

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB DE BLIDA
FACULTÉ DES SCIENCES AGRO-VÉTÉRINAIRES ET BIOLOGIQUES
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**Impact de la formulation sur l'activité bio-cide des huiles
essentielles : Cas du Carvacrol**

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master 2 en Sciences de la
Nature et de la vie

Spécialité : Phytopharmacie Appliquée

Présenté par : M^{lle} **BOUCHAKOUR Soumia**

Devant le jury composé de :

Mme ALLAL.L	U.S.B. BLIDA	M.C.A	Présidente
Mr DJAZOULI .Z.E	U.S.B. BLIDA	M.C.A	Promoteur
Mlle TCHACKER.F.Z	U.S.B. BLIDA	MAGISTER	Co-promoteur
Mme MOUSSAOUI	U.S.B. BLIDA	MAGISTER	Examinatrice
BABA AISSA .K			
Mr KHALADIA	U.S.B. BLIDA	MAGISTER	Examineur

Septembre, 2012

REMERCIEMENTS

Bien que cette page soit très ordinaire, elle a pourtant une importance capitale. A titre personnel, je suis heureuse d'avoir l'occasion ici d'exprimer ma gratitude vis-à-vis de personnes qui ont eu un rôle réel ou relatif à ma thèse. J'espère que les mots que je m'appête à écrire réussiront à retranscrire fidèlement mes sentiments à leur égard.

Je remercie avant tout **DIEU** tout puissant, pour la volonté, la santé, et la patience qu'il m'a donné durant toutes ces années d'étude, afin je puisse en arrive là.

J'adresse mes vifs remerciements aux membres du jury :

Mme ALLAL, qui m'a fait l'honneur de présider le jury, Mr KHALADI, et Mme MOUSSAOUI. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et mes remerciements pour avoir accepté de faire partie du jury et pour avoir bien voulu évaluer ce travail.

J'adresse mes plus vifs remerciements à mon promoteur, Dr. DJAZOULI.Z.E, pour avoir bien voulu m'encadrer, pour ses précieux conseils, pour son aide, sa patience, et son suivi tout au long de la réalisation de ce mémoire. J'espère qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie également ma Co-promoteur Mlle TCHAKER .F.Z, amie et sœur, pour son aide, ses conseils et surtout pour son soutien tout au long de ce travail.

Je remercie également ma très chère mère qui m'a soutenue le long de mes années d'études avec amour et patience et qui a sacrifié de tout pour me voir heureuse et réussie, que dieu te garde pour moi « Inchallah ».

Je remercie vivement mon trésor « *Amira* » pour son amour inconditionnel et son soutien, Merci Sœur.

J'adresse mes profonds remerciements à mon *Amig@*, pour son amitié, son aide et son soutien, que dieu te garde pour ta famille. Merci Ani pour ta présence dans ma vie.

Je témoigne ma gratitude et mes remerciements à tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation depuis le primaire.

Un spécial remerciement à Mme AMMIA pour son aide et ses conseils.

Je tiens à remercier tout particulièrement la famille LANDJASSE pour son amour et son soutien.

Je tiens à remercier M^{me} BETTACHE S.E pour son amour, sa confiance et son aide.

Je remercie mes frères, sœurs : « Zaki, Raouf, Sidali et Lahcen. Imene, Naïna, Lynda, Fethia », et surtout mes collègues de la spécialité de Phytopharmacie Appliquée.

Enfin, j'exprime ma profonde reconnaissance à toutes les personnes, et amis, qui m'ont aidée d'un sourire, d'une critique, d'un encouragement ou d'un service.

Que chacun trouve ici le cordial merci qui lui revient

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très très chère Mère

A mon unique et adorable sœur

Pour lesquelles je prie dieu de les garder pour moi

*****... Soumia BOUCHAKOUR ...*****

IMPACT DE LA FORMULATION SUR L'ACTIVITE BIOCIDES DES HUILES ESSENTIELLES : CAS DU CARVACROL

Résumé

Dans le présent travail nous avons testé l'effet des molécules biologiques (le tween et le carvacrol) fraîches et stockées, sur les populations de *Sitophilus oryzae* sur blé tendre *Triticum aestivum* dans des conditions contrôlées de température et humidité.

La formulation fraîche de tween+ carvacrol à la dose complète (1%) a exercé un effet de choc sur l'abondance des populations de *S. oryzae*. Par ailleurs la formulation stockée a exercé un effet mais moins important.

On a marqué aussi que l'adjuvant (tween 3%) avait un effet insecticide vis-à-vis notre cible et ça dû à ses caractéristiques physiques permettant sa pénétration à travers la cuticule.

Mots clés :

Sitophilus oryzae, Carvacrol, Tween, adjuvant.

