voie de développement, au niveau du champ et même dans les centres plus importants, en raison des contraintes technologiques qu'elles imposent (WIGHTMAN, 1978).

2.4- Utilisation de variétés résistantes aux insectes

Compte tenu de la difficulté de trouver des méthodes de protection efficace contre les insectes, certains organismes de recherche comme celui d'Ibadan au Nigeria ont tenté de sélectionner des variétés

résistantes (PIMBERT, 1983). Celles-ci doivent être plus riches en inhibiteurs de protéases que les graines normales (DOBIE, 1981). Dans ces conditions la plupart des larves de *Bruchidae* ne peuvent plus détoxifier une telle quantité d'inhibiteurs. Mais l'utilisation répétée des variétés résistantes risque cependant à court terme de favoriser la sélection de populations de bruches capables de se développer en présence d'un taux élevé d'inhibiteurs de protéases (OUEDRAOGO et al., 1998).

Pour éviter un tel phénomène, il serait souhaitable d'élaborer une résistance chimique à partir de plusieurs substances antimétaboliques vis à vis des insectes, mais jusqu'à présent il n'a pas encore été possible de le faire (BELL, 1980)

2.5- La lutte biologique

Callosobruchus maculatus cause des dégâts importants au niveau des lieux de stockage. La succession des générations est très rapide chez cette espèce (OUEDRAOGO et al., 1996).

Comme le coût des pesticides reste élevé et présente un certain nombre d'inconvénients, il est préférable d'appliquer une lutte ou un contrôle biologique pour les *Bruchidae* (VAN HUIS, 1991)

Dans l'ouest d'Afrique trois espèces de parasitoïdes sont présents dans les champs et par conséquent dans les lieux de stockage. Il s'agit de :

- ❖ *Vecana Lariophage* (STEFFAN) : c'est un ectoparasite qui attaque les œufs des *Bruchidae*.
- ❖ *Dinarmus basalis* (RONDANI) et *Eupelmus vuilleté* (CRAWFORD) se développent sur les larves de *Bruchidae* (MONGE et HUIGNARD, 1991, MONGE et al., 1994).
- ❖ Les *Trichogrammatidae* du genre *Vecana oeuophages* peuvent provoquer une régression notable des populations de bruches (CORTESE et al., 1995). En 1982, 20 à 30% des œufs de

Bruchus arrotineatus déposé sur les gousses dans les cultures étaient parasités, (HUIGNARD, 1985).

2.6- la lutte chimique

Les techniques employées dans ce type de lutte font appel au gaz d'où la nécessité d'une réglementation d'emploi très stricte, elles doivent être appliquées en chambre de désinfectisation et sont à déconseiller au niveau de l'exploitation si les conditions minimales de sécurité ne sont pas respectées.

2.6.1- Les méthodes de lutte pour les grains en vrac

Condition que la hauteur du tas ne dépasse pas six mètres, la fumigation sans bâche avec le mélange de tétrachlorure de carbone et de déchlorure d'éthylène peut être utilisées (ANONYME, 1976).

2.6.2- Les méthodes de lutte pour les grains en sac

La hauteur maximale du tas ne doit pas dépasser les trois mètres, la fumigation en place sous bâche avec un mélange de tétrachlorure de carbone et de déchlorure d'éthylène peut être envisagée.

2.6.3- Les méthodes de lutte pour les grains en silos

La conservation en silo étanche à l'air entraîne la destruction des insectes par asphyxie.

La fumigation au grain est applicable aux cellules imperméables aux gaz et dont les orifices supérieurs et inférieurs peuvent être obturés hermétiquement. Ces traitements par fumigation nécessitent la mise en œuvre des gaz toxiques pour l'homme et les animaux et exigent l'intervention d'équipes spécialisée ainsi que des silos ou locaux spécialement aménagés pour cet usage. Les produits utilisés sont le mélange de tétrachlorure de carbone et de déchlorure d'éthylène, le phosphore d'hydrogène dégagé par hydrolyse du phosphore d'aluminium et surtout le bromure de méthylène.

2.7- La lutte physique

Selon (JARRY, 1984) la température est l'une des variables qui influe sur la biologie des insectes et contrôle la période de reproduction dans les lieux de stockage. Elle agit aussi sur la mortalité à tous les stades d'évolution, sur le comportement et la fécondité. Selon le même auteur, les températures élevées supérieures à 30°C inhibent l'activité des adultes d'*Acanthocelides obtectus* (HUIGNARD et BIEMONT, 1974).

Selon KHELIL (1977) un traitement de trois jours à 45°C détruit toutes les formes larvaires d'*Acanthocelides obtectus* quelque soit son stade de développement. Selon le même auteur deux jours à 40°C empêchent toute éclosion possible des œufs d'âge très jeunes. Pour les œufs âgés (96 à 120 heures) la sensibilité à 40°C ne se manifeste qu'à partir du troisième jour, où tous les œufs sont tués. Il existe une résistance plus élevée à cette température chez la nymphe pour une durée de 48 heures, mais un séjour plus prolongé des nymphes ne permet aucune émergence.

Si la chaleur est appliquée comme moyen de lutte contre les *Bruchidae*, la durée du traitement ne doit pas être inférieure à trois jours car le développement peut s'accomplir surtout pour les stades avancés (KHELIL, 1977).

Chapitre IV

Matériels et méthodes d'étude

CHAPITRE IV

Matériels et méthodes d'étude

1- Les conditions d'élevage

La qualité de grains de pois chiche attaqués que nous avons récupérés à fait l'objet d'un tri en vue de séparer les insectes adultes, les larves et les œufs.

Les adultes sont placés dans des bocaux en verre d'un litre et demi dont les couvercles sont perforés afin d'assurer une aération parfaite.

Ces bocaux contiennent environ 200g de pois chiche sain.

Après avoir assuré l'accouplement et la ponte des œufs, les adultes sont éliminés une semaine après, et on ajoute de nouveau une petite quantité de pois chiche.

Après un mois apparaissent les premières émergences.

Les adultes ainsi récupérés et étudiés au cours de nos expériences proviennent de l'élevage continu de *Callosobruchus maculatus* décrit ci-dessus.

Les larves et les œufs étudiés au cours de nos expériences proviennent aussi du même élevage.

2- Présentation de l'aliment testé

Le seul aliment testé est le pois chiche.

Sa teneur en protéines est importante soit 30% du pois secs (HUIGNARD, 1995). L'espèce cultivée en Algérie est *Cicer arietinum*. Sa valeur nutritive est plus élevée que celle du riz et du blé (DESROCHES, 1991). Il occupe une place importante dans la cuisine algérienne du fait qu'on le retrouve dans la majorité des plats cuisinés

de la population comme d'autres aliments à haute teneur protéique telle que la viande.

Le pois chiche est une plante annuelle et autogame c'est une légumineuse appartenant à l'embranchement des spermaphytes. La culture occupe une superficie importante dans le pays quand elle est comparée aux superficies réservées à d'autres légumes secs, soit 50910 ha pour la saison 94-95 seulement dans la wilaya de Tlemcen.

3- Etude de la fécondité et de la fertilité

3.1- La fécondité

Elle est définie comme étant le nombre d'œufs pondus par femelle. La physionomie des populations et toute leur biologie dépend au plus haut point de la fécondité de l'espèce (DREUX, 1980). Cette biologie paraît être très variable chez les femelles d'insectes d'une même espèce (MOUHOUCHE, 1983) et en particulier chez les coléoptères des denrées stockées (LEPESME, 1944).

Nous avons placé séparément dans trois boîtes de Pétri contenant cinq graines de pois chiche chacune et un couple de *Callosobruchus maculatus* ne dépassant 48h d'âge et ceci pendant une semaine à 27°C et 75% d'humidité relative. Au terme de ce délai et à l'aide de la loupe binoculaire, nous avons dénombré les œufs pondus par femelle dans chacune des trois boîtes. L'expérience est répétée cinq fois.

3.2- La fertilité

Elle est définie comme étant le pourcentage d'œufs éclos par rapport aux œufs pondus par femelle. KHALFI (1983) souligne que le nombre maximal d'œufs de *Callosobruchus maculatus* est obtenu à 30°C et 90% d'humidité relative.

Toutes nos expériences ont été réalisées avec des graines de variété locale non traitées. Les bruches utilisées dans cette expérience n'excèdent pas les 48 heures d'âge.

Dans chacune des cinq boîtes de Pétri nous avons placé deux couples de *Callosobruchus maculatus* en présence de vingt graines de pois chiche sain à 27°C et 75% d'humidité relative.

Le dénombrement d'œufs pondus dans chaque boîte (sur graines et sur parois internes) est réalisé une semaine après la mise en place de l'expérience. Deux semaines après avoir lancé l'expérience, nous comptons les œufs éclos donnant les larves de premier stade, et nous séparons les larves mortes qui n'ont pas pénétrées dans les graines.

L'expérience est répétée cinq fois.

4- Estimation des émergences correspondant au nombre de sortie imaginale

Dix couples de *Callosobruchus maculatus* ne dépassant pas 48h d'âge sont isolés en deux couples par boîte en présence de 20 graines de pois chiche sain, les cinq boîtes sont mises dans l'étuve à 27°C et 75% d'humidité relative.

Les observations sont faites un mois après qui correspond à la durée du cycle biologique, nous permettant de connaître le nombre de trous d'émergence par graine et par boîte. La mortalité intracotylédonaire n'a pas été prise en considération.

5- Estimation de la longévité des adultes

5.1- Les mâles et femelles séparés et en présence d'aliment

Trente couples de *Callosobruchus maculatus* fraîchement émergés n'excédant pas 48 heures d'âge sont récupérés de la souche mère chaque couple seul en présence de deux graines de pois chiche sain est mis dans des petites bouteilles en verre de 1cm de diamètre et 4cm de hauteur.

L'observation est faite quotidiennement pendant un mois afin de dénombrer les insectes morts selon le sexe. Les conditions d'expérimentation sont les mêmes que citées précédemment, soit 27°C et 75% d'humidité relative.

5.2- Couple en présence d'aliment

Nous avons récupéré trente couples de *Callosobruchus maculatus* n'excédant pas les vingt quatre heures d'âge, à raison de trois couples par boîte de Pétri en présence d'aliment. Ces boîtes sont parfaitement aérées et l'observation est faite quotidiennement pendant un mois, dans les mêmes conditions.

5.3- Couple en absence d'aliment

Nous avons procédé de la même manière que l'expérience précédente sauf que les couples de *Callosobruchus maculatus* sont privés d'aliment. L'observation est quotidienne pendant un mois.

6- Préférendum de ponte entre le pois chiche et le haricot

La variété de pois chiche utilisée est le ILC obtenu à partir de la station de stock de Ouled Mimoun.

La variété de haricot est le lingot obtenu à partir de la même station.

Nous avons placé dans une même boîte de Pétri vingt graines de chaque légume sec en présence de deux couple de *Callosobruchus maculatus* ne dépassant pas 24 heures d'âge à 27°C et 75% d'humidité relative représentant les conditions optimales de développement de l'insecte. Au bout d'une semaine nous procédons au dénombrement des œufs pondus sur pois chiche et sur haricot. L'expérience est répétée trois fois.

7- Effet de quelques composés phénoliques sur quelque état et stade de développement de la bruche du pois chiche

7.1- Justification du choix des composés phénoliques testés

Les eaux de végétation des olives que l'on nomme les margines sont riches en composés phénoliques libres (BENKEDDACHE, 1999). Le volume de phase aqueuse produit lors de la pression d'un quintal d'olives est de l'ordre de 100 litres pour les systèmes par centrifugation (y compris l'eau introduite). Les principaux composés phénoliques présents dans les huiles d'olives vierges ou les margines sont (PERRIN, 1992, in BENKEDDACHE, 1999) :

- ❖ Le tyrosol
- ❖ L'acide P. coumarique
- ❖ L'acide caféique
- ❖ L'hydroxytyrosol
- ❖ L'acide protocatechique
- ❖ L'acide gallique
- ❖ L'acide vanillique
- ❖ L'acide sirringique
- ❖ L'acide sinapsique

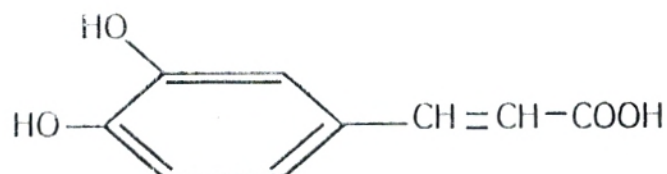
Les cinq composés retenus pour notre expérimentation ont été sélectionnés en fonction de la disponibilité :

- ❖ L'acide caféique
- ❖ L'acide vanillique
- ❖ Les tanins
- ❖ L'acide gallique
- ❖ L'acide cinnamique

7.2- Présentation des composés phénoliques testés :

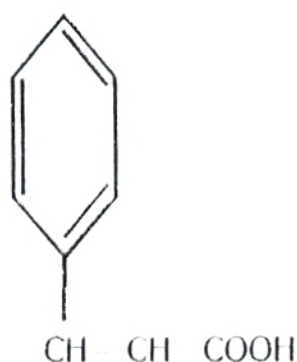
7.2.1- L'acide caféique :

Son importance est telle que la teneur en phénols totaux des huiles vierges est exprimée en acide caféique par PERRIN (1992) in BENKEDDACHE (1999). Il fait partie des acides cinnamiques dihydroxylés. Sa formule décrite par PERRIN 1992 est la suivante :



7.2.2- L'acide cinnamique

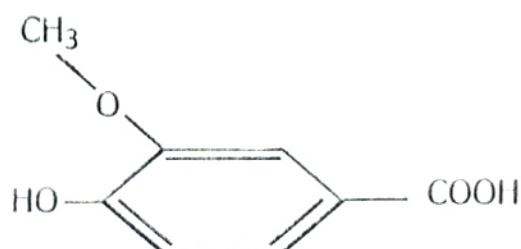
Il a la particularité de ne pas réagir avec les révélateurs classiques des acides phénoliques naturels ce qui rend son identification plus complexe. Sa formule est la suivante (RIBEREAU – GAYON 1968 in BENKEDDACHE, 1999) :



Cet acide peut exister sous la forme cis et trans, l'isomère trans est le plus stable.

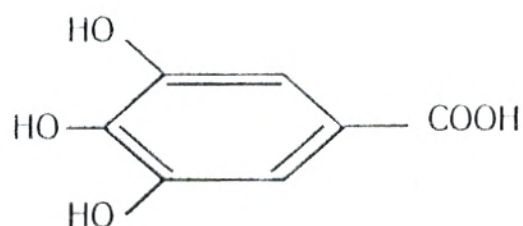
7.2.3- L'acide vanillique

Il fait partie des acides benzoïques dihydroxylés, sa formule décrite par PERRIN, 1992 est la suivante :



7.2.4- L'acide gallique

C'est un acide benzoïque trihydroxylé. Il rentre dans la composition de certains tanins hydrolysables, sa formule est la suivante, (PERRIN, 1992) :



7.2.5- Les tanins

Ce sont des composés phénoliques qui sont présents dans les végétaux sous forme de polymères ayant des structures plus ou moins complexes. Les tanins se divisent en deux groupes :

Les tanins hydrolysables constitués d'une fraction glucidique et d'une fraction phénolique.

Les tanins condensés : constitués par la polymérisation de molécules élémentaires de types flavonoïdes. Les propriétés de ce type de tanins dépendent de la nature des molécules élémentaires (RIBEREAU – GAYON, 1968)

7.3- Mode d'application de ces composés

Les cinq composés testés sont des substances synthétisées par les laboratoires PHYWE.

Au cours de notre travail nous avons testé pour chacun des cinq produits deux concentrations extrêmes qui sont 10mg et 100mg/30 graines de pois chiche puis comparées à des lots témoins.

7.4- Effet des composés phénoliques sur l'éclosion des œufs

L'action des produits phénoliques choisis aux deux concentrations extrêmes 10 mg et 100mg sur l'éclosion des œufs est étudiée.

Pour chaque concentration, nous avons pris 30 graines de pois chiche. Après avoir assuré la ponte à partir de couple âgé n'excédant pas

48 heures, nous avons dénombré le nombre d'œufs éclos sous la loupe binoculaire, une semaine après, car la ponte se fait juste après l'accouplement et sept jours correspondent à la durée d'incubation des œufs.

Pour chaque concentration et pour tous les produits phénoliques utilisés, l'expérience est répétée trois fois.

Nos produits testés sont comparés à un lot témoin.

Afin de diminuer l'hétérogénéité du matériel d'étude et pour toutes les expériences, nous avons utilisé des boîtes de Pétri assurant une bonne aération dans l'étuve à 27°C et 75% d'humidité relative

7.5- Effet des composés phénoliques sur les larves de premier stade

Les larves traitées par les produits phénoliques ne dépassent pas 24 heures après l'éclosion.

Pour les deux concentrations choisies, 10mg et 100mg, cinq lots de trois boîtes de Pétri sont dégagés. Les cinq lots correspondent successivement au cinq phénols choisis. Le sixième lot représente le témoin

Dans chaque boîte non plaçons cinq grammes de pois chiche sain qui correspondent environ à cent graines.

Nous avons déposé trente larves par boîtes pour les six lots, soit au total 540 larves du premier stade.

Toutes les boîtes sont répertoriées portant les renseignements suivants :

- ❖ La concentration du phénol
- ❖ Le nombre de larve, n = 30
- ❖ La date d'introduction

Les boîtes sont ensuite placées dans l'étuve à 27°C et 75% d'humidité relative et les observations se font quotidiennement pendant

une semaine. Ce choix se justifie car il correspond au maximum de l'incubation des larves avant de pénétrer dans la graine.

Les larves mortes sont isolées au fur et à mesure pendant cette période.

7.6- Effet des composés phénoliques sur le pouvoir germinatif :

Afin de déterminer l'action du phénol sur la faculté germinative, nous avons placé trente gramme de pois chiche sain dans un milieu contenant la concentration la plus élevée, soit 100mg pour les cinq composés phénoliques chacun sur du coton imbibé d'eau. L'expérience est répétée trois fois.

8- Méthodologie statistique

Nous avons eu recours pour notre étude statistique à la comparaison entre deux pourcentage P_A et P_B observé sur N_A et N_B cas respectivement, cette méthode est basée sur l'écart réduit :

$$\varepsilon = \frac{|P_A - P_B|}{\sqrt{\frac{pq}{N_A} + \frac{pq}{N_B}}}$$

où p et q désignent les proportion évaluées sur l'ensemble des deux échantillons .

- ❖ Si $|\varepsilon| < 1,96$ (pratiquement 2), la différence n'est pas significative (à 5%)
- ❖ Si $|\varepsilon| \geq 1,96$ (pratiquement 2), la différence est significative, et le risque correspondant à ε , lu dans la table de l'écart réduit, fixe le degré de signification.
- ❖ Dans une autre partie nous avons eu recours à la comparaison de deux moyennes en utilisant le test Student. Cette méthode s'appuie sur la comparaison des moyennes en se basant sur deux hypothèses qui sont H_0 et H_1
 H_0 : égalité des deux moyennes M_1 et M_2
 H_1 : M_1 différente de M_2

Chapitre V

Résultats et discussion

CHAPITRE V

Résultats et Discussion

I- La fécondité

La ponte des œufs chez *Callosobruchus maculatus* a lieu dans les vingt quatre heures qui suivent l'accouplement.

Elle est abondante durant les premiers jours, puis elle diminue au fur et à mesure.

Les œufs ont une forme semi ovoïde, ils sont fixés sur les parois internes des boîtes de Pétri et sur les graines. La durée d'incubation est de quatre jours en moyenne à 27°C. La plupart des œufs fixés sur les parois avortent et meurent. Après éclosion les œufs donnent naissance à une larve de premier stade bien armée pour perforer la graine qu'elle choisit pour continuer son développement.

Nous donnons dans le tableau 3 les résultats de la fécondité

Nombre de graines	Nombre de couple de <i>C. maculatus</i>	Nombre d'œufs pondus
5	1	33
5	1	38
5	1	29
Moyenne	1	33.33

Tableau 3 : Estimation de la fécondité chez *Callosobruchus maculatus*

Le nombre d'œuf pondu dans les trois boîtes varie de 29 œufs à 38 œufs.

La fécondité moyenne de *Callosobruchus maculatus* est de 33.33 œufs, cette dernière pouvait être plus importante si la température était de 30 ou 35°C, car selon KHELIL, (1977), plus la température est élevée, plus l'activité de l'insecte est intense et ce-ci jusqu'à un certain seuil voisin de 35°C. Elle le pouvait être aussi si le nombre de graine était important car selon HUIGNARD (1968), le nombre de graines a une influence directe sur l'augmentation du nombre d'œufs émis.