FORMULATION EFFECT ON BIOCIDES ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS: CASE OF CARVACROL.

Abstract

In this work the effect of biologic molecules (tween + carvacrol) fresh and stocked was tested on *Sitophilus oryzae* populations on wheat *Triticum aestivum* in controlled conditions.

The fresh formulation of (tween+ carvacrol) at the complete dose (1%) exercised a choc effect. Otherwise stocked formulation exercised less important effect.

Although we registered that the additive (tween 5%) has an insecticide effect against our target cause of its physical characteristics that makes penetration easier through cuticle.

Keywords:

Sitophilus oryzae, Carvacrol, Tween, additive.

تأثير الصياغة على الفعالية الحيوية للزيوت الأساسية : حالة الكارفاكروول

ملخص

من خلال العمل الحالي أجرينا تجربة لمعرفة تأثير الجزيئات البيولوجية للتركيبية المشكلة من (الكارفاكروول و توين) حديثة التشكيل و مخزنة على عشائر السيتوفيليس في ظروف مهياة. التركيبية الحديثة (الكارفاكروول و توين) بتركيز كامل 1 بالمائة أظهرت تأثير حاسم على عشائر السيتوفيليس في حين أن التركيبية المخزنة لم يكن لها نفس التأثير. كما سجلنا أن للضاف (توين 3 بالمائة) تأثير المبيد الحشري و هذا ناجم عن خصائصه الفيزيائية المسهلة للنفاذية عبر القشرة الخارجية للحشرة المدروسة.

كلمات البحث:

السيتوفيليس أوريصي، الكارفاكروول ، توين، مضاف.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I.1. Origine géographique de blé tendre.....	4
I.2. Biologie de blé tendre.....	4
I.2.1. Position systématique.....	4
I.2.2. Cycle biologique de développement.....	5
I.2.2.1. La période végétative.....	5
I.2.2.2. La période reproductrice.....	5
I.2.2.3. La période de maturation.....	5
I.3. Les exigences des céréales.....	6
I.4. Usages du blé tendre.....	8
I.5. Types de stockage.....	8
I.5.1. Le stockage traditionnel du blé en Algérie.....	8
I.5.2. Autres méthodes de stockage peu fréquent actuellement.....	8
I.5.2.1. Le stockage en gerbes.....	8
I.5.2.2. Le stockage en épis.....	9
I.5.2.3. Le stockage des grains avec leurs balles.....	9
I.5.2.4. Le stockage en sac du blé.....	9
I.5.2.5. Le stockage du blé en vrac.....	9
I.5.2.6. Le stockage du blé en silo.....	10
I.6. Facteurs de détérioration des céréales.....	10
I.6.1. Les vertébrés.....	10
I.6.2. Bactéries.....	10
I.6.3. Moisissures.....	11
I.6.4. Les arthropodes.....	11
I.6.4.1. Présentation de <i>S. oryzae</i>.....	12
I.6.4.1.1. La position systématique.....	12

I.6.4.1.2.La répartition géographique.....	13
I.6.4.2.Biologie de développement.....	13
I.6.4.2.1.Description morphologique des différents stades de <i>S. oryzae</i>	13
I.6.4.2.2.La ponte.....	16
I.7. Les effets néfastes de détériorations des grains.....	17
I.8. Moyens de lutte.....	18
I.8.1. Les biopesticides.....	18
I.8.1.1. Les huiles essentielles.....	19
CHAPITRE II :Matériel et méthodes	20
II.1. Objectif.....	20
II.2. Matériel d'étude.....	20
II.2.1. Matériel de laboratoire.....	20
II.2.2.Matériel biologique.....	21
II.2.2.1. Matériel végétal.....	21
II.2.2.2. Matériel animal.....	21
II.2.2.3. Produits utilisés.....	21
II.3. Méthodes.....	21
II.4. Elevage du ravageur.....	22
II.5. Dispositif expérimental.....	22
II.6. Analyse statistique des résultats.....	24
II.6.1.Analyses multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer et <i>al.</i> , 2001).....	24
II.6.2. Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009).....	24
CHAPITRE III : RÉSULTATS	25
III.1.Tendance globale des effets des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	25

III.1.1. Tendance globale des effets des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîchement préparées sur l'abondance des populations de <i>S. oryzae</i>	25
III.1.2. Tendance globale des effets des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) stockées sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	27
III.1.3. Tendance globale des effets des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîches et stockées sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	29
III.2. Evaluation de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	31
III.2.1. Evaluation de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîches sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	31
III.2.2. Evaluation de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) stockées sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	32
III.2.3. Evaluation de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîches et stockées sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	34
III.3. Effets comparés de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	37
III.3.1. Effets comparés de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations)	

fraiches sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	37
III.3.2. Effets comparés de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) stockées sur l'abondance des populations de <i>Sitophilusoryzae</i>	40
III.3.3. Effets comparés de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraiches et stockées sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i>	42
CHAPITRE IV : DISCUSSION	45
Conclusion et Perspectives	50
ANNEXE	

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

Liste des figures

Figure I.1. Différents stades de développement de blé tendre (Soltner, 2005).....	07
Figure I.2. Coupe d'un grain de blé montrant un œuf de <i>S. oryzae</i> Linn. Dans sa logette. (in Acta, 1982).....	15
Figure I.3. Larve de <i>S. oryzae</i> L. (in Acta, 1982).....	15
Figure I.4. Nymphe de <i>S. oryzae</i> dans un grain de blé. (in Acta, 1982).....	15
Figure I.5. : <i>Sitophilus oryzae</i> adulte (Coleoptera : Curculionidae) (Belgique Hainaut Mons 2006).....	15
Figure I.6. Cycle de développement de <i>S. oryzae</i> (in Acta, 1982).....	16
Figure I.7. Les dégâts de <i>S. oryzae</i> adulte sur les grains de maïs (Belgique Hainaut Mons 2006).....	17
Figure II. 1.: Schéma récapitulatif de la logique des traitements appliqués.....	22
Figure II.2.: Dispositif expérimental des traitements appliqués.....	23
Figure III.1. Evolution temporelle de l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i> sous l'effet de différentes formulations des molécules biologiques fraîches.....	26
Figure III.2. Evolution temporelle de l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i> sous l'effet de différentes formulations stockées à base de molécules biologiques du Tween et du Carvacrol.....	28
Figure III.3. Evolution temporelle de l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i> sous l'effet des molécules biologiques fraîches et stockées de Tween, du Carvacrol et leurs formulations.....	30
Figure III.4: Analyse en composantes principales (A.C.P.) du traitement biologique frais sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i> en fonction du temps.....	32
Figure III.5. Analyse en composantes principales (A.C.P.) du traitement biologique stocké sur l'abondance des populations de <i>Sitophilus oryzae</i> en fonction du	

temps..... 34

Figure III.6. Analyse en composantes principales (A.C.P.) du traitement biologique frais et stocké sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* en fonction du temps..... 36

Figure III.7. Abondance comparée de *Sitophilus oryzae* selon les molécules, et la période de suivi..... 37

Figure III.8. Graphes du modèle ANOVA appliqué à l'interaction périodes / molécules sur *S. oryzae*..... 39

Figure III.9. Abondance comparée de *Sitophilus oryzae* selon les molécules, et la période de suivi..... 40

Figure III.10. Graphes du modèle ANOVA appliqué à l'interaction périodes / molécules sur *Sitophilus oryzae*..... 41

Figure III.11. Abondance comparée de *Sitophilus oryzae* selon les molécules, et la période de suivi..... 42

Figure III.12. Graphes du modèle ANOVA appliqué à l'interaction périodes / molécules sur *Sitophilus oryzae*..... 44

PDF Creator
www.nuance.com

CHAPITRE I
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Origine géographique de blé tendre

Le blé tendre est apparu entre 5000 et 6000 ans avant Jésus-Christ dans le croissant fertile puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe (Doussinault et *al.*, 1992). C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule Italienne et de la Sicile (Bonjean, 2001 *in* Boulal et *al.* 2007).

I.2. Biologie de blé tendre

I.2.1. Position systématique

Le genre *Triticum* appartient à la tribu des Triticées au sein de la famille des Poacées et plus largement au groupe des angiospermes, monocotylédones (BOGARD, 2011).

D'après Chadeaud et E. Jeiger (1950), Prats (1960) et Feillet (2000), la position taxonomique du blé tendre est la suivante :

Règne: *Plantae* (Règne végétale)
Division: *Magnoliophyta* (Angiospermes)
Classe: *Liliopsida* (Monocotylédones)
S/ Classe: *Commelinidae*
Ordre: *Poale*
Famille: *Poaceae* (ex : Graminées)
S/ Famille: *Triticeae*
Tribu: *Triticinae* (Triticées)
S/Tribu: *Triticinae*
Genre: *Triticum*
Espèce: *Triticum aestivum L / Triticum vulgare*

I.2.2. Cycle biologique de développement

Le blé tendre *Triticum aestivum* L. compte parmi les espèces les plus anciennement cultivées, c'est une plante annuelle herbacée; leur cycle évolutif passe par trois grandes périodes (une période végétative, une période reproductrice et enfin une autre de maturation) (Boufenar- Zaghouane et Zaghouane, 2006) (Figure I.1).

Les mécanismes végétatifs et reproducteurs de blé tendre, de la germination à la maturation des grains, sont identiques (Solène, 2005).