Nous avons donc étudié la fécondité chez cet insecte de la même manière que la longévité qui va suivre.

Etant donné que ces insectes n'ont pas une grande longévité, il est nécessaire de déterminer la fécondité jusqu'à la mort des femelles afin de relever les variations qui pourraient survenir.

Selon (KHALFI, 1983), la décroissance dans la fécondité est due aux effets de vieillissement et d'épuisement des mâles qui commence à apparaître, les mâles auraient alors une activité reproductrice réduite jusqu'à ne plus s'accoupler avec les femelles. Cette période appelée sénescence se manifeste généralement à partir du septième jour et huitième jour.

La fécondité est plus élevée en présence de graines. Nos remarques que chez *Callosobruchus maculatus*, les femelles fécondées ne répondent pas au hasard, et même en absence de grains les œufs sont groupés et collés par une substance qui provient de cellules sécrétrices de l'oviducte latéral (LABEYRIE, 1981).

Ce phénomène est observé chez d'autres insectes comme la spongieuse (Lépidoptère, *Lymantriidae*) et il semble que certaines stimulations liées à la copulation puissent influencer durant l'émission le groupement des œufs.

Selon LABEYRIE (1981), en absence de plante hôte, les bruches mâles ne discernent que les femelles situées à moins de 2 cm. Une détection aussi limitée laisse supposer que d'autres facteurs concourent à la conjonction des sexes. Les graines de pois chiche, aliment des larves, stimulent l'ovogenèse et conditionnent l'émission des œufs chez la plupart des femelles. La concentration des sexes serait donc effectuée par le pois chiche utilisé comme lieu de ponte. Cette graine est indispensable pour la concentration et la rencontre des sexes et joue le rôle de stimulus de ponte.

La présence continue de grains de pois chiche stimule l'ovogenèse et provoque une augmentation notable de leur fécondité.

Par ailleurs, LABEYRIE (1962) a constaté que certaines mâles *Acanthoscelides obtectus* de 12 jours conservent un pouvoir fécondant et un pouvoir fertilisant élevés, même si leur activité sexuelle a été importante durant toute la période précédant la copulation. Chez cette bruche les femelles émettent dès le septième jour plus de la moitié des œufs pondus, ceci en présence de graines, tandis qu'en absence l'émission des œufs est plus régulière, la ponte du septième jour ne représente que le quart de l'effectif total des œufs pondus (HUIGNARD, 1971).

2 - La fertilité

La fertilité des œufs est définie comme étant le rapport entre le nombre d'œufs éclos et le nombre d'œufs pondus.

Nous avons constaté que la ponte des œufs chez *Callosobruchus maculatus* a lieu vingt quatre heures après l'accouplement.

Ce nombre d'œufs pondus et d'œufs éclos pour chaque boîte durant une semaine est donné dans le tableau 4.

Répétitions	Nombre de graine	Nombre de couples	Nombre d'œufs pondus	Nombre d'œufs éclos	Fertilité en %
1	20	02	62	40	64.5 %
2	20	02	65	32	50 %
3	20	02	55	34	61 %
4	20	02	50	29	58 %
5	20	02	48	21	43.7 %
TOTAL	100	10	280	156	
MOYENNE	20	02	56	51.2	55.4 %

Tableau 4 : Estimation de la fertilité chez *Callosobruchus maculatus*.

Le nombre d'œufs éclos correspondant au nombre de larves de premier stade.

Les données du tableau 9 sont représentées par la figure 2

Fertilités des œufs de
Callosobruchus maculatus

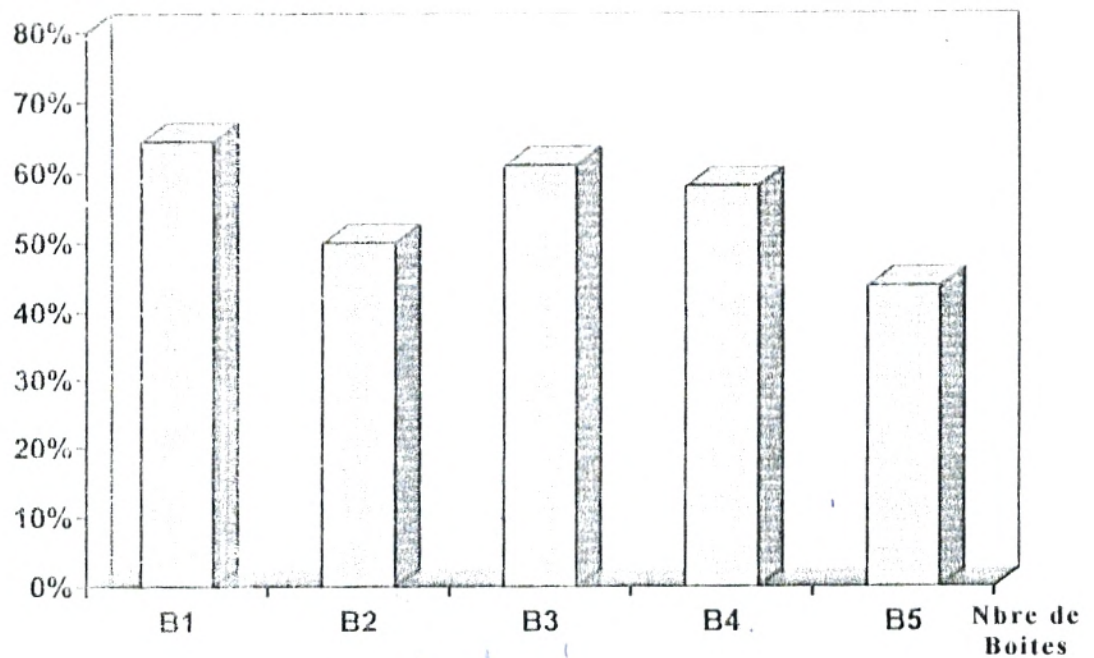


Figure 2 : Etude de la fertilité des œufs de *Callosobruchus maculatus*

La fertilité *Callosobruchus maculatus* à 27° C et 75 % d'humidité est en moyenne de 55.4 %.

Afin de confirmer s'il y a ou non une différence significative entre les valeurs extrêmes de la fertilité observée dans les de cinq boîtes, nous avons comparé la première et cinquième boîte, qui nous donne une valeur de l'écart réduit de 2.97, ce qui nous permet d'affirmer qu'il y a une différence significative du point de vue fertilité. Pour les autres, l'écart réduit demeure toujours inférieure à 2, ce qui se traduit par une différence non significative.

Nous constatons que dans certains lots un grand nombre d'œufs est placé sur les parois internes des boîtes de Pétri. Ces œufs avortent et meurent en totalité, ce qui peut être la cause de cette différence de fertilité entre les différents lots étudiés. Le pourcentage d'œuf eclos ne diffère donc pas statistiquement d'un essai à l'autre, on peut affirmer qu'il y a homogénéité du taux de mortalité des œufs.

Par ailleurs, HUIGNARD, (1971) signale que le pouvoir fertilisant des mâles chez la bruche du haricot subit des variations importantes bien que la production de spermatozoïdes débutant dès la période nymphale se poursuive durant toute la vie de l'insecte. Chez *Drosophila melanogaster*, LEFEVRE et JOHNSON (1962) observent le même phénomène, ils pensent que la réduction du pouvoir fertilisant des mâles serait due à l'épuisement de l'activité des paragonies dont les sécrétions sont nécessaires au transfert des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles.

Par contre, chez la bruche du haricot, la diminution de l'activité sécrétrice des paragonies ne semble pas influencer la production et l'émission des spermatozoïdes. Selon HUIGNARD (1971) il n'y a pas de liaison nette entre le pouvoir fécondant des mâles et leur pouvoir fertilisant.

3- Estimation du taux d'émergence de *Callosobruchus maculatus*

Pour le nombre de trous de sortie correspondant aux émergences, nous n'avons pas pris en considération la mortalité intracotylédonnaire.

Le nombre de sortie unaginale permet de déduire vis à vis de l'ensemble des graines la localisation des larves et d'avoir une idée sur le taux de contamination, tableau 5.

Répétitions	Nombre de graines par boîtes	Nombre de graines contaminées	Nombre de trous d'émergence	Pourcentage de contamination
Boîte n° 1	20	06	06	30 %
Boîte n° 2	20	06	09	30 %
Boîte n° 3	20	19	38	95 %
Boîte n° 4	20	11	15	55 %
Boîte n° 5	20	15	23	75 %

Tableau 5 - Estimation du taux de contamination des graines de pois chiche par les larves de *Callosobruchus maculatus*.

Le nombre de trous d'émergence moyen pour les cinq boîtes est estimé à dix huit trous pour vingt graines.

Le pourcentage de contamination est estimé à 57%, les données du tableau 5 sont représentées par les figures 3 et 4.

Nombre de trous
d'émergence

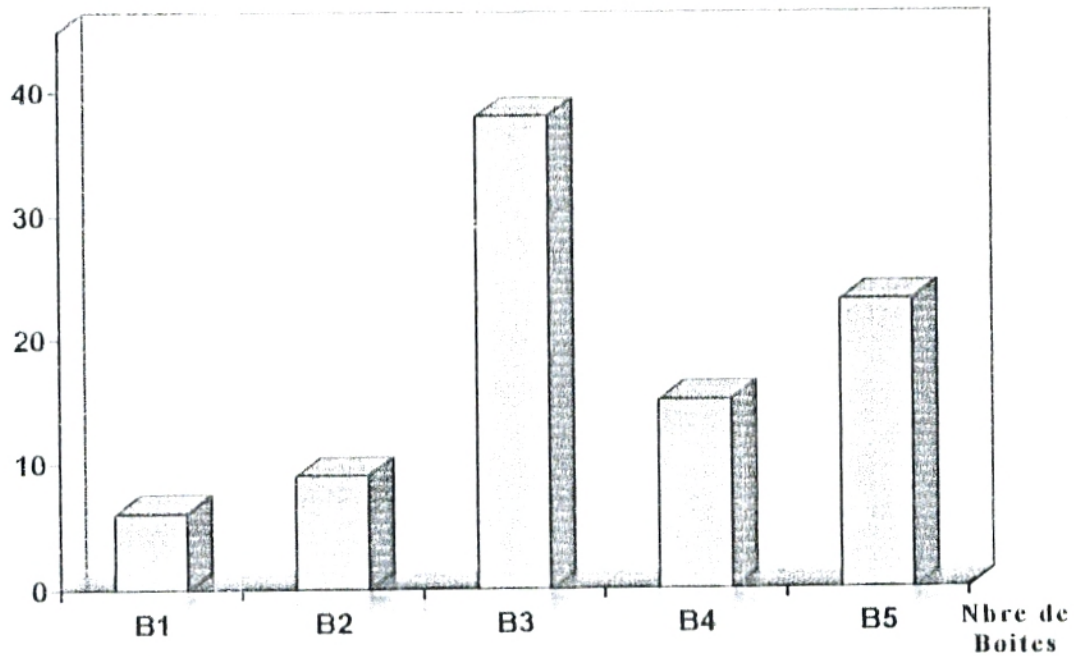


Figure 3 : Estimation des émergences chez *Callosobruchus maculatus*

Pourcentage de
contamination

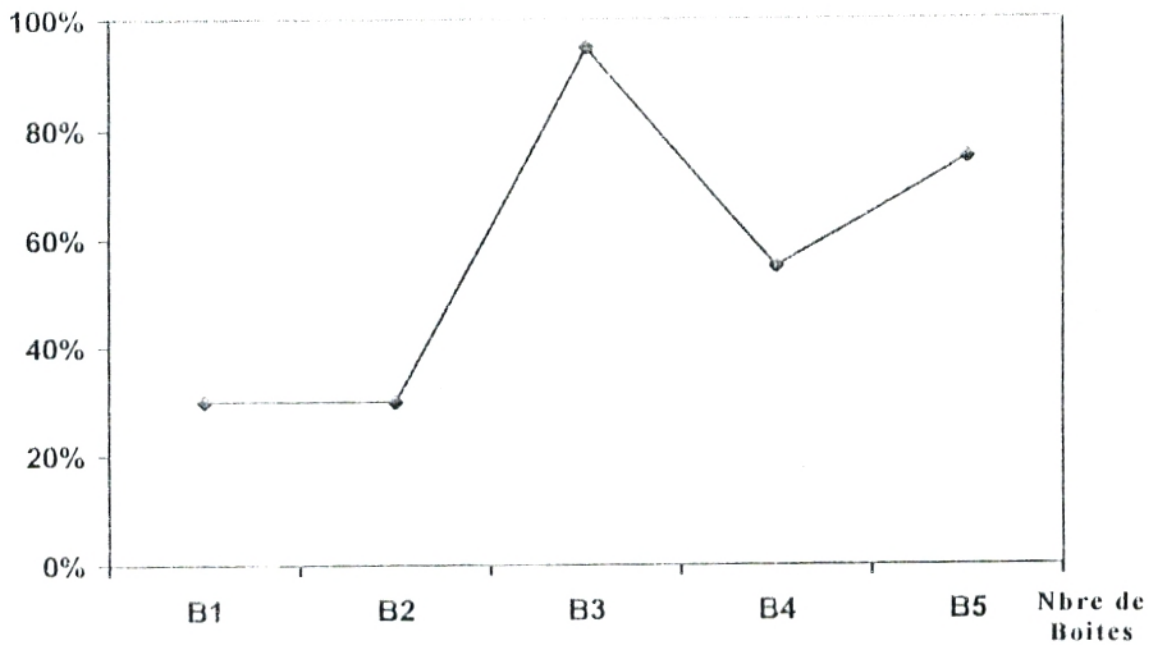


Figure 4 : Etude de la variation du pourcentage de contamination pour les différents lots

Nous comparons le pourcentage de contamination des deux premières boîtes avec celui de la troisième boîte, ce qui nous donne une valeur de l'écart réduit égale à 9.55% qui confirme que la différence de contamination est très significative. La comparaison des même boîtes avec la quatrième boîte puis la cinquième nous donne les valeurs des écarts réduit de 4.16 et 6.42 d'où une différences toujours significative entre les pourcentages de contamination. Nous remarquons au niveau des cinq boîtes que le nombre de trous de contamination varie d'une graine à l'autre du fait, qu'il y a des graines qui ne représentent aucun trou de contamination et d'autres présentant jusqu'à quatre trous. Cette différence peut être due à l'état du grain et à sa maturité physiologique (SHAZALI, 1989). La teneur en eau du grain est un facteur favorable à la reproduction des *Bruchidae*, le grain sain et sec est moins exposé à l'attaque des insectes (MULTON, 1982). Le taux de contamination élevé de certaines graines peut être dû aussi aux larves néonates se déplaçant très peu pour se concentrer dans la même graine. Plus la pression de la population est forte en un point donné, plus la densité par grain est importante

Le taux d'infestation ou la densité d'occupation des grains bruchés n'est pas lié donc au mode de répartition des bruches dans les graines.

4- Estimation de la longévité des adultes

4.1- Estimation de la longévité des adultes de *Callosobruchus maculatus* mâles et femelles séparés et en présence d'aliments :

L'action des aliments sur la longévité des deux sexes séparés est présentée dans le tableau 6.

Nombre d'adultes	Adultes morts	Durée de l'expérience en jours										
		1	3	5	9	13	17	20	24	27	30	
20 mâles	mâles	0	0	1	3	6	14	17	18	20		
20 femelles	femelles	0	0	0	0	2	10	12	15	17	20	
	TOTAL	0	0	1	3	8	24	29	33	37	40	

Tableau 6 : Mortalité des adultes de *Callosobruchus maculatus* pour les différentes durées d'expérience.

A partir des résultats du tableau 6, nous traçons le graphe de la figure 5.

Longévité en jour

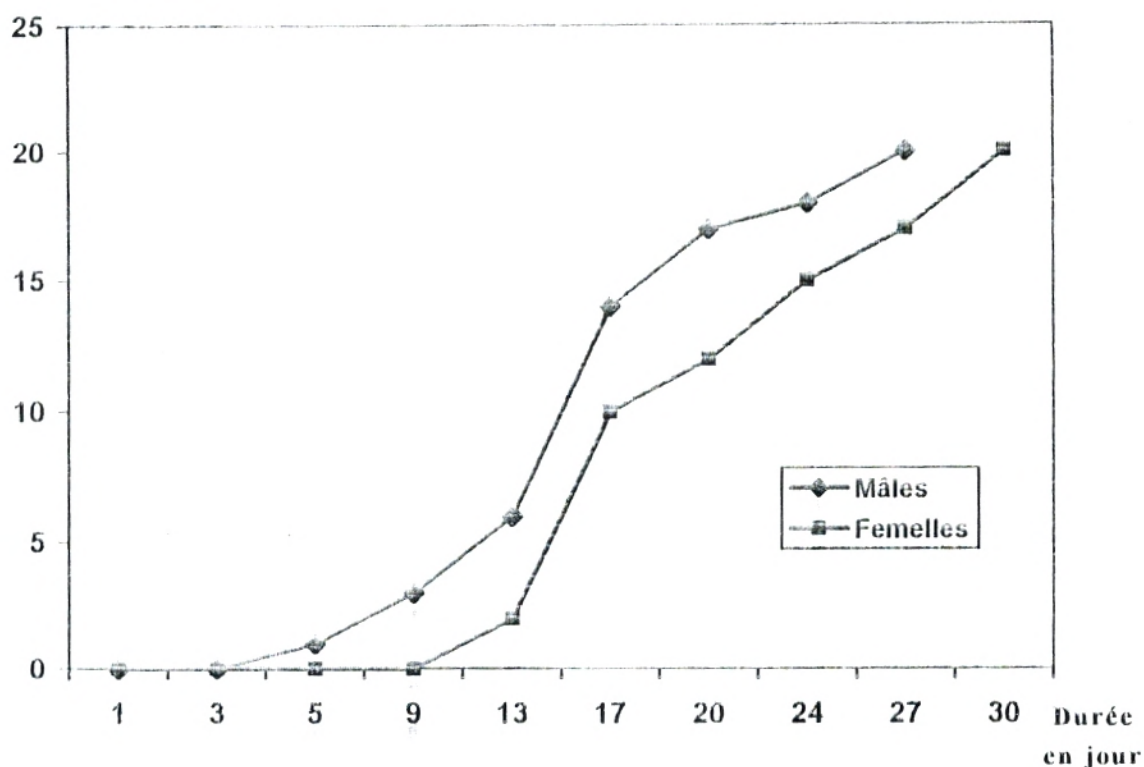


Figure 5 : Evolution de la mortalité de *Callosobruchus maculatus* mâle et femelle, en fonction du temps (en jours), séparés et en présence d'aliments.

4.2- Estimation de la longévité des adultes de *Callosobruchus maculatus* en couple et en présence d'aliments :

Les résultats sur la mortalité des adultes de *Callosobruchus maculatus* en présence d'aliment sont consignés dans le tableau 5

Nombre d'adultes	Adultes morts	Durée de l'expérience en jours									
		1	3	5	9	13	17	20	24	27	30
30 mâles	mâles	0	0	0	2	5	17	25	30		
30 femelles	femelles	0	0	0	1	3	12	18	24	28	30
	TOTAL	0	0	0	3	8	29	43	54	58	60

Tableau 7 : Mortalité des adultes de *Callosobruchus maculatus* pour différentes durées d'expérience.

L'action du pois chiche sur la longévité des deux sexes non séparés est présentée dans la figure 6.

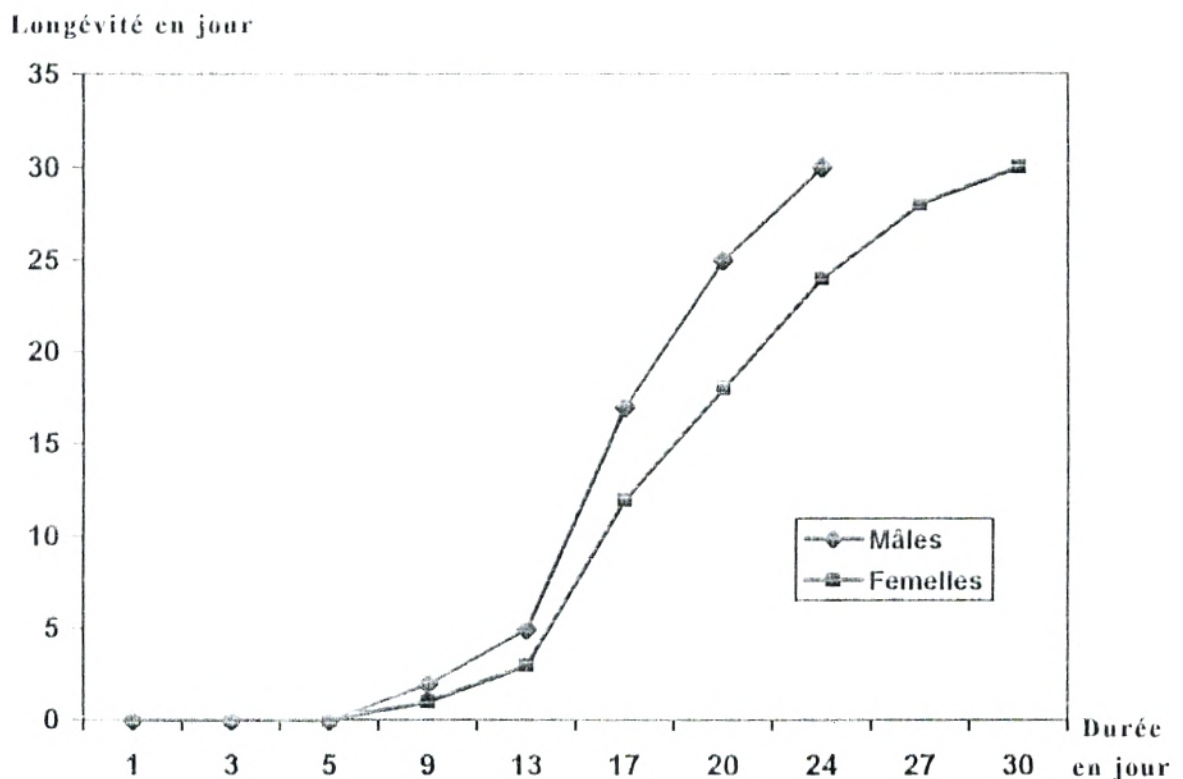


Figure 6 : Evolution de la mortalité de *Callosobruchus maculatus* en fonction du temps (en jours)

4.3- Estimation de la longévité des adultes de *Callosobruchus maculatus* en couple et en absence d'aliments :

L'action de l'absence du pois chiche sur la longévité des individus en couple est donnée dans le tableau 8.

Nombre d'adultes	Adultes morts	Durée de l'expérience en jours										
		1	3	5	9	13	17	20	24	27	30	
20 mâles	mâles	0	5	7	17	19	20					
20 femelles	femelles	0	2	4	9	13	18	19	20	28		
	TOTAL	0	7	11	26	32	38	39	40			

Tableau 8 : La mortalité des adultes de *Callosobruchus maculatus* pour les différentes durées de l'expérience.

A partir des résultats du tableau 8 nous avons pu tracer le graphe de la figure 7

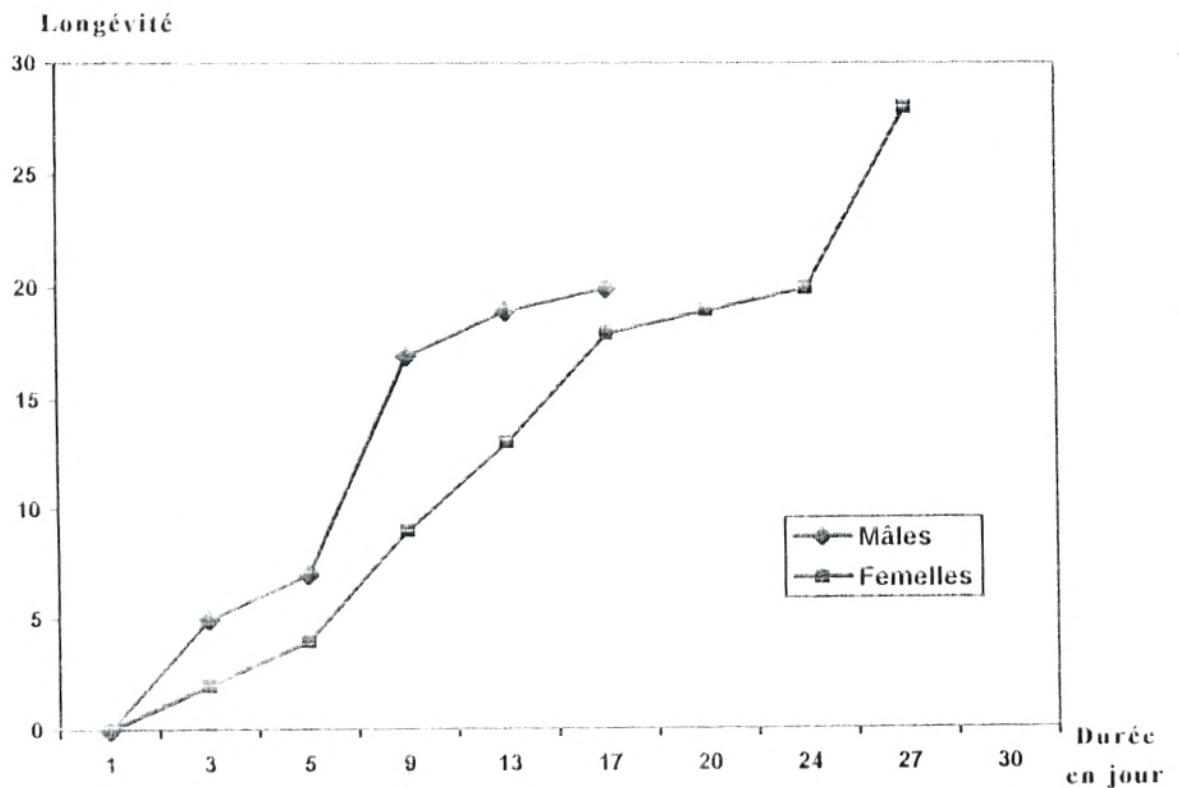


Figure 7 : Evolution de la mortalité de *Callosobruchus maculatus* en fonction du temps (en jours)

Longévité des mâles en couple et en présence d'aliment	Longévité femelles en couple et en présence d'aliment	Longévité des mâles en couple et en absence d'aliment	longévité des femelles en couple et en absence d'aliment	Longévité des mâles isolés et en présence d'aliment	Longévité des femelles isolées et en présence d'aliment
14.7 J	18.6 J	14.4 J		11.8 J	20.9 J

Tableau 9 : Longévité moyenne des mâles et des femelle de *Callosobruchus maculatus* en couple et en présence d'aliments, en couple et en absence d'aliment et isolé.

Les données du tableau 9 nous ont permis de tracer les histogrammes de la figure 8

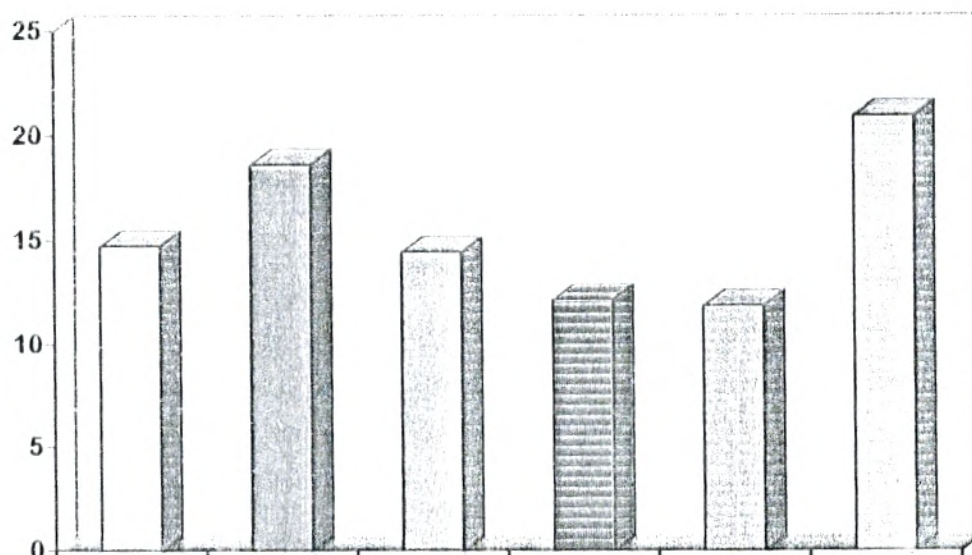


Figure 8 : Longévité moyenne de *Callosobruchus maculatus*

L'étude de la longévité peut se faire de deux manières : soit sur des populations mixtes, mâles et femelles, et procéder à leur élimination au fur et à mesure après la mort de ces individus, soit en séparant dès le début de l'expérience les mâles des femelles.

La séparation des individus supprime l'influence des accouplements, lesquels stimulent la ponte. Mais la fécondation serait sans effet sur la longévité, seulement elle provoquerait une augmentation

significative du nombre d'œuf émis (LABEYRIE, 1981). L'influence du milieu agit aussi sur la longévité par l'intermédiaire de la ponte.

La longévité moyenne des femelles de *Callosobruchus maculatus* demeure toujours supérieure à celle des mâles sauf lorsqu'elles sont en couple et privées d'aliment et ne vivent en moyenne que 12.18. Les mâles vivent en moyenne 14.4j. Les femelles ont une longévité maximale lorsqu'elles sont isolées et en présence d'aliment, soit 20.9j. Pour les mâles longévité atteint son minimum lorsqu'ils sont isolés et en présence d'aliment pour atteindre 11.8j. Cependant il est important de souligner un fait commun aux femelles de *Callosobruchus maculatus*, quelque soit le milieu étudié, la longévité des femelles est plus importante que celle des mâles.

5- Preferendum de ponte

Les régimes alimentaires des insectes sont variés et divers. On distingue les saprophages, les coprophages, les mycophages, les carpophages, les rhyzophages et les clethrophages.

Le terme de clethrophage est attribué aux insectes vivant à l'intérieur des graines emmagasinées.

Callosobruchus maculatus aurait donc un régime alimentaire clethrophage. Parmi ceux-ci nous avons des sitiobies qui sont strictement confinés aux graines emmagasinées et qui passent leurs différents stades de développement dans la graine, c'est le cas de la bruche du pois chiche.

Nous citons aussi les sitophiles, insectes qui vivent dans les graines mais peuvent se développer ailleurs, c'est le cas de *Tenebroides mauritanicus*, et enfin des sitioxènes, insectes que nous retrouvons accidentellement dans les graines tels que les chrysomelides.

Ce choix de ponte par *Callosobruchus maculatus* porte sur le pois chiche et le haricot. Ces deux légumineuses sont originaires du même lieu de stockage, et conservées dans les mêmes conditions. Le nombre de

bruches ainsi que le nombre de graines est le même pour toutes les boîtes .

Nous donnons dans le tableau 10 les résultats de la ponte de *Callosobruchus maculatus* sur les graines de pois chiche et de haricot.

<i>Répétitions</i>	<i>Pois chiche</i>	<i>Haricot</i>	<i>Nombre d'œufs éclos sur haricot</i>
1	62	38	00
2	65	45	00
3	55	35	00
Total	182	118	00
Moyenne	60.6	39.3	

Tableau 10 - Preferendum de ponte de la bruche du pois chiche

Comparaison des deux moyennes (test de student)

Cette méthode s'appuie sur la comparaison des moyennes en se basant sur deux hypothèses qui sont H_0 et H_1

H_0 : Egalité des deux moyennes M_1 et M_2

H_1 : M_1 différente de M_2 $M_1 \neq M_2$

M_1 désigne le nombre moyen d'œufs pondus par (*Callosobruchus maculatus*) sur les graines de pois chiche.

M_2 désigne le nombre moyen d'œufs pondus par *Callosobruchus maculatus* sur les graines de haricot.

$$M_1 = 60.6 \quad M_2 = 39.3$$

$$\delta_1^2 = 40.77 \quad \delta_2^2 = 26.69$$

$$T_{\text{calculé}} = 4.49 \text{ pour un ddl} = 3-1 = 2 \text{ et } \gamma = 0.05$$

$$T_{\text{théorique}} = 4.30$$

$T_c > T_{th}$ donc on accepte H_1

D'après les résultats du test de Student, nous affirmons qu'il y a une différence significative entre le nombre moyen d'œufs pondus de *Callosobruchus maculatus* sur les deux graines de légumineuses testées. Le pois chiche est la plante hôte la plus favorable à la ponte de *Callosobruchus maculatus*, par contre le haricot est moins sensible aux attaques de cet insecte. Nous avons constaté que le haricot est une plante hôte qui n'assure pas le développement post-embryonnaire de cet insecte puisque la totalité des œufs pondus sur les graines de cette plante avortent et meurent.

Quels sont les différents facteurs du tropisme qui influent sur le cheminement de l'insecte vers la denrée stockée ?

Plusieurs chercheurs se sont penchés sur l'action du chimiotropisme vis à vis de l'insecte comme CHAUVIN (1986) qui s'est intéressé en particulier aux chimiotropismes alimentaires et de ponte.

Ils constatent que les doryphores sont attirés vers la ponte par un chimiotropisme gustatif et la substance responsable serait un glucoside. Par ailleurs, l'attraction de la Cératite vers les fruits serait due au pétrole que certains agronomes mélangent aux appâts empoisonnés.

En analysant l'attraction bien connue des drosophiles vis à vis de l'alcool, on a prouvé qu'elle est due aux traces d'ester renfermées dans l'alcool.

Toutes ces données nous mènent à connaître si au cours de la conservation des légumineuses diverses, il n'y aurait pas un risque de contamination, car la température optimale, la teneur en eau du grain, son mode de conservation sont des facteurs favorables à la reproduction de l'insecte.

Selon SHAZALI (1989) la variation des dégâts sur les graines de légumineuses dépend du type de graines, de l'insecte parasite et des conditions de l'environnement. KHALFI(1983) affirme aussi que les

émergences de *Callosobruchus maculatus* sont de 11 % sur la fève, très faible sur lentille et nul sur le haricot.

6- Effet des composés phénoliques sur quelques états et stade de développement de la bruche du pois chiche

6.1- Effet des composés phénoliques sur l'éclosion des œufs

6.1.1- L'acide cafeïque

Le taux moyen de mortalité des œufs est présenté dans le tableau 11

Concentration en Acide cafeïque	Taux d'éclosion dans le bocal 1	Taux d'éclosion dans le bocal 2	Taux d'éclosion dans le bocal 3	Taux moyen d'éclosion	Taux moyen de mortalité
Co	0.62	0.50	0.64	0.59	0.41
C 10	0.56	0.49	0.52	0.52	0.48
C 100	0.46	0.52	0.52	0.50	0.50

Tableau 11 : Effet de l'acide cafeïque sur l'éclosion des œufs.

Co : 0 mg d'acide cafeïque / 5 g de pois chiche , C10 : 10 mg d'acide cafeïque/5g de pois chiche , C100 :100 mg d'acide cafeïque/5 g de pois chiche

Les résultats du tableau 11 mettent en évidence l'évolution moyenne du taux de mortalité des œufs en fonction de la concentration (fig. 9) et l'effet de l'acide cafeïque sur la mortalité des œufs (fig. 10)

Taux moyen de mortalité en %

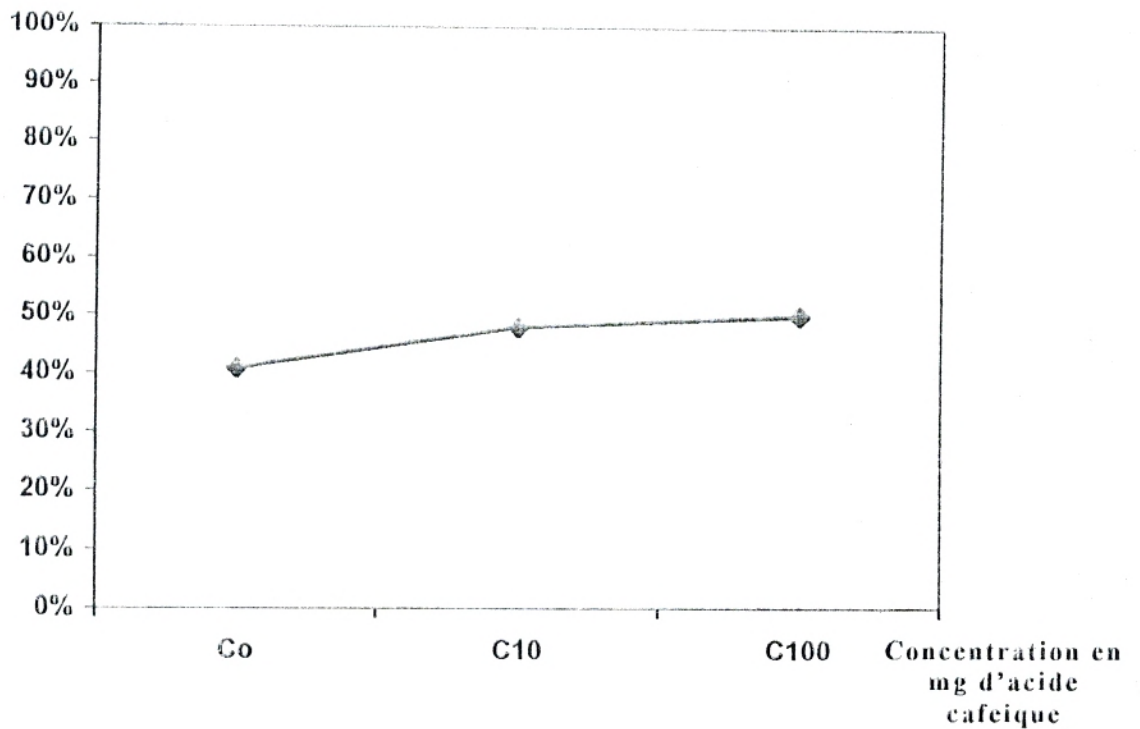


Figure 9 : Evolution du taux moyen de mortalité des œufs en fonction de la concentration en acide cafeique.

Taux moyen de mortalité en %

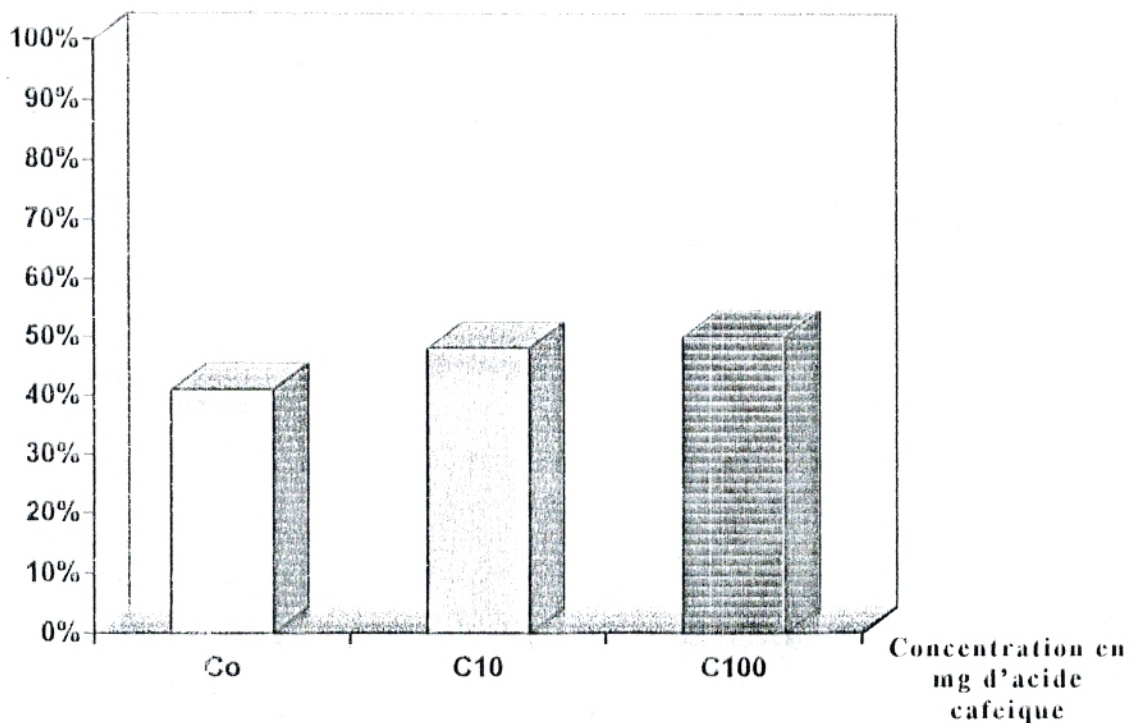


Figure 10 : Effet de l'acide cafeique à des concentrations différentes sur la mortalité des œufs.

La mortalité moyenne des œufs observés au niveau des boîtes dosées à 10 mg d'acide cafeique n'est pas significativement supérieure à celle observée au niveau des boîtes témoins, avec un écart réduit égal à 1,00.