I.2.2.1. La période végétative

Cette période s'étend de la germination au tallage, elle est marquée par la production de racines, feuilles et tiges. Cette dernière elle-même englobe trois stades principaux (Boufenar- Zaghouane et Zaghouane, 2006):

- Phase semis-levée
- Phase levée-début tallage
- Phase début tallage- début montaison

I.2.2.2. La période reproductrice

Cette phase est marquée par une différenciation de l'ébauche d'épillet sur l'apex, et aussi une différenciation des pièces florales: glumelles (inférieure et supérieure); organes sexuels (étamines et stigmate); et enfin l'apparition des épis et des fleurs (Boufenar- Zaghouane et Zaghouane, 2006).

I.2.2. 3. La période de maturation

Elle est marquée par le remplissage des grains; c'est le stade de la maturation physiologique (Boufenar- Zaghouane et Zaghouane, 2006).

I.3. Les exigences des céréales

Les céréales ont des exigences climatiques et édaphiques spécifiques pour accomplir leur cycle de développement. Par rapport aux exigences climatiques. L'eau est l'élément moteur de la croissance et du développement de cette plante. La température est le facteur climatique qui contrôle ces deux phénomènes. Ainsi, les céréales d'hiver vernalisées c'est-à-dire ayant connu leurs besoins en froid et acquis l'aptitude à la floraison, et les céréales de printemps produisent des épis en jours longs. Des exigences édaphiques déterminées sont également exprimées par ces espèces (Anonyme, 2008 a).

En effet la culture du blé est effectuée sur tous les continents et dans les zones des régions tropicales humides. Sa culture s'est aussi étendue aux régions de climats tempérés froids, s'approchant des latitudes de 60 °N et 55 °S (Anonyme, 2008 b).

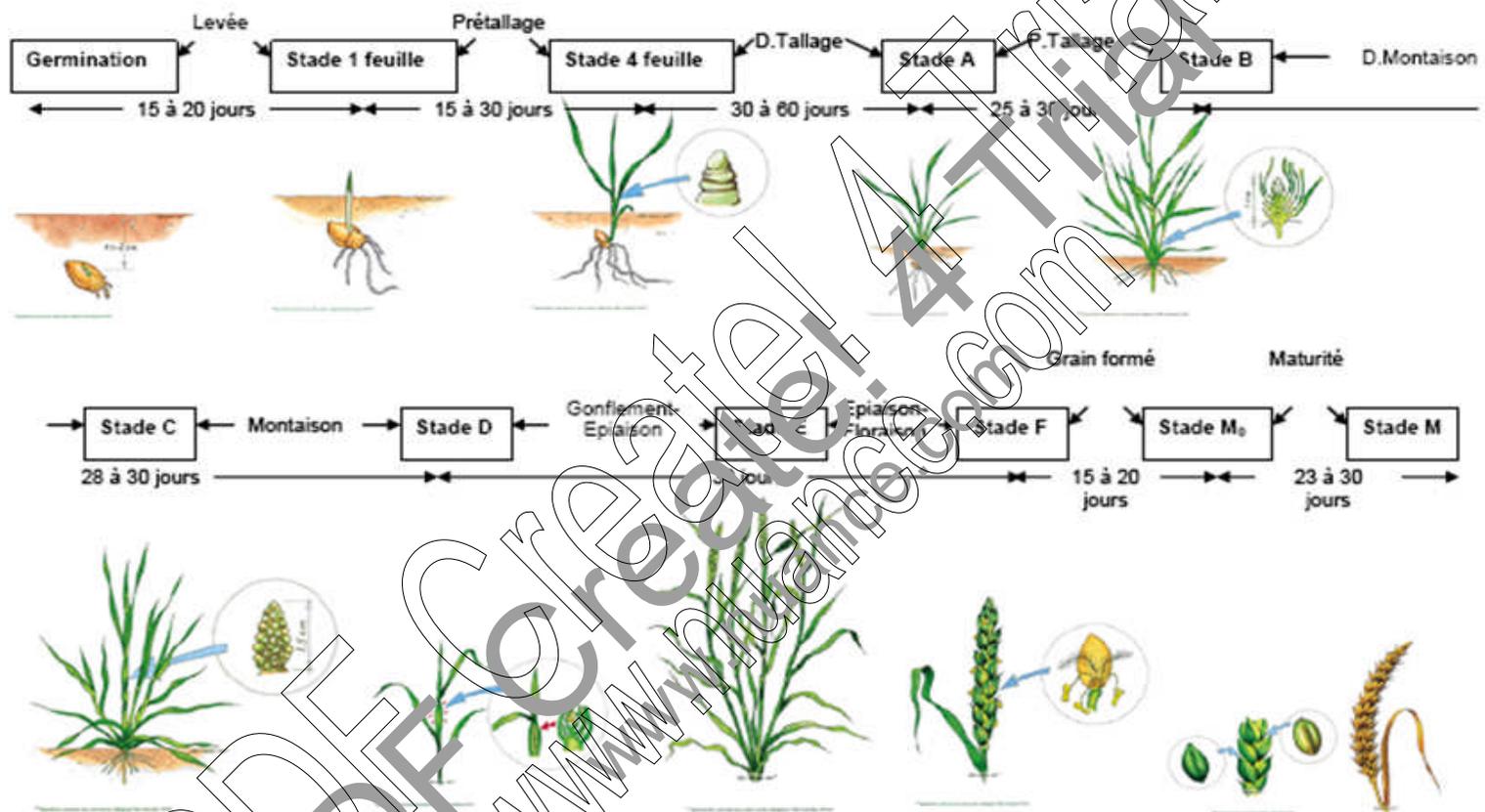


Figure I.1. Différents stades de développement de blé tendre (Soltner, 2005)

I.4. Usages du blé tendre

Le blé tendre est utilisé à des fins divers; blés fourrages pour l'alimentation des bétails, blés pour panification et la biscuiterie, et depuis 1993 blé pour la fabrication de carburant (blé « éthanol »). Ces utilisations diffèrent par les qualités technologiques requises, liées entre autres à la teneur en protéines et à la nature de ces dernières (Godon et Willm, 1991).

En Algérie, les céréales constituent la base de l'alimentation, elles présentent à elles seules 73.6% de l'apport calorique globale et fournissent en moyenne 80% des protéines totales consommées (cuisine-dz, 2008).

I.5. Types de stockage

Les céréales sont des produits stockés à long terme et présentent une facilité pendant leurs transports (Doumandji et al., 2003).

I.5.1. Le stockage traditionnel du blé en Algérie

Le paysan algérien, sur les Hauts plateaux, conservait tant bien que mal, le produit de ses champs d'orge et de blé dans des ensembles creusés dans un sol argileux généralement à un endroit sur le vers ou proche de la ferme. C'est ce qu'on appelle « El-matmoura ». La capacité de ces lieux de stockage est variable, elle est de l'ordre de quelques mètres cubes (Doumandji et al., 2003).

C'est une technique archaïque peut être encore utilisée dans certaines régions isolées. L'inconvénient majeur de cette dernière, c'est la trop forte humidité et les eaux d'infiltration qui favorisent le développement des moisissures et les phénomènes de fermentation bactérienne (Doumandji et al., 2003).

I.5.2. Autres méthodes de stockage peu fréquent actuellement

I.5.2.1. Le stockage en gerbes

C'est la méthode traditionnelle appliquée depuis de haut Moyen Age au moins dans presque toute l'Europe non méditerranéenne. On peut entasser les gerbes en plain air (gerbiers, meules), mais cette variante semble plutôt récente 18^{ème} siècle, l'usage le plus courant étant le stockage en grange, laquelle abrite aussi l'aire à battre au fléau. En gerbes, le grain est à l'abri de l'échauffement et du charançon (Sigaut in Multon, 1982).

I.5.2.2. Le stockage en épis

Le stockage en épis est une technique très répandue pour toutes sortes de céréales dans le monde. Il demande bien moins de volume que le stockage en gerbes, d'où un coût moindre en bâtiments et par conséquent le contrôle de l'ambiance du stockage est plus facile (Sigaut *in* Multon, 1982).

I.5.2.3. Le stockage des grains avec leurs balles

Bien qu'il soit assez peu fréquent, ce mode de stockage n'est pas sans intérêt. Il semble que la présence des balles ralentisse la propagation des insectes ou celle de l'échauffement par rapport à ce qui se passe dans le grain en vrac, sans exiger beaucoup de volume supplémentaire. Le mélange grains-balles est parfois stocké en grenier, comme le grain en vrac. Plus souvent, semble-t-il, il est stocké dans un contenant clos, quoiqu'à parois non étanches au gaz (Sigaut *in* Multon, 1982).

I.5.2.4. Le stockage en sac du blé

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute. Les sacs entreposés dans divers locaux, magasins ou hangars. En cas de traitement chimiques, cette toile de jute permet le passage des fumigeant, pesticides très volatiles capables d'agir sur l'appareil respiratoire des insectes. Souvent ce type de stockage est passé par dans les milieux où l'autoconsommation est forte (Doumandji et *al.*, 2003).

I.5.2.5. Le stockage du blé en vrac

Bien qu'il soit plus difficile à conserver les produits précédents, il est tellement plus commode de transporter et d'échanger le grain en vrac qu'on a toujours cherché à le stocker sous cette forme.