Même à la concentration maximale qui est de 100 mg d'acide cafeique par boîte, le taux moyen de mortalité des œufs demeure toujours sans différence significative avec celui des boîtes témoins, avec un écart réduit égal à 1,28.

La comparaison des taux moyens de mortalité des œufs entre les deux concentration extrêmes étudiées nous donne un écart réduit égal à 0.28 d'où on déduit que même si l'on multiplie la dose par dix, cela n'induit pas un taux de mortalité des œufs significativement différent de celui observé au niveau des témoins.

6.1.2- L'acide vanillique

Les résultats concernant la mortalité des œufs induite par l'acide vanillique sont présentés dans le tableau 12

Concentration en Acide vanillique	Taux d'éclosion dans le bocal 1	Taux d'éclosion dans le bocal 2	Taux d'éclosion dans le bocal 3	Taux moyen d'éclosion	Taux moyen de mortalité
Co	0.62	0.50	0.64	0.59	0.41
C 10	0.56	0.49	0.52	0.52	0.48
C 100	0.46	0.52	0.52	0.50	0.50

Tableau 12 : Effet de l'acide vanillique sur l'éclosion des œufs.

Co : 0mg d'acide vanillique / 5g de pois chiche, C10 : 10mg d'acide vanillique / 5g de pois chiche, C100 : 100mg d'acide vanillique / 5g de pois chiche

A partir des résultats obtenus, nous avons pu tracer les figures 11 et 12

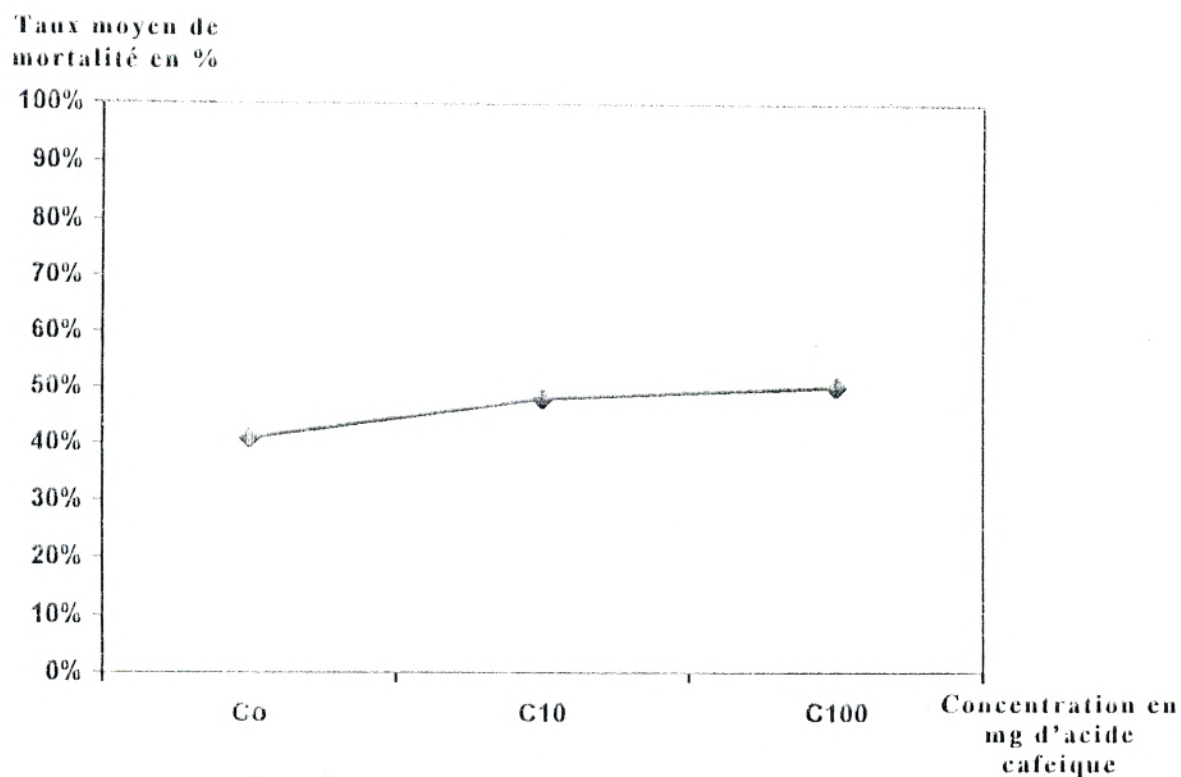


Figure 11 : Evolution du taux moyen de mortalité des œufs en fonction de la concentration en acide vanillique

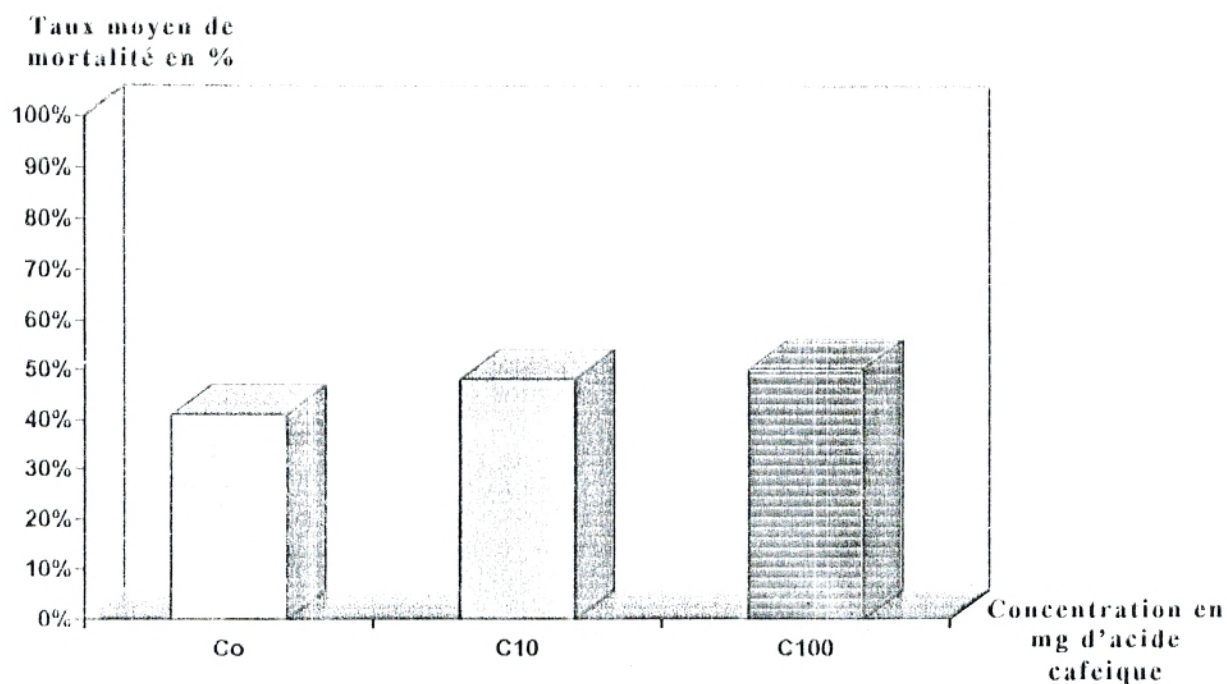


Figure 12 : Effet de l'acide vanillique à des concentrations différentes sur la mortalité moyenne des œufs.

Lorsque nous comparons le taux moyen de mortalité des œufs induit à la concentration de 100 mg de produit par boîte à celui des témoins, nous trouvons une valeur de l'écart réduit de 1,25 d'où en déduit que le taux moyen de mortalité induit par cette concentration n'est pas significativement différent de celui des témoins.

La comparaison du taux moyen de mortalité des œufs à la concentration de 100 mg d'acide vanillique par boîte avec celui des témoins ne contenant aucune trace de ce produit nous révèle un écart réduit égal à 2,71, ce qui nous permet d'affirmer que ce produit à la concentration citée induit un taux de mortalité des œufs significativement supérieur à celui des témoins.

Enfin le calcul de l'écart réduit pour pouvoir comparer le pourcentage de mortalité des œufs entre les deux concentrations extrêmes étudiées nous donne une valeur de 1,42 ce qui veut dire que même si l'on multiplie par dix la dose minimale qui est de 10 mg d'acide vanillique par boîte le taux moyen de mortalité des œufs induit demeure toujours non significatif.

6.1.3- Les tanins

Les résultats concernant la mortalité des œufs induite par les tanins sont présentés dans le tableau 13.

Concentration en Tanins	Taux d'éclosion dans le bocal 1	Taux d'éclosion dans le bocal 2	Taux d'éclosion dans le bocal 3	Taux moyen d'éclosion	Taux moyen de mortalité
Co	0.62	0.50	0.64	0.59	0.41
C 10	0.67	0.49	0.59	0.58	0.42
C 100	0.57	0.45	0.41	0.48	0.52

Tableau 13 : Effet des tanins sur l'éclosion des œufs.

Co : 0 mg de Tanins / 5g de pois chiche, C10 : 10mg de Tanins / 5g de pois chiche, C100 : 100mg de Tanins / 5g de pois chiche

A partir des résultats (tableau 14) nous avons montré l'évolution du taux moyen de mortalité des œufs en fonction de la concentration (fig. 13) et l'effet des tanins aux concentrations différentes sur la mortalité des œufs (fig. 14)

Taux moyen de mortalité en %

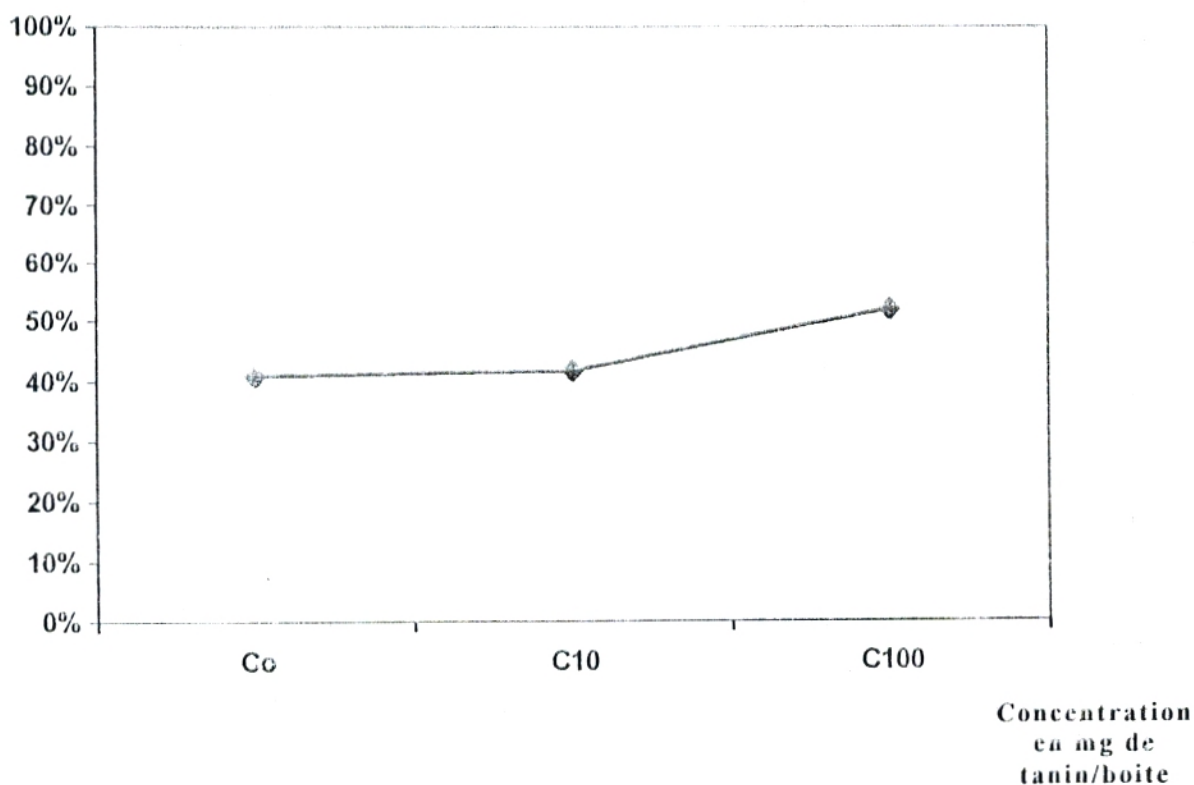


Figure 13 : Evolution du taux moyen de mortalité des œufs en fonction de la concentration en tanins

Taux moyen de mortalité en %

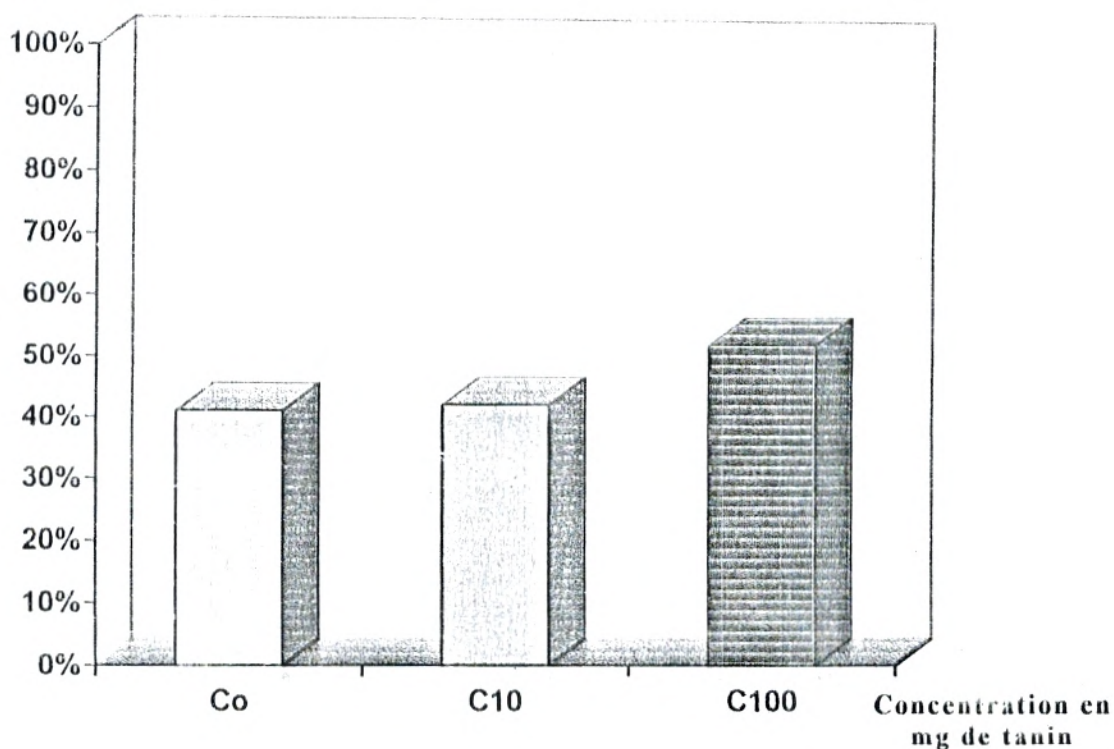


Figure 14 : Effet de tanins a des concentrations différentes sur la mortalité moyenne des œufs

Avec une comparaison du taux moyen de mortalité des œufs des boîtes témoins a celui observé dans les boîtes dosées à 10 mg de tanins, nous obtenons une valeur de l'écart réduit égale a 0,14 d'où on déduit que le taux moyen de mortalité des œufs induit par cette concentration n'est pas significativement différent de celui des boîtes témoins.

Même si le pourcentage de mortalité des œufs à la concentration de 100 mg de tanins est plus important que celui dans les boîtes dosées a 10 mg de tanins, la différence demeure toujours non significative par rapport aux boîtes témoins avec une valeur de l'écart réduit égale a 1,57.

Lorsque nous comparons les taux moyens de mortalité des œufs induits par les deux concentrations extrêmes, la valeur de l'écart réduit est de 1,42 d'où on déduit que même lorsqu'on multiplie la dose par dix

le taux moyen de mortalité n'est pas significativement différent de celui des boîtes témoins.

6.1.4- L'acide gallique

Les résultats de la mortalité des œufs induite par l'acide gallique sont consignés sein du tableau 14.

Concentration en Tanins	Taux d'éclosion dans le bocal 1	Taux d'éclosion dans le bocal 2	Taux d'éclosion dans le bocal 3	Taux moyen d'éclosion	Taux moyen de mortalité
Co	0.62	0.50	0.64	0.59	0.41
C 10	0.56	0.51	0.48	0.52	0.48
C 100	0.43	0.48	0.50	0.47	0.53

Tableau 14 : Effet l'acide gallique sur l'éclosion des œufs.

Co : 0mg l'acide gallique / 5g de pois chiche, C10 : 10mg l'acide gallique / 5g de pois chiche, C100 : 100mg l'acide gallique / 5g de pois chiche

Le tableau 14 est représenté par les deux figures successives 15 et 16

Taux moyen de mortalité en %

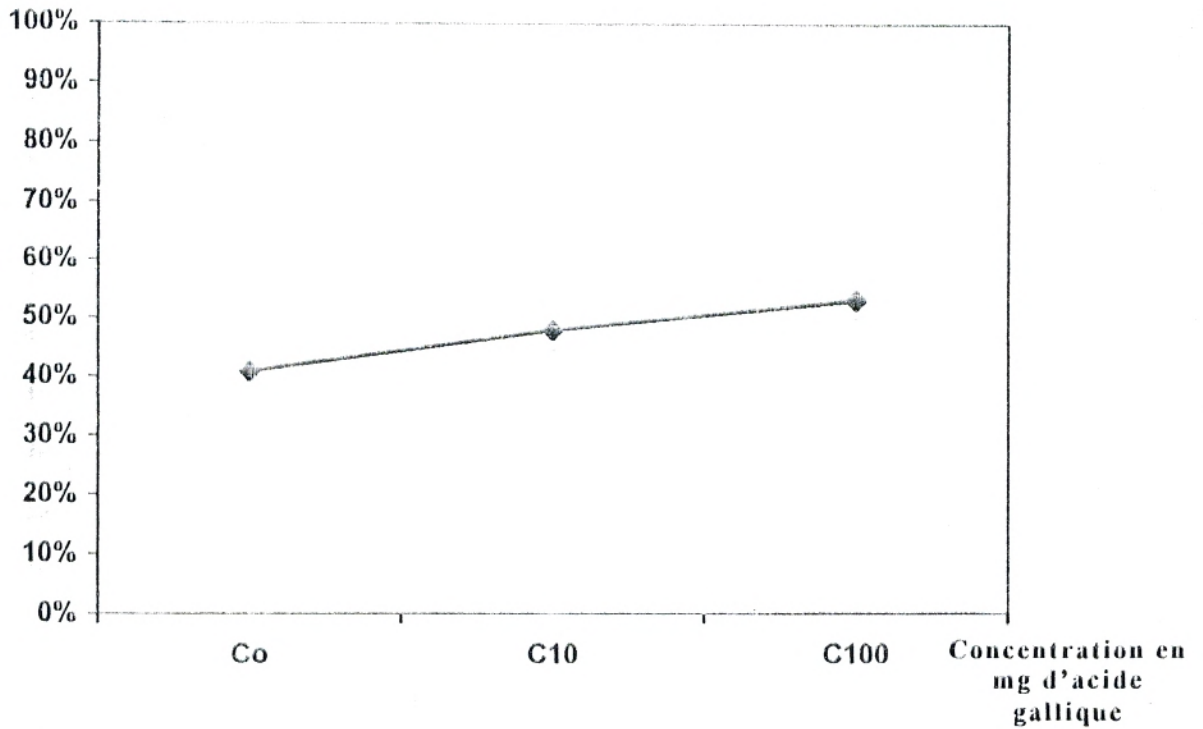


Figure 15 : Evolution du taux moyen de mortalité des œufs en fonction de la concentration en acide gallique

Taux moyen de mortalité en %

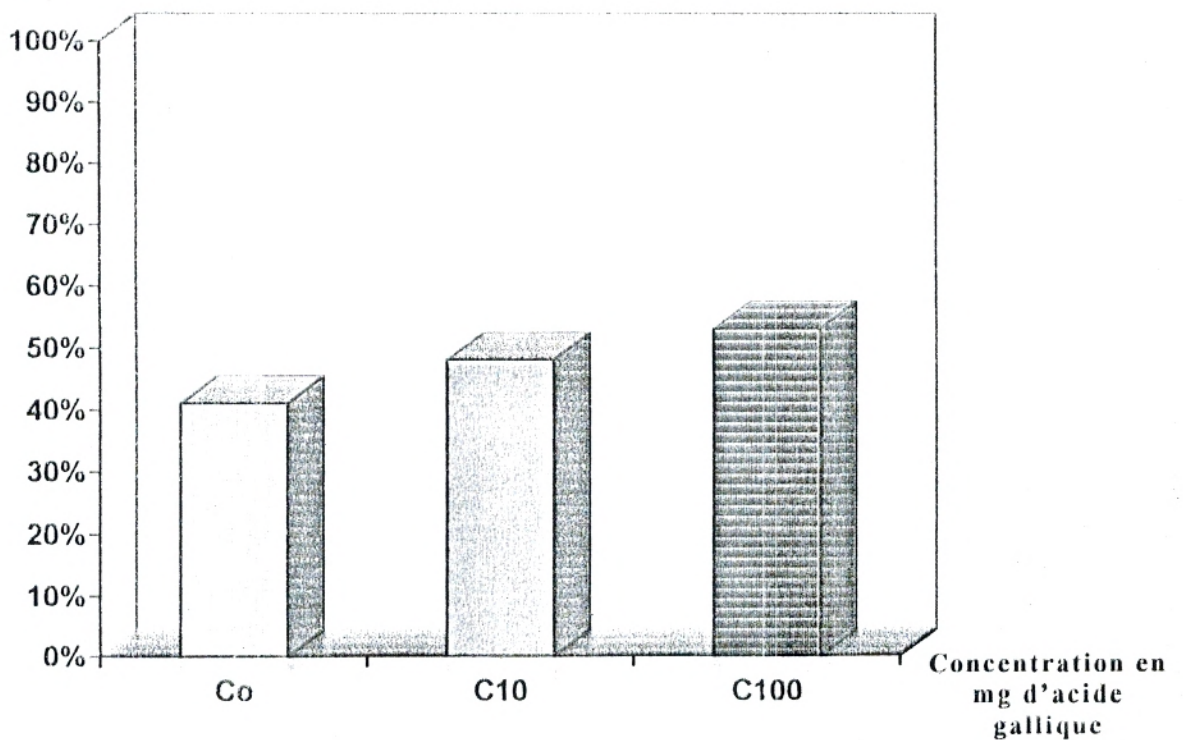


Figure 16 : Effet de l'acide gallique a des concentrations différentes sur la mortalité des œufs

La comparaison du taux de mortalité des œufs entre les boîtes dosées à 10 mg d'acide gallique et celui des boîtes témoins révèle une différence non significative avec une valeur de l'écart réduit égal à 1.

Même la mortalité moyenne observée au niveau des boîtes dosées à 100 mg d'acide gallique n'est pas significativement différente à celle observée au niveau des témoins avec un écart réduit égal à 1,71.

La comparaison des pourcentages de mortalité des œufs entre les deux concentrations extrêmes étudiées ne présente aucune différence significative avec une valeur de l'écart réduit égal à 0,71.

6.1.5- L'acide cinnamique

Les résultats de la mortalité des œufs induite par cet acide cinnamique sont consignés dans le tableau 15.

Concentration en Tanins	Taux d'éclosion dans le bocal 1	Taux d'éclosion dans le bocal 2	Taux d'éclosion dans le bocal 3	Taux moyen d'éclosion	Taux moyen de mortalité
Co	0.62	0.50	0.64	0.59	0.41
C 10	0.49	0.40	0.51	0.47	0.53
C 100	0.35	0.32	0.34	0.34	0.66

Tableau 15 : Effet de l'acide cinnamique sur l'éclosion des œufs.

Co : 0mg d'acide cinnamique / 5g de pois chiche, C10 : 10mg d'acide cinnamique / 5g de pois chiche, C100 : 100mg d'acide cinnamique / 5g de pois chiche

De même, nous représentons les données du tableau 15 par deux figures 17 et 18.

Taux moyen de mortalité en %

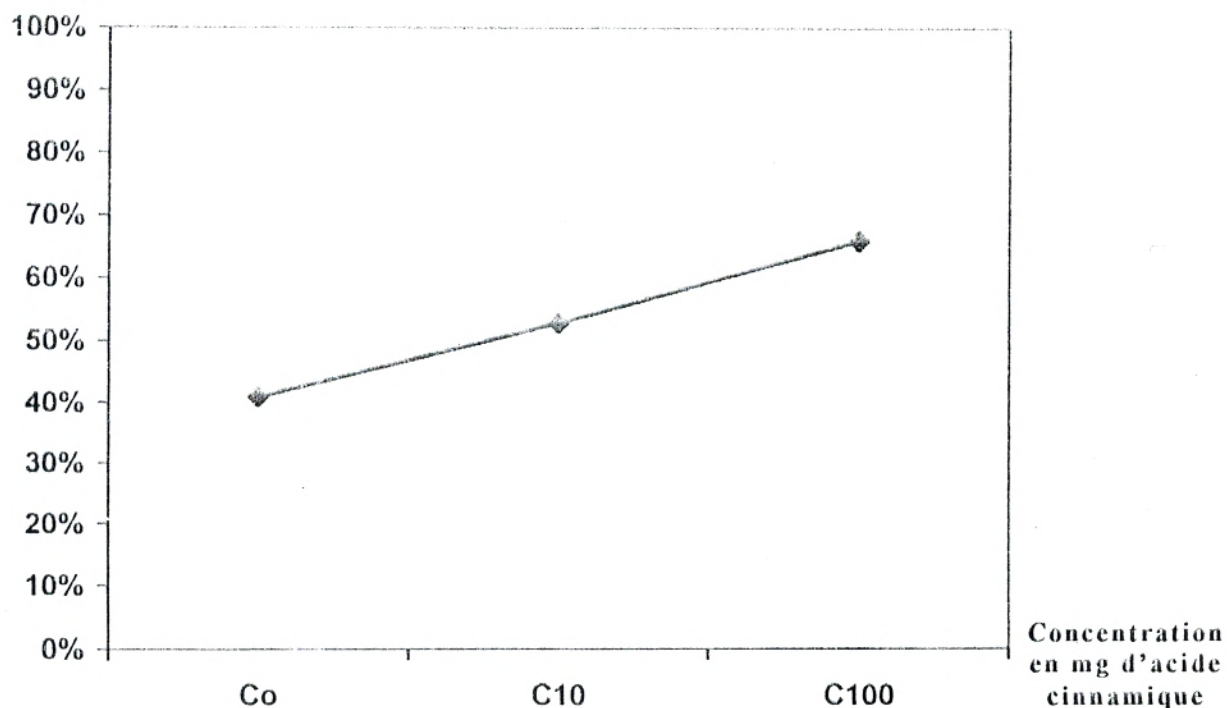


Figure 17 : Evolution du taux moyen de mortalité des œufs en fonction de la concentration en acide cinnamique

Taux moyen de mortalité en %

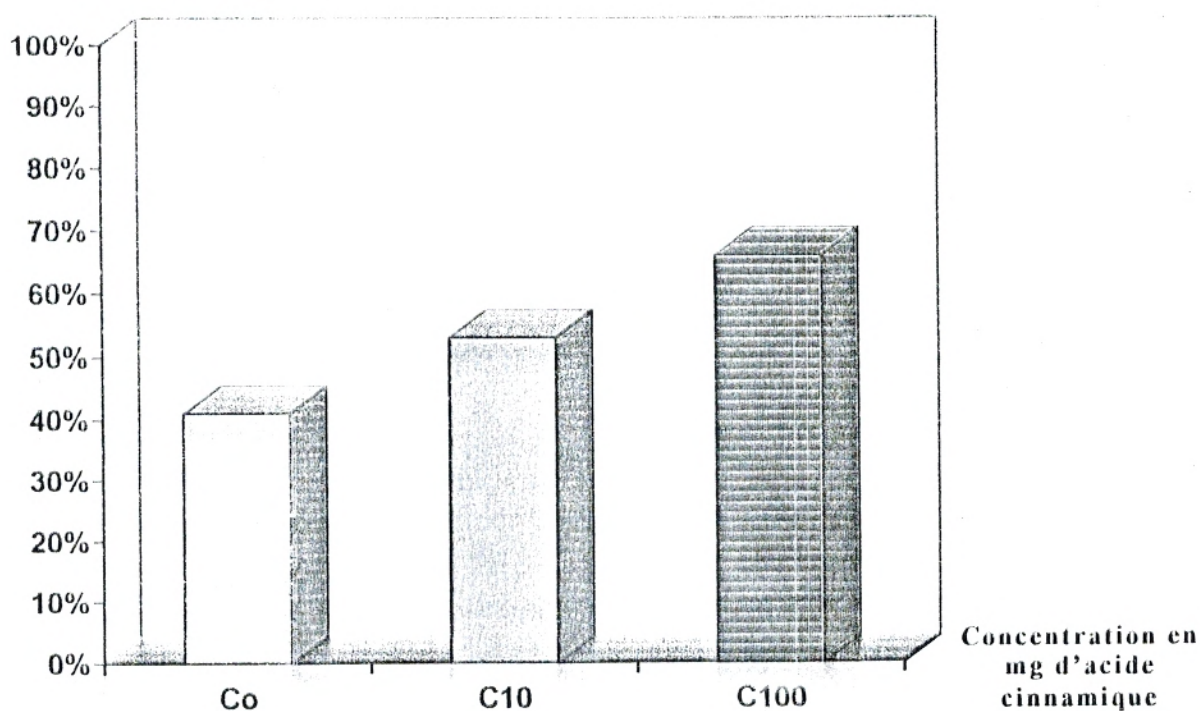


Figure 18 : Effet de l'acide cinnamique a des concentration différentes sur la mortalité des œufs

L'étude de l'écart réduit pour analyser la différence des pourcentage des œufs morts entre les témoins et celles dosées a 10 mg cinnamique révèle une valeur de 1,71, d'où pas de différence significative.

La mortalité moyenne observée au niveau des boîtes dosées a 100 mg d'acide cinnamique est supérieure à celle des témoins, avec un écart réduit égal à 3,57.

Enfin le calcul de l'écart réduit pour pouvoir comparer les pourcentages de mortalité des œufs entre les deux concentrations extrêmes étudiées révèle une différence non significative entre celles ci avec un écart réduit égal a 1,88.

6.1.6- Etude comparative de l'efficacité des composés phénoliques testés sur la mortalité des œufs

Il s'agit de déterminer le ou les composés phénoliques ayant donnés les meilleures réponses pour des concentrations minimale.

Les taux moyens de mortalité des œufs induits par les cinq produits testés aux concentrations étudiées sont consignés au tableau 16

Concentration en produit	Taux moyen de mortalité induit par les produits				
	Tanins	Acide cafeique	Acide cinnamique	Acide vanillique	Acide gallique
Co	41	41	41	41	41
C 10	42	48	53	50	48
C 100	52	50	66	60	53

Tableau 16 : Effet des cinq composés phénoliques à différentes concentrations sur la mortalité des œufs.

Co : 0mg de produit / boîte, C10 : 10mg de produit / boîte, C100 : 100mg de produit / boîte

Les données du tableau 16 sont représentées par la figure 19

Taux moyen de mortalité des œufs

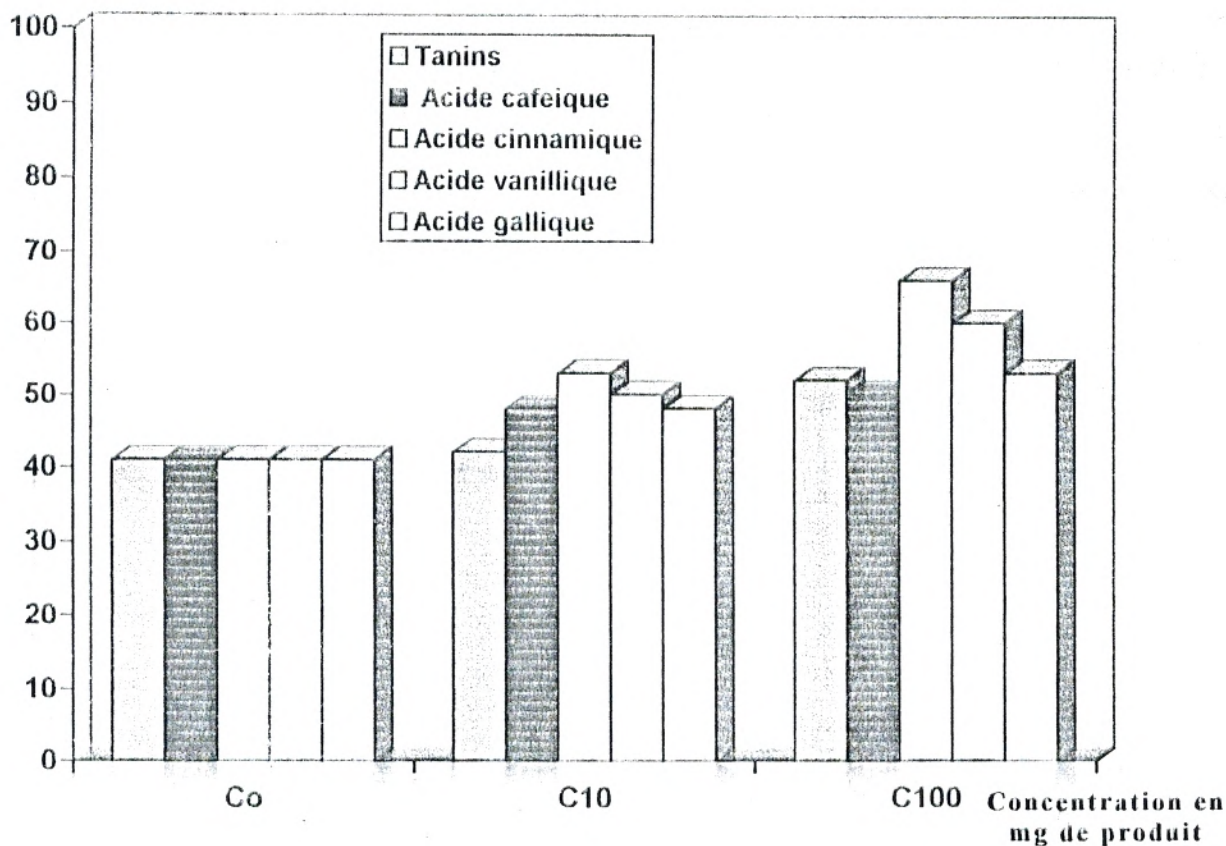


Figure 19 : Effet comparatif des cinq composés phénoliques sur la mortalité des œufs de *Callosobruchus maculatus*

D'après la figure 19 et l'analyse des écarts réduits faite pour chacun des produits testés, nous pouvons dire qu'aucun phénol ne présente un effet significatif sur la mortalité des œufs à faible dose. A forte dose sauf l'acide vanillique et cinnamique ont un effet significatif, les trois autres composés même à forte concentration demeurent sans effet sur l'éclosion des œufs.

6.2- Effet des composés phénoliques sur la mortalité des larves de premier stade

6.2.1- L'acide cafeique

Les concentrations testées sont 10 mg de produit par 5 g de pois chiche et 10 mg pour 100 g de pois chiche.

Le nombre de larves, par bocal est de 30 nous avons répété l'expérience trois fois.

Les résultats obtenus aux concentrations testées sont consignés dans le tableau.17

Concentration en d'acide cafeique	Taux de mortalité dans le bocal 1	Taux de mortalité dans le bocal 2	Taux de mortalité dans le bocal 3	Taux moyen de mortalité
Co	0.10	0.12	0.26	0.16
C 10	0.33	0.29	0.31	0.31
C 100	0.35	0.38	0.36	0.36

Tableau 17 : Effet de l'acide cafeique sur la mortalité des larves de premier stade.

Co : 0mg d'acide cafeique / 5g de pois chiche, C10 : 10mg d'acide cafeique / 5g de pois chiche, C100 : 100mg d'acide cafeique /5g de pois chiche

Les figures 20 et 21 permettent une représentation effective du tableau précédent .

Taux moyen de mortalité en %

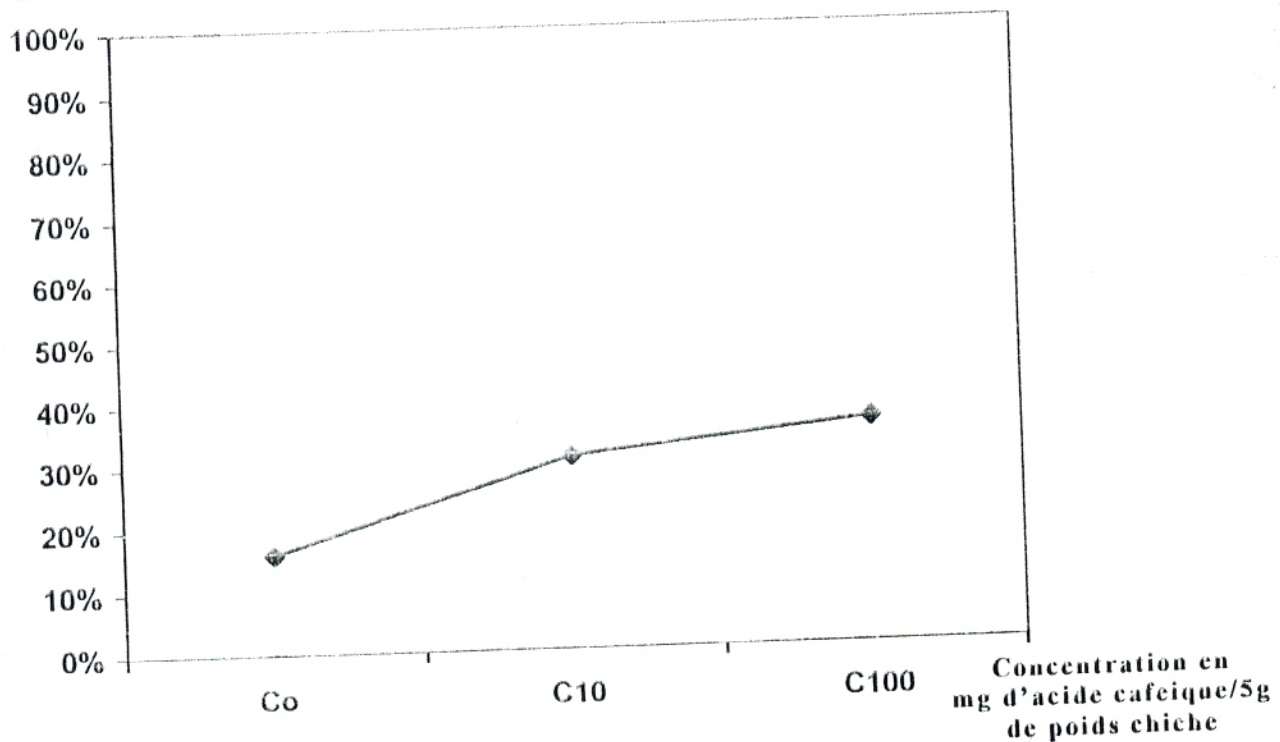


Figure 20 : Evolution du taux moyen de mortalité des larves en fonction de la concentration en acide cafeique

Taux moyen de mortalité en %

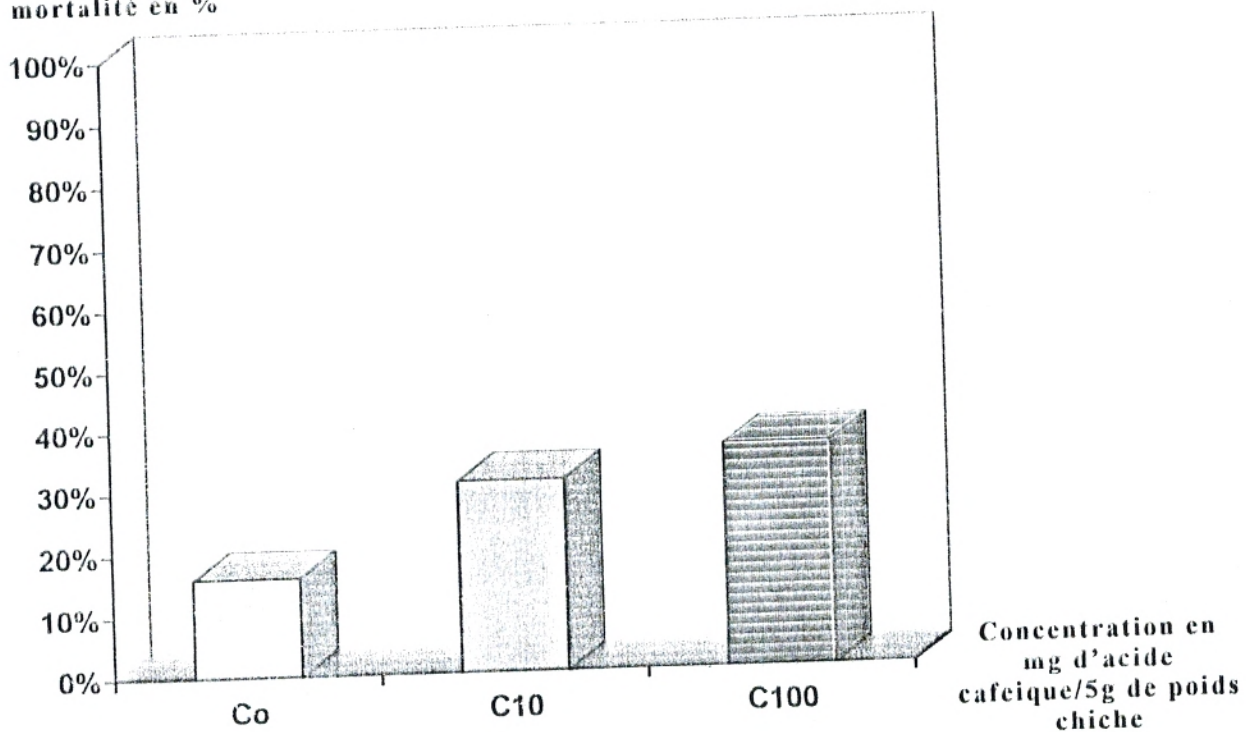


Figure 21 : Effet l'acide cafeique a des concentrations différentes sur la mortalité moyenne des larves de premier stade

Lorsque nous comparons le taux moyen de mortalité des lots témoins à celui observé dans les boîtes dosées à 10 mg d'acide cafeique pour 5 g de pois chiche sain, nous avons une valeur de l'écart réduit égal à de 2.50, ce qui nous permet d'affirmer que l'acide cafeique, même à faible dose induit un taux moyen de mortalité significativement supérieur à celui du témoin.