Les techniques destinées à conserver le grain dans un état aussi proche que possible de son état initial: les silos souterrains sont une des plus importantes d'entre elles (Sigaut *in* Multon, 1982). Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. Malheureusement les contaminations sont possibles (Doumandji et *al.*, 2003).

I.5.2.6. Le stockage du blé en silo

De nos jours, les silos permettent de stocker plusieurs types de céréales en même temps: ils sont multi-produits. Ce sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal. Elles sont fermées à leur partie supérieure par un plancher sur lequel augmente l'aire de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux. (Duron, 1999).

I.6. Facteurs de détérioration des céréales

Malheureusement, de nombreux agents de détérioration (vertèbres, insectes, moisissures, acariens) sont la cause de la perte d'une grande partie des récoltes de céréales.

I.6.1. Les vertébrés

Un nombre innombrables des vertébrés (rongeurs, tels que souris, rats; oiseaux...) peuvent vivre aux dépens des stocks de grains mal protégés, dont ils peuvent consommer des quantités considérables. En outre leurs déjections peuvent servir de vecteurs de germes pathogènes (Multon, 1982). Ainsi, ils interviennent dans le processus de contamination en provoquant des lésions physiques dans les tissus végétaux qui favorisent la pénétration des spores (Le Bars, 1982 in Jouany et Yiannicouris, 2002).

I.6.2. Bactéries

En plus de certains mycètes thermophiles, les bactéries sont responsables des étapes finales du chauffage microbiologique qui se produit en grains et graines (Christensen, 1982). De nombreuses bactéries peuvent atteindre plusieurs millions par gramme sur les grains fraîchement récoltés. La population bactérienne est essentiellement constituée par des Eubactéries qui renferment une très forte proportion d'Entérobactéries, notamment de coliformes pigmentés ou "bactéries jaunes", toujours abondantes sur les céréales (Richard- Molard *in* Multon, 1982).

I.6.3. Moisissures

Plus de 150 espèces des moisissures et des levures filamenteux ont été rendu compte dans les grains de céréale. La plupart des moisissures sont trouvés probablement sur les grains de céréales comme contaminants extérieurs (Christensen, 1982). Les fourrages et les céréales sont naturellement en contact avec des spores fongiques avant, pendant et après la récolte, durant le transport et le stockage. La croissance fongique est régie par de nombreux paramètres physico-chimiques, notamment la quantité d'eau libre, la température, la présence d'oxygène, la nature du substrat et le pH (Jouany et Yiannikouris, 2002).

Les moisissures se développant aux champs nécessitent une forte humidité (20 à 25%) pour leur croissance (Hesseltine, 1976), alors que les moisissures de stockage sont capables de croître sur des substrats contenant de 10 à 18 % d'humidité (Lillehoj et Elling, 1983; Molinié et Pfohl-Leszkowicz, 2003).

I.6.4. Les arthropodes

Les insectes et les acariens sont les plus petits ravageurs des denrées entreposées. La présence de la plupart des arthropodes, et singulièrement d'acariens, est révélatrice de mauvaises conditions de conservation (Multon, 1982).

Les insectes, endommagent l'enveloppe des grains, ce qui favorise la pénétration des moisissures à l'intérieur de la graine (Molinié et Pfohl-Leszkowicz, 2003).

Parmi les insectes nuisibles des stocks, le charançon du riz, *Sitophilus oryzae*, est considéré comme l'ennemi le plus important des grains dans les pays tropicaux (Champ et Dyte, 1976). Des études antérieures ont montré l'importance des dégâts que causent ces insectes au niveau des stocks. En effet, la larve de ce charançon consommerait 10 mg de grains pendant son développement alors que l'adulte consommerait 0,49 mg par jour (Kehe, 1975 ; Fleurat-Lessard, 1984 ; Yadi, 1987).

I.6.4.1. Présentation de *S. oryzae*

I.6.4.1.1. La position systématique

D'après Lepesme (1944), cet insecte est un petit Coléoptère appartenant au genre *Sitophilus* et à la famille de Curculionidae. Anciennement connu sous le nom de *Calandra* il est maintenant, communément appelé charançon des grains (Risbec, 1950; Farlan, 1983; Ratnadass, 1984; Yadi, 1987).◇

Sitophilus oryzae, est une espèce très polyphage pouvant en manger diverses céréales, mais aussi certaines légumineuses portant réputation pour leur toxicité liée à la grande diversité des métabolites secondaires qu'elles synthétisent (Harborne et al., 1971; Bisby et al., 1994.)

Selon Hoffmann (1954) et Borror et al (1981), la position systématique de *Sitophilus oryzae* L. est la suivante.