La comparaison du taux moyen de mortalité des boîtes témoins avec celui des boîtes dosées à 100 mg d'acide cafeique pour 5 g de pois chiche nous donne une valeur de l'écart réduit de 3.2. Nous pouvons affirmer aussi dans ce cas que l'acide cafeique à la dose citée induit un taux de mortalité significativement supérieur à celui observé au niveau des boîtes témoins.

Lorsque nous comparons le taux moyen de mortalité observé à la concentration de 10 mg d'acide cafeique pour 5 g de pois chiche et celui observé à la concentration de 100 mg, nous obtenons un écart réduit de 0.83 ce qui veut dire que même si l'on augmente la dose d'acide cafeique, le taux moyen de mortalité induit n'est pas significativement différent.

L'acide cafeique induit une mortalité des larves de premier stade de *Callosobruchus maculatus* aux deux concentrations étudiées nettement plus importante que celle observée au niveau des boîtes témoins. Cette mortalité reste pour les deux concentrations inférieure à 50% (31% et 36%). D'après les figures nous constatons que la dose induisant 50% de mortalité soit la DL 50 se situe au delà de notre concentration maximale testée qui est de 100mg. De plus d'après les tracés de la courbe, nous constatons que la progression est très lente, cela se justifie par la différence non significative au niveau des réponses aux deux concentrations extrêmes étudiées ($E = 0.83$). Il faudra donc de très grandes doses de ce produit pour obtenir des résultats satisfaisants.

6.2.2- L'acide vanillique

Dans ce cas aussi, les concentrations testées sont 10 mg et 100 mg d'acide vanillique par cinq grammes de pois chiches.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 18

Concentration en d'acide cafeique	Taux de mortalité dans le bocal 1	Taux de mortalité dans le bocal 2	Taux de mortalité dans le bocal 3	Taux moyen de mortalité
Co	0.10	0.12	0.26	0.16
C 10	0.19	0.27	0.25	0.24
C 100	0.47	0.63	0.51	0.54

Tableau 18 : Effet de l'acide vanillique sur la mortalité des larves de premier stade.

Co : 0mg d'acide vanillique / 5g de pois chiche, C10 : 10mg d'acide vanillique / 5g de pois chiche, C100 : 100mg d'acide vanillique / 5g de pois chiche

Nous représentons l'évolution du taux moyen de mortalité des larves en fonction de la concentration en acide vanillique par la figure 22 et l'effet de cet acide aux deux concentrations sur la mortalité des larves par la figure 23.

Taux moyen de mortalité en %

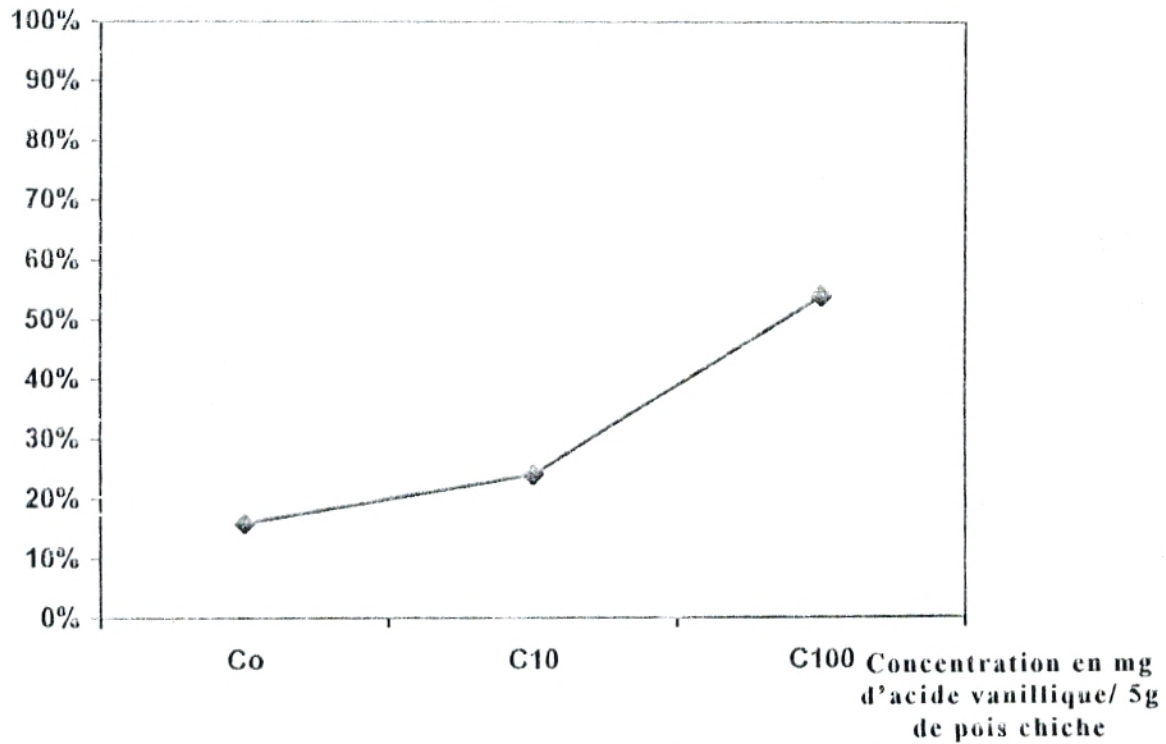


Figure 22 : Evolution du taux moyen de mortalité des larves en fonction de la concentration en acide vanillique

Taux moyen de mortalité en %

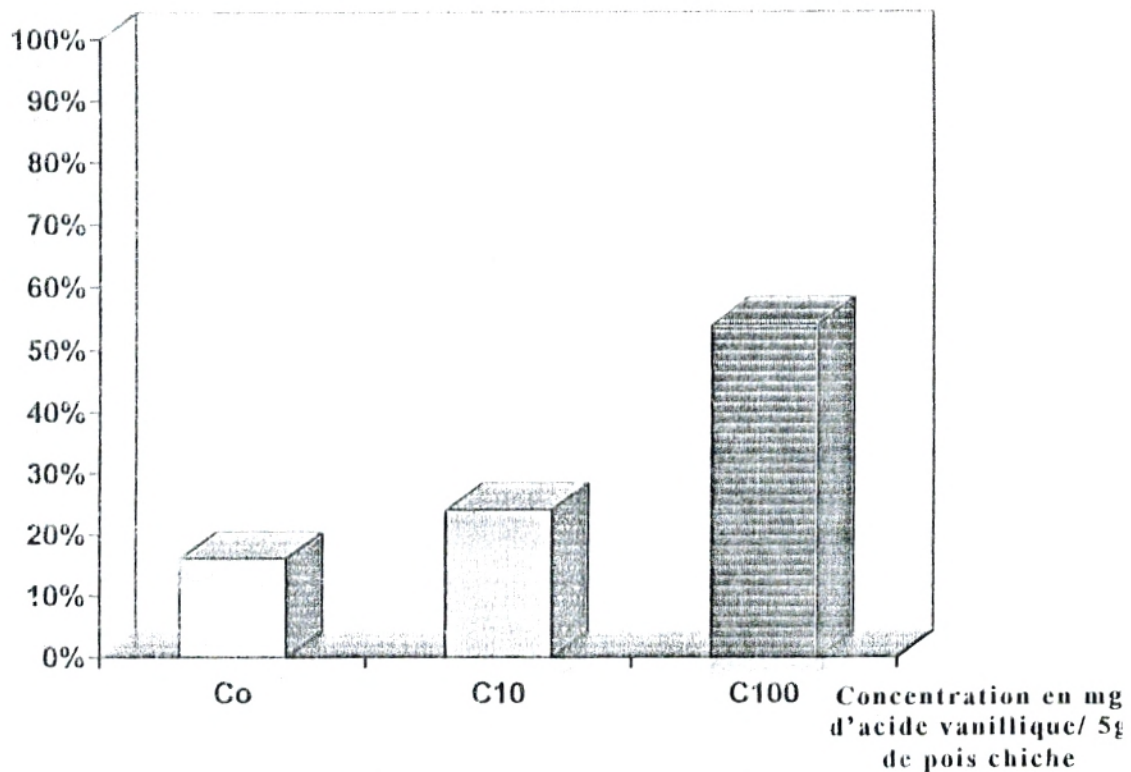


Figure 23 : Effet l'acide vanillique a des concentrations différentes sur la mortalité moyenne des larves de premier stade.

La mortalité moyenne observée au niveau des boîtes dosées a 10 mg acide vanillique par cinq grammes de pois chiches intact est significativement supérieure a celle observée au niveau des boîtes témoins avec un écart réduit égal a 1,41.

Par contre au niveau des lots dosés a 100 mg d'acide vanillique, le taux moyen de mortalité est très significativement supérieur à celui des boîtes témoins avec un écart réduit 5,63.

La comparaison du taux moyen de mortalité observé au niveau des deux concentrations extrêmes étudiées nous donne un écart réduit égal a 4,35 ce qui nous permet d'avancer que la différence de mortalité des larves de premier stade est significative entre ces deux concentrations.

Ce produit n'induit pas un taux de mortalité significativement différent de celui observé au niveau des boîtes témoins à la concentration de 10mg, si on passe de 10mg a 100mg, cela induit une mortalité de 50% des larves de premier stade, ce qui s'explique par une forte progression au niveau de la courbe.

6.2.3- Les Tanins

Les résultats du taux de mortalité des larves de premier stade sont consignés dans le tableau 19.

Concentration en d'acide cafeique	Taux de mortalité dans le bocal 1	Taux de mortalité dans le bocal 2	Taux de mortalité dans le bocal 3	Taux moyen de mortalité
Co	0.10	0.12	0.26	0.16
C 10	0.20	0.15	0.19	0.18
C 100	0.26	0.21	0.22	0.23

Tableau 19 : Effer des tanins sur la mortalité des larves de premier stade.

Co : 0mg de Tanins / 5g de pois chiche, C10 : 10mg de Tanins / 5g de pois chiche, C100 : 100mg de Tanins / 5g de pois chiche

Les données du tableau 20 sont représentées par les figures 24 et 25.

Taux moyen de mortalité en %

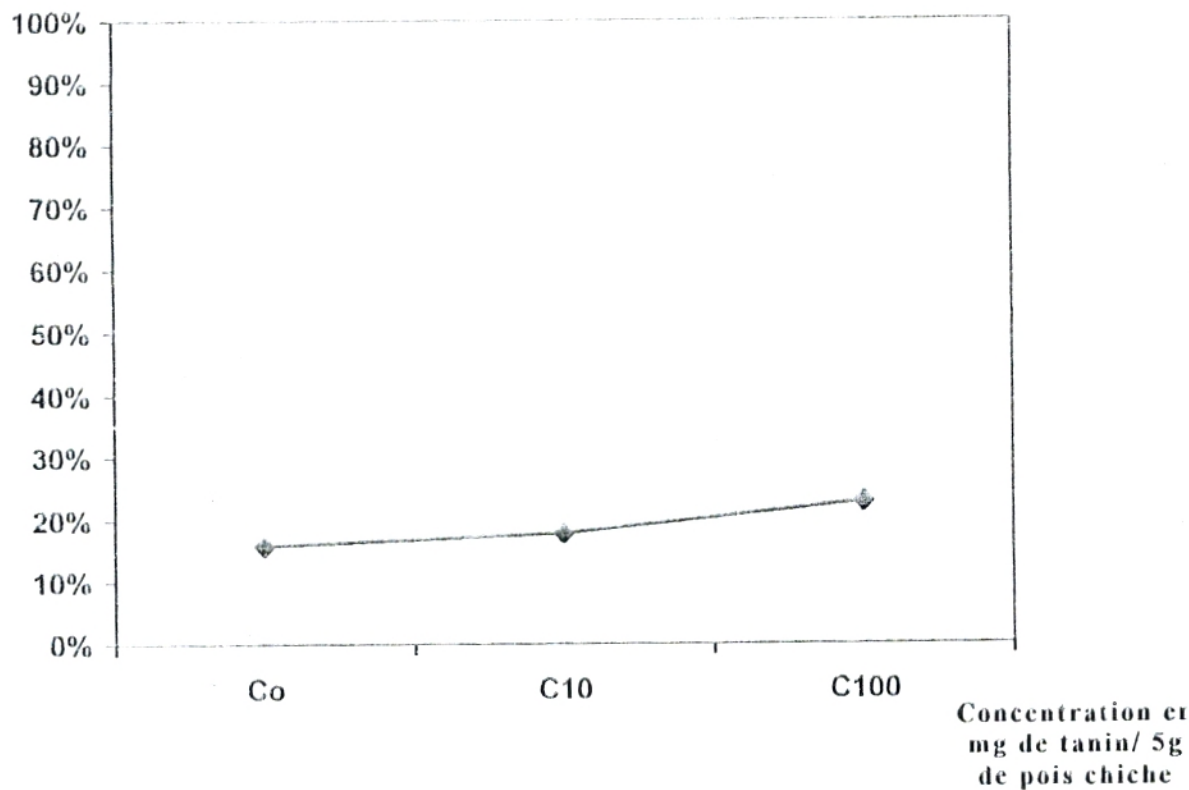


Figure 24 : Evolution du taux moyen de mortalité des larves en fonction de la concentration en tanins

Taux moyen de mortalité en %

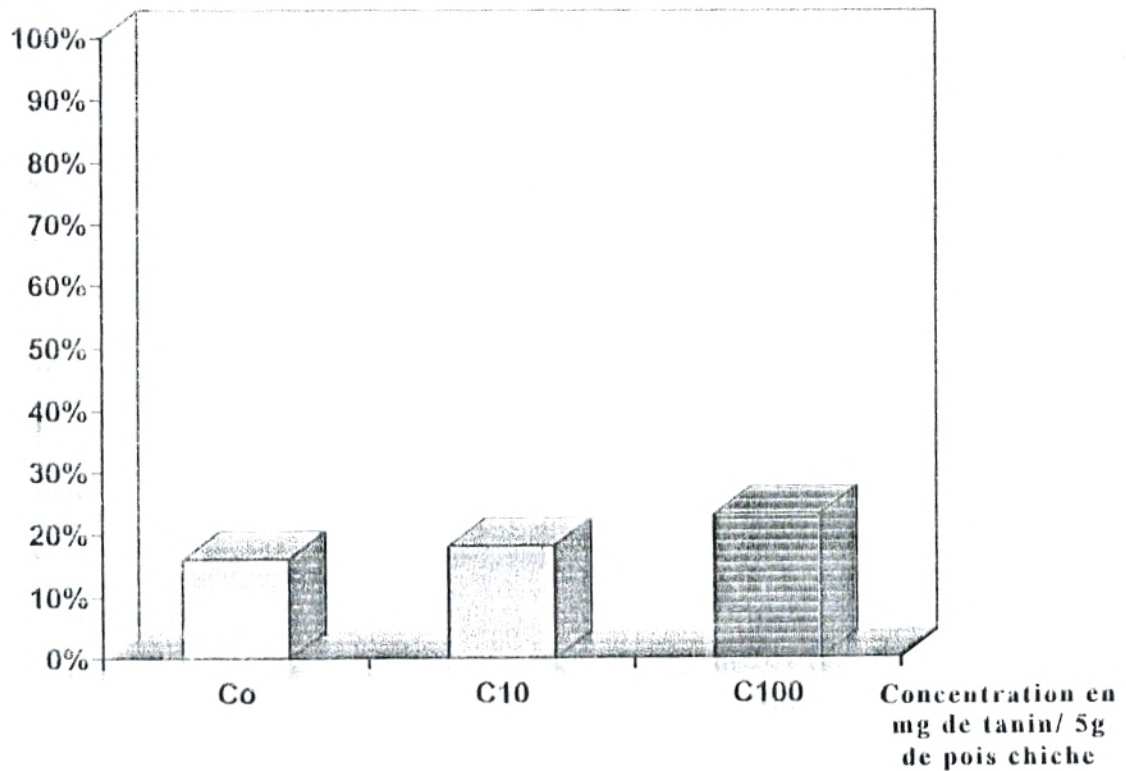


Figure 25 : Effet des tanins a des concentration différentes sur la mortalité moyenne des larves de premier stade

Une comparaison du taux moyen de mortalité entre les boites témoins et celles dosées à 10 mg de tanins nous donne un écart réduit égal à 0.37. cela nous permet de conclure que les tanins à la concentration citée n'induisent pas un taux de mortalité significativement différent de celui observée au niveau des témoins.

Mêmes lorsque l'on multiplie la dose par dix le taux de mortalité des larves de premier stade demeure toujours sans différence significative avec celui des boites témoins, avec un écart réduit égal à 1,25.

Le taux de mortalité induit aux deux concentrations étudiées ne présente aucune différence significatif puisque l'écart réduit est égal à 0.87.

Ce composé nous ne semble pas intéressant puisqu'aux deux concentrations extrêmes étudiées la mortalité induite n'est pas différente de celle des témoins. Nous observons qu'à la concentration maximale le taux de mortalité est de 23 %, ce qui veut dire que si l'on veut atteindre 50 % de mortalité soit la DL 50 nous devons utiliser de très grandes quantités de ce produit.

6.2.4- L'acide gallique

Les résultats de la mortalité des larves de premier stade induite par cet acide sont consignés dans le tableau 20

Concentration en d'acide cafeique	Taux de mortalité dans le bocal 1	Taux de mortalité dans le bocal 2	Taux de mortalité dans le bocal 3	Taux moyen de mortalité
Co	0.10	0.12	0.26	0.16
C 10	0.16	0.17	0.19	0.17
C 100	0.37	0.29	0.31	0.32

Tableau 20 : Effet de l'acide gallique sur la mortalité des larves de premier stade.

Co : 0mg d'acide gallique / 5g de pois chiche, C10 : 10mg d'acide gallique / 5g de pois chiche, C100 : 100mg d'acide gallique / 5g de pois chiche

Les figure 26 et 27 traduisent de manière plus concrète les données du tableau 20.

Taux moyen de mortalité en %

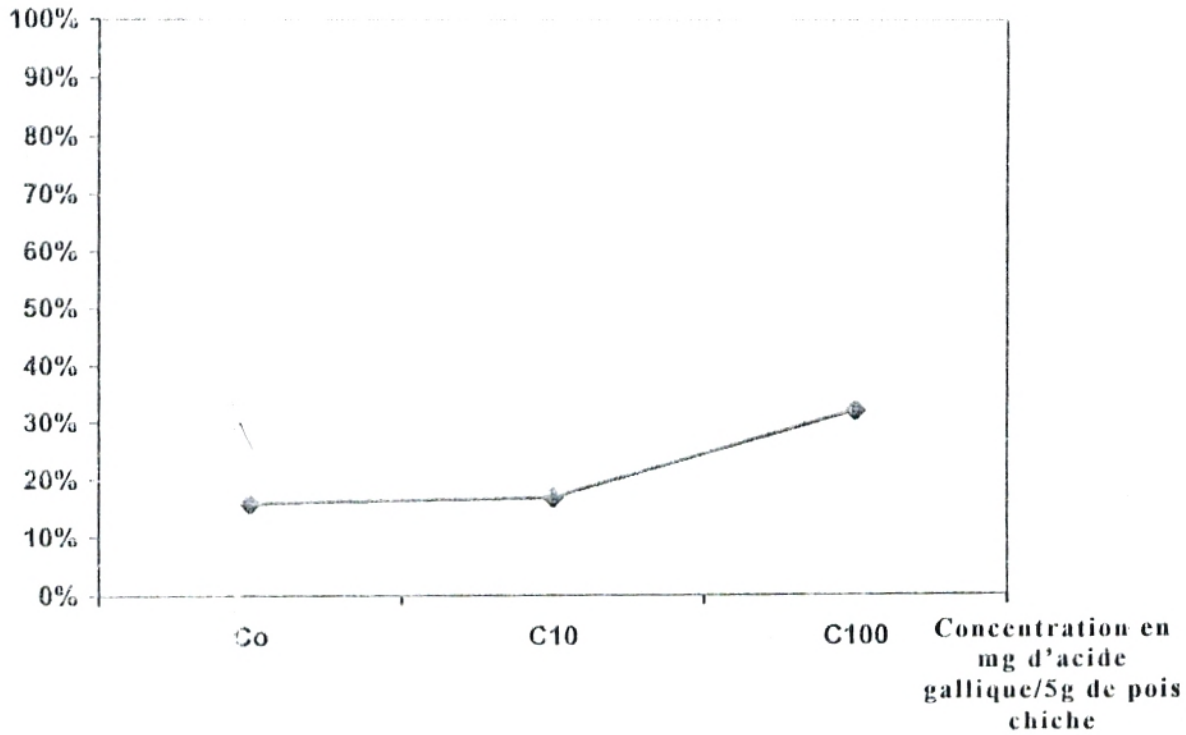


Figure 26 : Evolution du taux moyen de mortalité des larves en fonction de la concentration en acide gallique

Taux moyen de mortalité en %

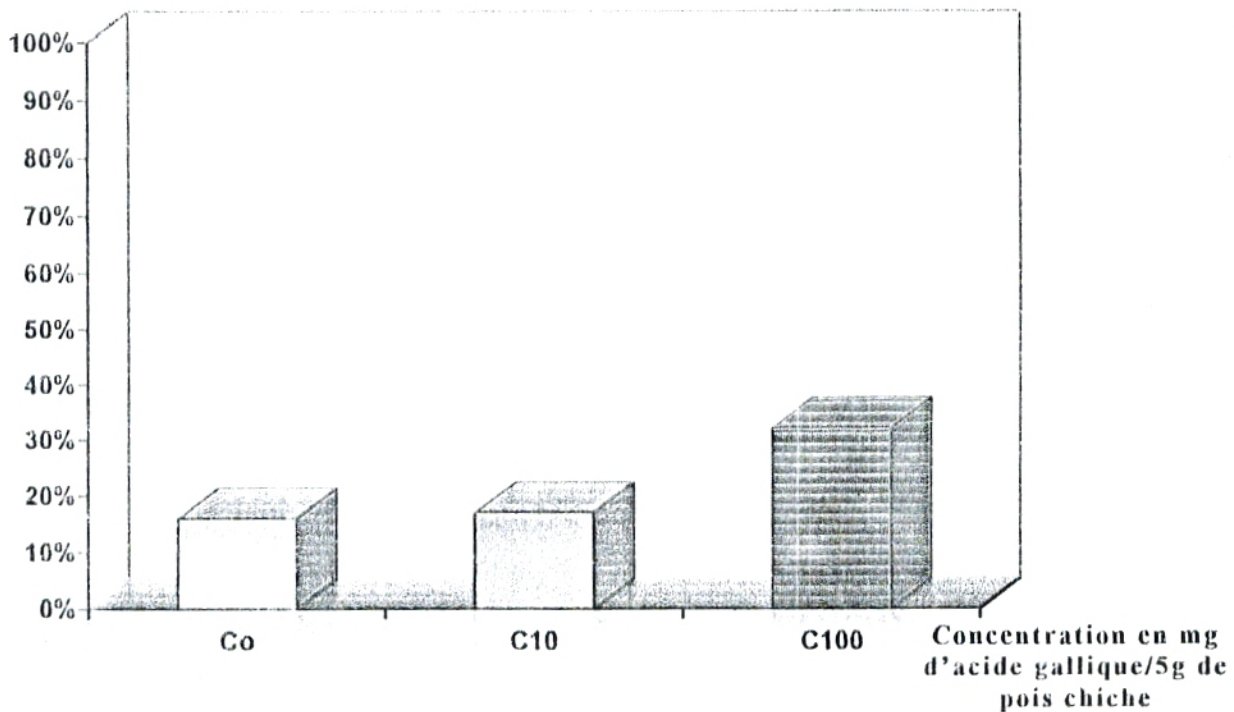


Figure 27 : Effet de l'acide gallique à des concentrations différentes sur la mortalité moyenne des larves de premier stade

La valeur de l'écart réduit est de 0,19, ce qui traduit aucune différence significative entre le lot témoin et le lot traité a 10 mg de produit.

Par contre la mortalité moyenne observée au niveau des tubes dosés a 100 mg d'acide gallique est supérieure a celles des témoins avec un écart réduit égal à 2,66.

Pour comparer les pourcentages de mortalité des larves entre les deux concentrations extrêmes étudiées, le calcul de l'écart réduit révèle une différence significative entre celles ci, avec un écart égal à 2,46.

6.2.5- L'acide cinnamique

Les résultats de la mortalité des larves de premier stade induite par cet acide sont consignés dans le tableau 21.

Concentration en d'acide cafeique	Taux de mortalité dans le bocal 1	Taux de mortalité dans le bocal 2	Taux de mortalité dans le bocal 3	Taux moyen de mortalité
Co	0.10	0.12	0.26	0.16
C 10	0.40	0.49	0.60	0.50
C 100	1.00	1.00	1.00	1.00

Tableau 21 : Effet de l'acide cinnamique sur la mortalité des larves de premier stade.

Co : 0mg d'acide cinnamique / 5g de pois chiche, C10 : 10mg d'acide cinnamique / 5g de pois chiche, C100 : 100mg d'acide cinnamique / 5g de pois chiche

De même, les données du tableau 21 sont traduites par les figures 28 et 29 .

Taux moyen de mortalité en %

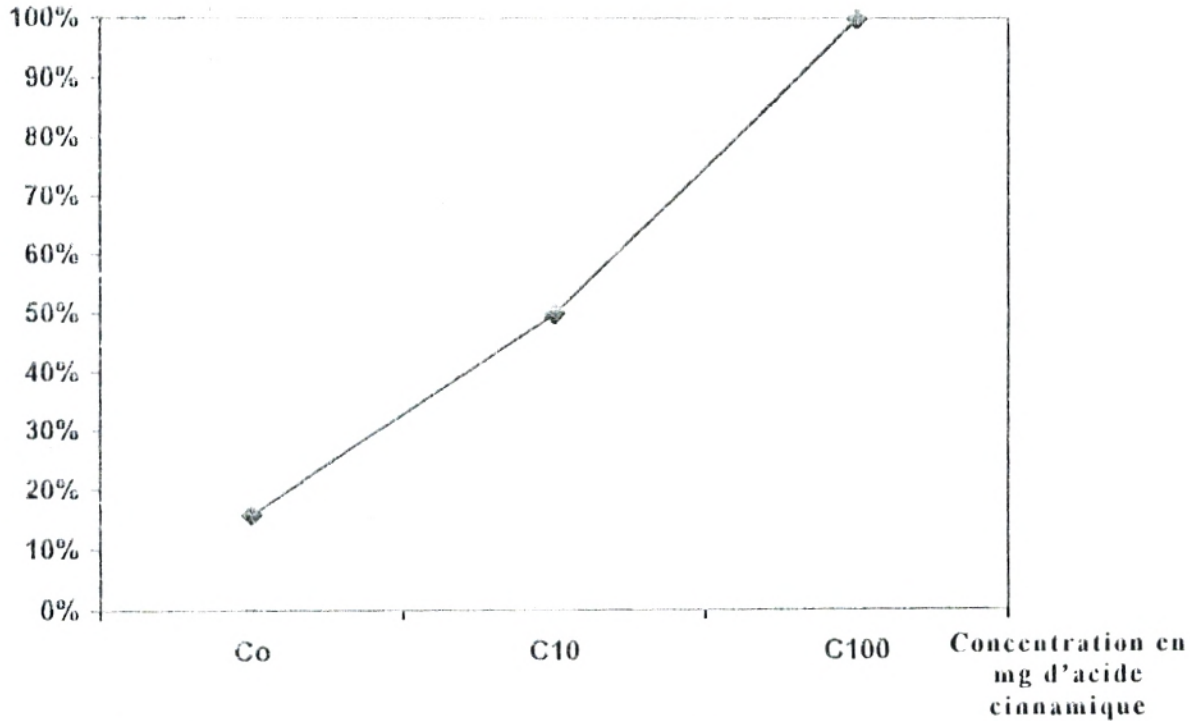


Figure 28 : Evolution du taux moyen de mortalité des Larves de premier stade en fonction de la concentration en acide cinnamique

Taux moyen de mortalité en %

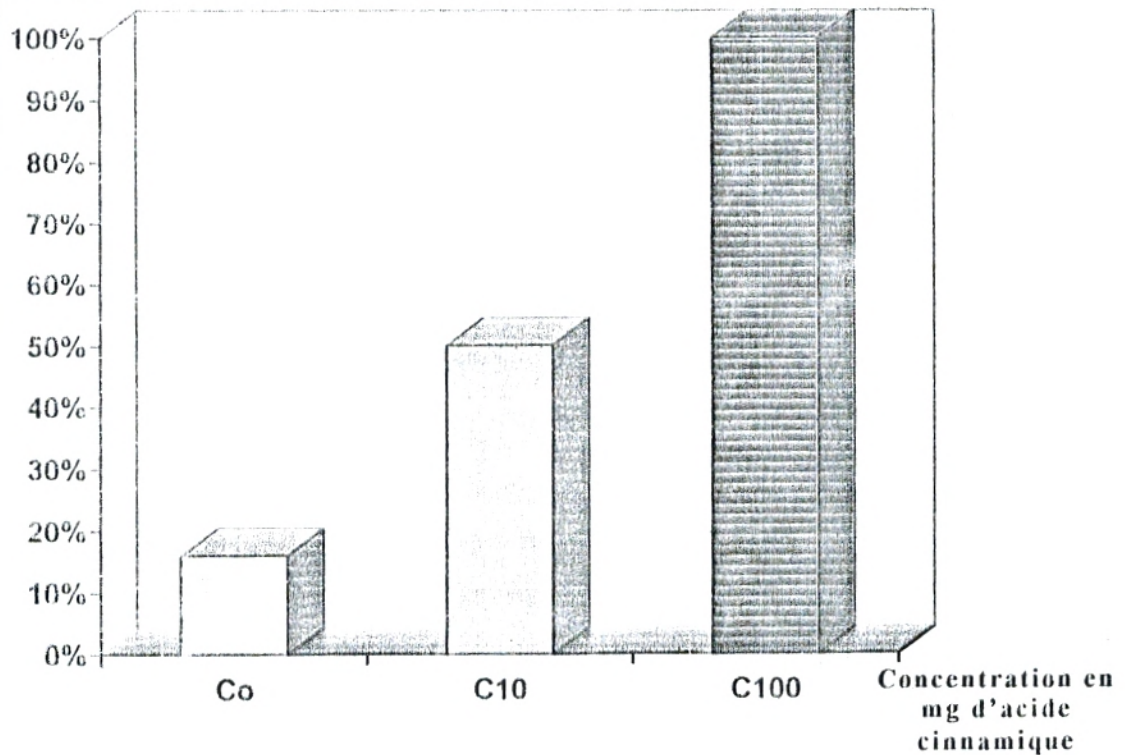


Figure 29 : Effet de l'acide cinnamique a des concentrations différentes sur la mortalité moyenne des larves de premier stade.

La comparaison du taux moyen de mortalité induit par 10 mg d'acide cinnamique avec celui des boîtes témoins nous révèle un écart réduit égal à 5,12, ce qui nous permet d'affirmer que ce produit a la concentration citée induit un taux moyen de mortalité très significativement supérieur a celui des témoins.

La valeur de l'écart réduit a la concentration maximale étudiée par rapport a celui des témoins est de 12,05. Cette valeur nous confirme l'action très significative de cet acide sur le taux moyen de mortalité des larves de premier stade.

Lorsque nous comparons l'effet de cet acide sur la mortalité des larves de premier stade entre les deux concentrations extrêmes étudiées, ceci révèle un écart réduit égal à 8,16, et confirme que 100 mg permettent d'atteindre un taux moyen de mortalité significativement supérieur.

6.2.6- Etude comparative de l'efficacité des composés phénoliques testés sur la mortalité des larves de premier stade

Il s'agit de déterminer le ou les composés phénoliques ayant donné les meilleurs résultats pour des concentrations minimales.

Les taux moyens de mortalité induits par les cinq produits testés au concentrations étudiées sont représentés dans le tableau 22.

Concentration en produit	Taux moyen de mortalité induit par les produits				
	Tanins	Acide cafeique	Acide cinnamique	Acide vanillique	Acide gallique
Co	16	16	16	16	16
C 10	18	31	50	24	15
C 100	23	36	100	54	32

Tableau 22 : Effet des cinq composés phénoliques a différentes concentrations sur la mortalité des larves de premier stade.

Co : 0mg de produit / 5g de pois chiche, C10 : 10mg de produit / 5g de pois chiche
 C100 : 100mg de produit / 5g de pois chiche

Les données du tableau 22 sont représentées par la figure 30 .

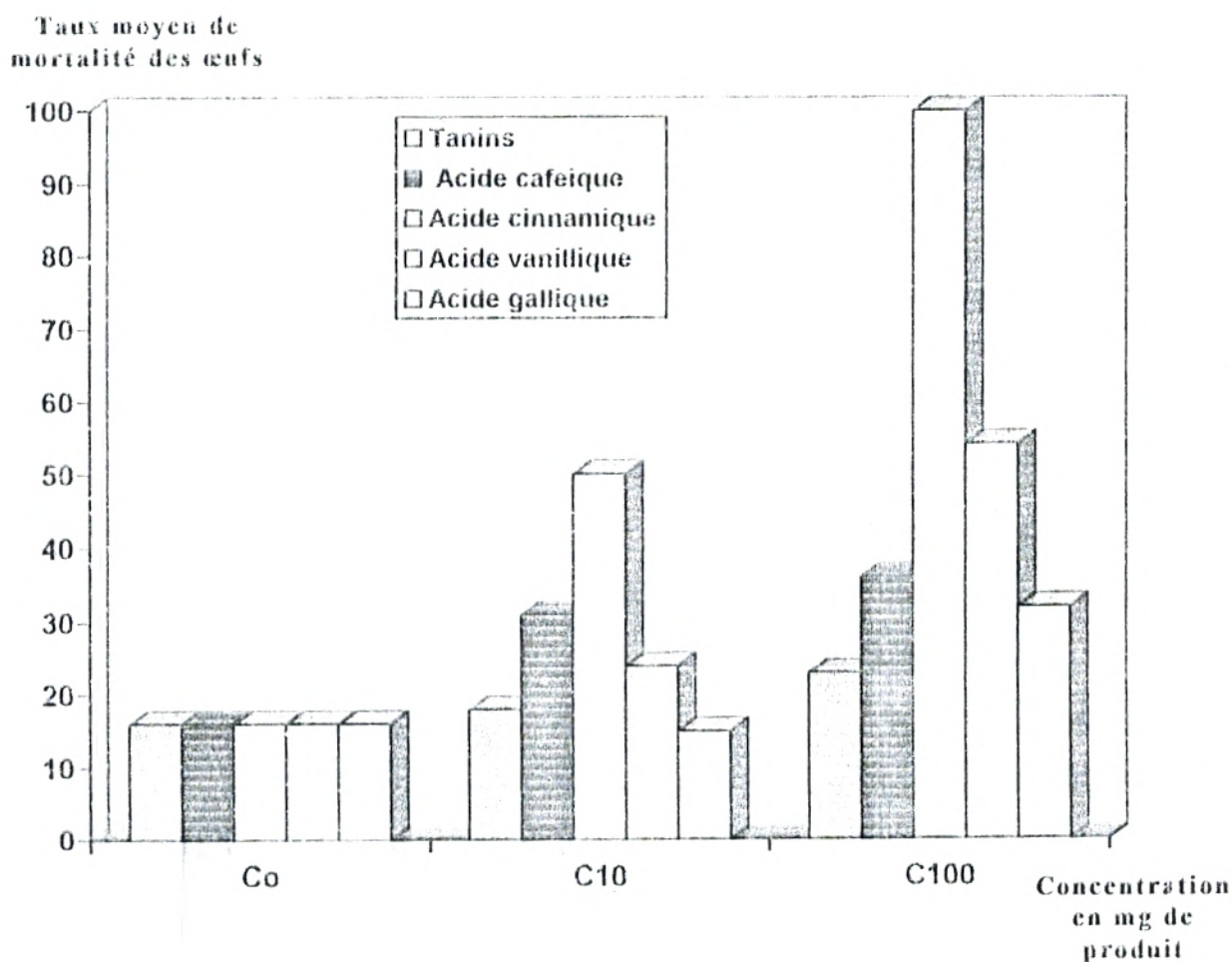


Figure 30 : Evolution du taux moyen de mortalité des larves de premier stade en fonction de la concentration en acide cinnamique

Il nous a semblé nécessaire de comparer les acides et une superposition des histogrammes s'est imposée.

D'après les histogrammes et l'analyse des écarts réduits faite pour chacun des produits testés, nous pouvons dire que ceux-ci présentent un effet significatif sur la mortalité des larves de premier stade à l'exception de l'acide vanillique et gallique à faible concentration et les

tanins aux deux concentrations testées, où la réponse reste très faible et le taux de mortalité n'a pas été atteint .

Bien que tous les composés phénoliques étudiés aient induit des taux moyens de mortalité appréciable, deux composés se révèlent important à savoir l'acide caféique et l'acide cinnamique .

Une classification peut être envisagée qui met en avant les deux produits à faible concentration, tableau 23.

Composés phénoliques	Taux moyen
Acide cinnamique C10	50
Acide caféique C10	31
Acide vanillique C10	35
Tanin C10	18
Acide gallique C10	15

Tableau 23 : Classification des composés phénoliques à faible concentration en fonction de leur efficacité sur la mortalité des larves

A forte concentration, l'acide cinnamique occupe l'avant.

Les composés phénoliques testés ont tous à des degrés différents ont une incidence sur la mortalité des œufs et des larves .

Leur utilisation pourrait être envisagée par la lutte contre ce déprédateur. Ces composés peuvent être mélangés aux graines, car ils ne sont pas étrangers à l'alimentation .

En effet, les boissons à base de plantes et les aliments d'origine végétale constituent les sources principales de polyphénols au sein de l'alimentation humaine

La consommation humaine en polyphénols aux Etats-Unis est estimée à 1g/ jours (KUEHNAV, 1986). Celle ci est de 0,5g / jours en

Grande Bretagne si l'on ne tient compte que de la consommation en thé seulement (STAGG et MILLIN, 1975).

De même que l'alimentation du bétail à base de caroube ou de féverole est elle aussi riche en phénols et tanins. Ce sont des données qui nous ont mis à l'aise pour l'utilisation des composés phénoliques pour traiter le pois chiche qui constitue une alimentation de base.

Il faut cependant noter certains inconvénients des phénols à forte dose. En effet, les tanins sont capables de fixer les protéines (KUMAR et SING, 1984), ils réduisent l'activité de certaines enzymes digestives.

L'action des phénols est complexe et diversifiée, c'est ainsi que l'acide caféique a une activité bactériostatique (PREZIOSI, 1962), il inhibe la croissance et l'activité protéolytique des bactéries intestinales de certains ruminants entraînant une mauvaise digestion.

Les tanins ont un effet bactéricide sur *Cellvitrío fulvus* (HENIS et al., 1964)

Bien qu'ils semblent poser un problème de digestibilité, ceci est en rapport avec les taux utilisés. Les phénols comportent aussi de nombreux avantages, ils confèrent par exemple à l'huile d'olive un effet antioxygène très significatif la protégeant des attaques oxydatives. Les pouvoirs antioxygènes de quelques phénols naturels de l'huile d'olive vierge ont été comparés. Il ressort que nous avons, par ordre de pouvoir antioxygène de décroissant l'hydroxytyrosol, l'acide caféique, l'euloropeine puis le tyrosol (PERRIN, 1992)

6.3- Effet des composés phénoliques sur le pouvoir germinatif du pois chiche

Dans le but de détecter une éventuelle action des phénols sur la faculté germinative des graines et d'obtenir des renseignements sur la valeur des semences l'effet des cinq composés phénoliques a été testé sur les graines saines.