Embranchement :	Arthropodes
S/Embranchement :	Arénnates
Classe :	Insectes
Sous-classe :	Pterygotes
Super-ordre :	Coléoptéroïdes
Ordre :	Coléoptères
Cous-ordre :	<i>Polyphaga</i>
Super-famille :	<i>Phytophagoidea</i>
Famille :	<i>Curculionidae</i>
Sous-famille :	<i>Rhynchophorinae</i>
Genre :	<i>Sitophilus</i>
Espèce :	<i>Sitophilus oryzae</i>

I.6.4.1.2. La répartition géographique :

D'après Deuse et Atchikiti (1986) et Duget (1986), la répartition géographique des trois espèces de *Sitophilus* est différente avec des recouvrements parfois importants. Ceux-ci sont dus aux conditions climatiques et aux habitudes alimentaires de ces ravageurs et principalement, de leurs larves. *Sitophilus oryzae* L. ou charançon du riz, vit dans les pays chauds. C'est le premier ravageur mondial par sa fréquence dans les échantillons et par ses dégâts occasionnés sur les céréales. Il est présent en France où il cause autant de dégâts sur les céréales. Il se développe dans les mêmes grains que le charançon du blé; mais, il se rencontre, d'autre part, en Afrique du Nord, dans les légumineuses telles que le pois chiche et le niébé (Duget, 1986).

I.6.4.2. Biologie de développement

I.6.4.2.1. Description morphologique des différents stades de *S. oryzae*

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

La larve (Figure. I.3): Après éclosion, la jeune larve passe par quatre stades que l'on identifie par la longueur de la capsule céphalique. La larve est de forme très ramassée, presque globuleuse. Sa couleur est blanchâtre. Sa tête, d'un brun clair porte des mandibules plus sombres, fortes et triangulaires. Au plan morphologique, la larve de *Sitophilus* se distingue des larves des autres Coléoptères des denrées par l'absence de pattes. Sur le plan physiologique, la différence s'établit par le nombre, à la fois constant et très peu élevé de ses mues; on compte, au total, 3 mues correspondant à 4 stades larvaires (Lacoste, 1970 ; Steffan, 1978).

Peu avant la métamorphose, la longueur de la larve du 4^{ème} stade atteint, environ, celle de l'adulte. L'évolution larvaire est variable et s'étend sur un à quatre mois suivant la température et d'autres facteurs ambiants d'élevage (Lepesme, 1944 ; Steffan, 1978).

La nymphe (Figure I.4); a son complet développement, la larve aménage une sorte de chambre de nymphose où elle passe par un stade pré-nymphal. Après une période d'immobilisation de 50 heures environ, la pré-nymphe se transforme en nymphe (Lepesme, 1944). La durée de ce dernier stade varie de 6 jours (à 22°C) à 15 jours (de 16° à 18°C). Après la métamorphose, la nymphe, morphologiquement identique à l'adulte, reste repliée, le rostre tourné vers l'abdomen, se transforme en un imago d'aspect clair, qui demeure à l'intérieur du grain, encore 3 à 5 jours (à 25°C), en attendant que durcissent ses teguments. L'imago perce, ensuite l'enveloppe du grain et s'échappe à l'extérieur par l'extrémité opposée au trou où l'adulte a déposé l'œuf. Les teguments brunissent, alors, progressivement, au contact de l'air pour donner au charançon sa couleur définitive. (Mathlein, 1938 ; Longstaff, 1981)

L'adulte (Figure I.5); L'adulte de *S. oryzae* est un petit Coléoptère de couleur variant du brun-foncé au noir, mesurant de 2,5 à 4,5 mm. Comme tous les charançons, il se caractérise par la forme de sa tête prolongée par un tube cylindrique appelé rostre. Ce rostre est finement ponctué et porte, à son extrémité, des pièces buccales broyeuses. Il porte aussi des antennes coudées, généralement formées de huit articles et terminées en massue. Les trois espèces inféodées aux céréales – *S. oryzae*, *S. granarius* et *S. zeamais* en raison de leur extraordinaire potentiel de destruction des céréales entreposées (Laviolette et Nardon, 1962 ; Genier et al., 1986). *S. oryzae* et *S. zeamays* se distinguent de l'espèce *S. granarius* par la présence, sur chaque élytre, d'une paire de petites taches rousses (Lacoste, 1970 ; Fleurat Lessard, 1982). La longévité moyenne de *Sitophilus* est d'environ 4 mois à une température de 25°C et à 70% d'humidité relative (Steffan, 1978).