Les résultats de cette effet sont consignés dans le tableau 11

Répétition	Nombre de Graines	Acide cinnamique		Acide Vanillique		Acide Gallique		Tanins		Acide caféique	
		Graine germées	Graines non germées	Graine germées	Graines non germées	Graine germées	Graines non germées	Graines germées	Graines non germées	Graine germées	Graines non germées
1	30	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0
2	30	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0
3	30	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0

Tableau 24 : Effets des acides sur le pouvoir germinatif du pois chiche

Les cinq composés phénoliques testés à la plus grande concentration n'ont aucun effet sur le pouvoir germinatif du pois chiche. La totalité des graines a germé même si elles sont traitées avec les deux acides qui ont donné des résultats significatifs sur la mortalité des larves du premier stade et sur l'éclosion des œufs de *Callosobruchus maculatus*. Si on envisage l'utilisation de ces produits dans la lutte contre cet insecte dans les lieux de stockage, les graines traitées avec ces produits peuvent être destinées à la semence puisque ces derniers ne présentent aucun effet sur le pouvoir germinatif du pois chiche.

Conclusion
générale

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au cours du stockage 20 à 40% des récoltes de céréales et de légumineuses sont détruites par les insectes ravageurs, les pertes sont souvent plus importantes en zone rurale où les techniques de conservation des récoltes sont généralement très rudimentaires. Ainsi les récoltes sont stockées dans des lieux mal entretenus où se trouvent les restes des récoltes précédentes fortement contaminées par les insectes. Ces lieux de stockage représentent des réservoirs permettant le maintien des populations d'insectes ravageurs tout au long de l'année. C'est à partir de ces réservoirs que les graines peuvent être contaminées dès qu'elles sont entreposées. De telles pertes peuvent entraîner des pénuries alimentaires sérieuses dans les régions où les récoltes sont souvent peu abondantes compte tenu des aléas climatiques et des faibles surfaces cultivées.

Il est donc nécessaire de rechercher des méthodes de contrôle des populations d'insectes ravageurs afin de limiter les pertes après récoltes. Sinon les légumes secs continueront de régresser. Or ces plantes peuvent produire les compléments de protéines dont le monde a besoin.

Tout développement des cultures de légumineuses passe par l'élaboration de méthodes de contrôle efficace des populations d'insectes, les coléoptères *Bruchidae*, qui sont les principaux ravageurs des graines.

L'objet de ce travail est de rechercher la relation entre la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* et son support alimentaire et si l'emploi de phénols peut modifier les conditions de développement de cet insecte.

Les graines de pois chiche infectées et utilisées dans nos expériences sont issues d'une variété locale ILC 482 et proviennent d'un lieu de stockage de la région d'Ouled Mimoun. Ces graines étaient conservées dans des sacs entreposés dans un hangar n'ayant subi aucun traitement.

Pour la longévité de cet insecte nous avons observé que les femelles ont une durée de vie moyenne supérieure à celle des mâles surtout lorsqu'elles sont isolées et en présence d'aliment, par contre lorsque nous privons les couples d'aliment nous avons constaté que les mâles vivent plus que les femelles.

La fécondité est variable chez les femelles de *Callosobruchus maculatus*, elle varie de 29 à 38 œufs par boîte et par femelle. Pour la fertilité nous constatons qu'elle varie de 43,7 % à 64,5 % avec une moyenne de 55,4 %.

Pour l'estimation des trous d'émergences nous constatons que le nombre de trous ainsi que le pourcentage de contamination diffèrent d'une graine à l'autre d'où l'affirmation d'un choix de graines par cet insecte avant de l'attaquer.

Pour le préférendum de ponte entre le haricot et le pois chiche, ce dernier est la plante hôte la plus favorable à la ponte de *Callosobruchus maculatus*.

En ce qui concerne l'emploi de phénols tels que l'acide caféique, l'acide cinnamique, l'acide vanillique, l'acide gallique, et les tanins ont été testés sur la mortalité des œufs et des larves de premier stade de la bruche du pois chiche et sur le pouvoir germinatif de cette plante hôte. Pour la mortalité des larves de premier stade, tous les produits testés présentent un effet significatif à l'exception de l'acide vanillique et l'acide gallique à faible concentration et les tanins aux deux concentrations testées.

Pour la mortalité des œufs nous avons constaté que l'effet des cinq produits testés n'était pas significatif à faible dose, à forte dose sauf deux acides, l'acide vanillique et l'acide cinnamique ont un effet significatif, les trois autres composés même à forte concentration demeurent sans effet sur l'éclosion des œufs.

Les graines traitées par les acides ont toutes conservé leur pouvoir germinatif d'où nous affirmons que ces produits n'ont aucun effet sur les graines destinées à la semence.

Cependant deux acides méritent une attention particulière du fait de leur action négative sur le développement de la bruche du pois chiche. Il serait souhaitable de poursuivre cette action sur d'autres états et stades de développement de la bruche du pois chiche et aussi des insectes de denrées stockées.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ ANONYME, 1976 – Rapport de l'enquête mondiale de la FAO sur les insectes des céréales et leur sensibilité aux insecticides. Ed FAO, 374p.

- ❖ ANONYME, 1986 – La lentille et le pois chiche pour une conduite mécanisée ITGC, El Harrach A L G E R, 16p.

- ❖ AVIDOV Z., APPLEBAUNS S. W. and BERLINGES M.J., 1965 – Physiological Aspects of Host Specificity in the *Bruchidae* on Positional Preference and Behaviour of *Callosobruchus chinensis* L. Ent. Exp. And appl. 8. pp 96 – 106.

- ❖ AYKROYD W., DOUGHTY J., 1982- Technologie des légumineuses dans l'alimentation Humaine. F.A.O (Rome), 238p.

- ❖ BELL E. A., 1980 – Non Protein Aminoacids in Plants : their Chemistry and Possible Biological Significance. Rev. Latinoamer Quim., 11, pp. 16 – 23.

- ❖ BENKEDDACHE D., 1999 – Etude du cycle biologique d'*Ephestia kuchniella* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) sur deux substrats alimentaires au laboratoire. Effet de quelques composés phénoliques sur la mortalité des larves de premier stade. Thèse de magister, Univ. Tizi Ouzou, 115p.

- ❖ BENSABRI S et BOUTRIF H, 1991 – Bioécologie de l'entomofaune des légumes secs : Applications a deux insectes *Callosobruchus maculatus* et *Bruchus rufimanus* Boh (Coleoptera, Bruchidae) Mémoire DES, Université de Tlemcen, 76p.

- ❖ BIEMONT J.C, 1983 – Quand la bruche attend le haricot. Les possibilités de rétention des ovocytes murs dans les oviductes latéraux et l'ajustement de la reproduction dans différentes populations d'un insecte spécialiste, *Acanthoscelides obtectus* Thèse Doctorat d'Etat Univ.Tours,1983,180p.

- ❖ BILIOTI E., 1971 – Tendances nouvelles dans la protection des plantes. Bull.C.E. pp17 – 16

- ❖ BOUCHENAK B., 1997 – Contribution a l'étude des insectes *Callosobruchus maculatus* F et *Callosobruchus chinensis* L (Coleoptera Bruchidae) liés aux graines de pois chiche (*Cicer arietinum*). Mémoire DES, Université Tlemcen , 46p.

- ❖ BOCKELEE – MORVAN A., GILLIER P., 1979 – La protection des stocks d'arachide contre les insectes. Oléagineux, 34 (3), pp. 131 – 137.

- ❖ BOUGHIDAD A., GILLON Y. et GAGNEPAIN C., 1986 – Influence du tégument des graines murs de *Vicia faba* sur le développement larvaire de *Callosobruchus maculatus*. Entomol.Exp.Appl. 42, pp.210-223

- ❖ CASWELL G.H., 1961 – The Infestation of Cowpea in the Western Region of Nigeria. Trop.Sci., 161 (3), pp 154 – 158

- ❖ CHAUVIN R., 1986 – Physiologie de l'insecte. Ed.INRA.564.576

- ❖ CORTESERO A.M, MONGE J.P et HUIGNARD.J, 1995 – Influence of Two Successive Learning Processes on the Reponse of *Eupelmus Vuilleti* crw (Hymenoptera: Eupelmidae) to Notatile Stimuli from Hosts and Host Plants Pleunum Publishing. pp.751.761 journal of insect, n° 6.

- ❖ DECELLE J., 1981 – Bruchidae Related to Grain Legumes in the Afrotropical Area in the Ecology of Bruchids Attacking Pulses.Ed.Labeyrie V, pp.185-193

- ❖ DELOBEL A et TRAN M., 1993 – Coléoptères des denrées alimentaires entreposés dan les régions audes. Orstom, PARIS. Publication pp 157-159

- ❖ DESROCHES P., 1994 – Development of *Callosobruchus chinensis* (L) and *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae) on seeds of vicia faba (L) differing in their tannin, vicine and convicine contents. Journal of stored product research 31: pp 86-89

- ❖ DOBIE P., 1981 – The Use of Resistant Varieties of Cowpeas (*vigna unguiculata*) to Reduce Losses Due to Post-harvest Attack by *Callosobruchus maculatus*. Ed junk publ. pp.185-192

- ❖ DOUMANDJI S., 1972 – Action des radiations gama sur la fertilité et la longévité d'*Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae). Thèse Doct 3^{ème} cycle. Fac. Sci. Paris, 130p.

- ❖ DOUMANDJI SE., 1977 – Le stockage et la lutte contre les ennemis des céréales. Séminaire – la meunerie et les industries céréalières, pp 4-14.

- ❖ DOUMANDJI SE., 1981 – Insectes des denrées stockées. Fiche technique n°2, 28p

- ❖ DOUMANDJI SE., 1982 – Les ravageurs des denrées stockées. Mod de zoologie. INA, El Harrach, 53p

- ❖ DREUX E., 1980 – Précis d'écologie – Ed. Press. Univers. Paris, 223p

- ❖ HABIBI T., 1998 - Inventaire et évaluation des dégâts des principaux insectes ravageurs des céréales stockés au niveau de la Wilaya de TIARET. Thèse d'Ingénieur, Université de Tiaret, 108 p

- ❖ HENIS Y., TAGARI H. and VOLCANI R., 1964 - Effect of Waters Extracts of Carol Pods, Tannic Acid and Growth of Microorganism. App. Microbiol. Vol 12 N°103, pp 204-209

- ❖ HUIGNARD J., 1971- Variations de l'activité reproductrice des mâles d'*Acanthoscelids obtectus*. J. Insect. Physiol, 17, pp 1245-1255

- ❖ HUIGNARD J., 1984 - L'activité reproductrice et le développement de *Bruchidius atrolineatus* sur les gousses sèches de *Vigna unguiculata* en zone sahelienne, mise en évidence d'une diapause imaginale. insect trop. sci. Application. 5(1), pp 41-49

- ❖ HUIGNARD J., 1985 - Importance des pertes dues aux insectes ravageurs des graines : Problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires, source de protéine végétales. UA CNRS 340, pp 193-204

- ❖ HUIGNARD J., 1995 - Adaptation of *Callosobruchus maculatus* Strain to *Vicia Faba* as its New Host Plant. 1996 Kluwer Academic Publishers. Printed In Belgium. URA CNRS, pp 156-159

- ❖ HUIGNARD J. et BIEMONT J. C., 1974 - Variations des pouvoirs fécondants et fertilisants des mâles d'*Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptère, *Bruchidae*) soumis à un traitement thermique de courte durée Ann. Soc. Ent. Fr. 10(4), pp 995 - 1009 .

- ❖ HOFFMAN A., LABEYRIE V. et BALASHOWSKY A.S., 1962 - Famille des *Bruchidae* in Balashowsky. Traité d'entomologie appliquée a l'agriculture. Edition Masson, Paris, Tome I, 477p

- ❖ JARRY M., 1984 - Histoire naturelle de la bruche du haricot dans un agrosystème du Sud-Ouest de la France : Contribution à l'étude de la structure et de la dynamique des populations d'*Acanthoscelides obtectus* dans les stocks et les cultures de *Phaseolus Vulgaris*. Thèse doctorat d'état, Univ. Tours, 200p.

- ❖ KHALFI W., 1983 - Biologie de la reproduction de *Callosobruchus maculatus*, effet de trois insecticides de synthèses sur la reproduction. Thèse de Magister en Agronomie. INA El Harrach, 75p

- ❖ KHELIL M.A, 1977 - Influence de la chaleur utilisée comme moyen de lutte Contre la Bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (*Coleoptera Bruchidae*) sur les différents états et stades de développement. Thèse Ing.Agr.INA, 77 p

- ❖ KHELIL M.A., 1994 - Influence de la chaleur utilisée comme moyen de lutte Contre les Bruches des légumineuses sur les différents états et stades de développement : Application à la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (*Coleoptera, Bruchidae*) Med.Fac.Land Boww Univ.Gent,59 / 2 a pp 423-427

- ❖ KUEHNAV L., 1986 - The Flavonoïds, A Class of Semi-essential Food Components, their Role in Human Nutrition. World Rev. Nutr. Diet. 24, pp 117 - 191

- ❖ KUMAR R. et SING M., 1984 - Tannins, their Adverse Role in Ruminand Nutrition J. Agric. Food. Chem. 32 pp 447-453

- ❖ LABEYRIE V., 1954 - L'influence du microclimat sur la ponte de la bruche du Haricot *Acanthoscelides obtectus* dans la nature. C.R. Ac Agri.,40,733,736

- ❖ LABEYRIE V., 1962 - Les *Acanthoscelides*. Entomologie appliquée à l'agriculture , A. S. Balachowstry Ed. Masson Publ. Paris, 1(1), pp 469 - 484.

- ❖ LABEYRIE V., 1981 – Vainere la carence protéique par le développement des légumineuses alimentaires et la protection de leur récoltes contre Bruches. Food and nutrition, bulletin, 3(1). Pp 24-38

- ❖ LEFEVRE G. et JOHNSON U.B. – 1962 – Sperm Transfer, Storage, Displacement and Utilization in *Drosophila melanogaster*, Geurtics 47, pp 1719-1736

- ❖ LEPESME P., 1944 – Les Coleopteres des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés, 335p

- ❖ LEPIGRE A.L., 1961 – Insectes du logis et du magasin. Reconnaissance mœurs et moyens de destruction. Insectarium, Jardin d'essai, Alger, 339p

- ❖ MILLS J.T., 1990 – Protection des grains et des graines oléagineuses stockées à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. Pub 1851/F.Agr Canada, 49p

- ❖ MONGE J.P and HUIGNARD J., 1991 – Populations Fluctuations of Two Bruchid Species *Callosobruchus maculatus* (F) and *Bruchidius Atrolineatus* (Pic) (*Coleoptera, Bruchidae*) and their Parasitoids *Dinarmus basalis* (Rondani) and *Eupelmus Vuilleti* Crawford) (*Hymenoptera, Pteromalidae, Eupelmidae*) In a Storage Situation in Niger. J. Afr. Zool. 105, pp187-196

- ❖ MONGE J.P, DUPONT P. and HUIGNARD J., 1994 – The Consequences of the Competition Between *Dinarmus basalis* and *Eupelmus Vuilleti* on the Development of their Host Populations. Acta Oecol. 16 : pp. 19-30

- ❖ MOUHOUCHE F., 1983 – Action de quelques insecticides sur quelques Paramètres biologiques de *Trogoderma granarium* (Everts) (*Coleoptera, Dermestidae*). Thèse Mag., INA El Harrach, 121p

- ❖ MULTON., 1982 – Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés (Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour Animaux) Tome 2, 49p.

- ❖ OUEDRAOGO A. P., SANON A., SOU S. and HUIGNARD J., 1996 – Influence of Temperature and Humidity on Populations of *Callosobruchus aculatus* (Coleoptera, Bruchidae) and its Parasitoid, *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two Climatic Zones of Burkuna Faso. Bull. Entomol. Res. 86 pp 695 –702

- ❖ OUEDRAOGO A.P., SANON A. and HUIGNARD J., 1998 – Biological Control of Bruchids in Cowpea Stores by Release of *Dinarmus basalis* (Hymenoptera, Pteromalidae) Adults, 0046-225x/98/0717, pp 717-725.

- ❖ OUFFROUK H ET AGGAD., 1996 – Contribution à la connaissance des maladies à virus des légumineuses alimentaires. Etats actuel sur les recherches des viroses affectant la fève (*Vicia faba* L) en Algérie, Revue, céréale, N° SP ,36p

- ❖ PERRIN j. I., 1992 – Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive Et de son huile. Revue n°1(2), pp.25-32

- ❖ PIMBERT M., 1983 – Etude préliminaire au laboratoire et dans la nature a Costa Rica de l'activité reproductrice de *Zabrotes subfasciatus* en présence de deux plantes hôtes, *phaseolus vulgaris* et *Phaseolus lunatus*. Thèse de 3^{ème} cycle. Univ. Tours, 200p

- ❖ PREZIOSI P., 1962 – Dal cynara scolinus all'acido 1-4 dicaffeilo chimico, Il Farmaco 17, pp 701-745

- ❖ REMBOLD., 1984 – Secondary Plant Products in Insect Control with Special Reference to the Azadirachtins. Pub, Amsterdam, pp 481-491

- ❖ ROSENTHAL G. A., 1982 – L. Canavanine, a Dietary Nitrogen Source for de Seed Predator *Caryedes brasiliensis*. Science, 217, pp 353 – 355.

- ❖ RIBEREAU GAYON., 1968 – Les composés phénoliques des végétaux Ed. Dunod, Paris pp.99-115

- ❖ SAHNOUN., 1996 – Contribution a l'étude de la valeur nutritionnelle de trois variétés de pois chiches prétraités essais in vivo sur souris. Thèse d'ingénieur en technologie alimentaire pp.27-30.

- ❖ SCHOONHOVEN A. V., 1978 – Use of Vegetable Oils to Protect Stored Beans from Bruchid Attack. J. Econ. Entomol,71 (2). pp 254-256

- ❖ SENOUCI F., 1998 – Les légumineuses alimentaires. Intérêt alimentaire, pharmaceutique - série . Nat sur les légumineuses 10. 12/5/98

- ❖ SHAZALI M.E., 1989 – The Susceptibility of Faba Bean and Other Seed Legumes to Infestation by *Bruchidius incarnatus* (bon) and *Callosobruchus maculatus* F (Coleoptera, Bruchidae)En: 20 pp 234-261

- ❖ SMARTT J., 1976 – Tropical Pulses. Longman Ed. Londres. pp 348

- ❖ SOUTHGATE B. J., 1978 – The Importance of the *Bruchidae* as Pests of Grains Legumes, their Distribution and Control. In Pests of Grain Legumes: Ecology and Control (eds S. R. Singh, Van Emden H. F. and Taylor T. A.), pp 219 – 229.

- ❖ STAG G.V and MULLIN D.J., 1975 – The Nutritional and Therapeutic Value of Tea. A Review. J. Sci. Food. Agric., 26, pp 1439-1459

- ❖ STANTON., 1970 – Les légumineuses à graines en Afrique, Pul. F.A.O. pp 199

- ❖ UTIDA., 1972 – Density Dependant Polymorphisme in the Adult of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptéra, bruchidae). J Stored Prod Res, pp 111-126

- ❖ VAN HUIS A., 1991 – Biological Methodes in Bruchid Control in the Tropics : a Review. Insect sci. Appl .12 , pp 87-102

- ❖ VENKATRAOS., NUGGEHALLIR., PINGALE S. V., SWAMINTHAN M. and SUBRENEA YAN V., 1960 -- Effect of Insect Infestation on Stored Field Bean (*Dolichos lablad*) and Black Gram (*Phaseolus mungo*). Food sci, 9, pp. 79 – 82.
- ❖ WIGHTMAN J.A., 1978 -- The ecology of *Callosobruchus Analis* : Morphometrics and Energetics of the Immature Stages. J. Animal Ecology, 47 pp 117-129
- ❖ YOSHIDA T., 1990 -- Historical Review of Bruchid Studies in Japon. In Bruchids And Légumes : Economics Ecology and Coevolution (Ed Fujii K. And Gate house AMR) pp . 1-24
- ❖ YU D.S et BYERS J. R., 1993 – Ennemis naturels des ravageurs des cultures dans les provinces des prairies. Station de recherches lethbridge (Alberta) pub d’Agr Canada. 1895/F. 31p