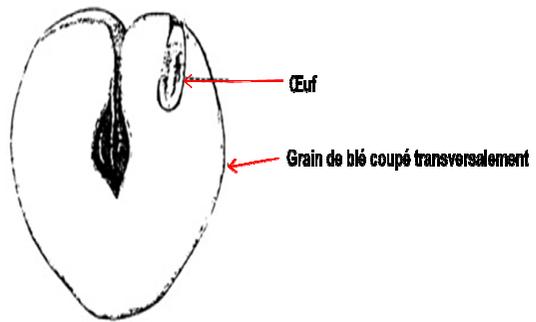


Figure.I.2. Coupe d'un grain de blé montrant un œuf de *S. oryzae* Linn. Dans sa logette. (in Acta, 1982)

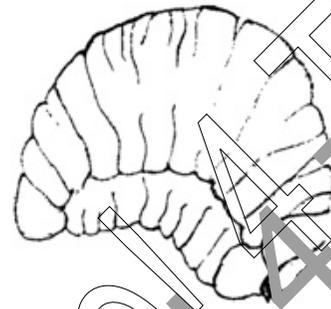


Figure.I.3. Larve de *S. oryzae* L. (in Acta, 1982)



Figure.I.4. Nympe de *S. oryzae* dans un grain de blé. (in Acta, 1982)

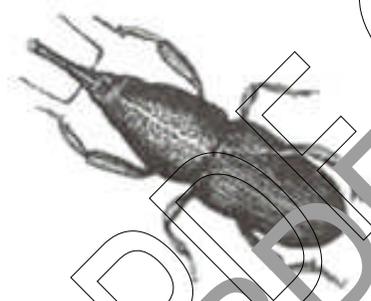


Figure.I.5. : *Sitophilus oryzae* adulte (Coleoptera : Curculionidae) (Belgique Hainaut Mons 2006)

I.6.4.2.2. La ponte

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

Plusieurs études montrent que tous ces caractères se rencontrent sur des substrats nutritifs très différents. L'adulte peut se nourrir de farine, de semoule, de graines concassées, mais les femelles ne pondent que dans des grains ou des morceaux de grains suffisamment grands. De plus, elles sélectionnent qualitativement les grains (Steffan, 1978).

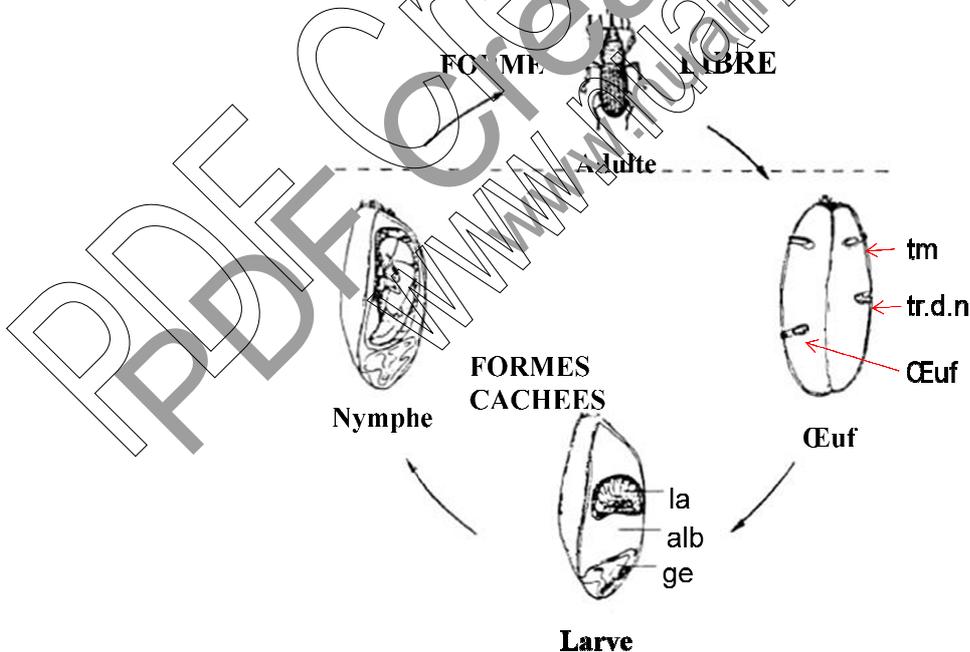


Figure I.6. Cycle de développement de *S. oryzae* (in Acta, 1982).

la : larve apode, alb : albumen, ge : germe, tm : tampon mucilagineux, tr : trou de nourriture (FLEURAT-LESSARD, 1982a)

I.7. Les effets néfastes de détériorations des grains

Les grains de céréales forment un excellent substrat pour les moisissures (Mills, 1990). Pendant le stockage, la récolte de céréale subit généralement la perte de qualité, qui est caractérisée par susceptibilité accrue à l'infection par les mycètes, les insectes et les acarides (Fonte, 1989 *in* Ominski, 1994).

Les mycètes causent beaucoup de genres de détérioration ou de dommages dans le grain. Ceux-ci incluent la diminution de la germination, la décoloration, les changements chimiques et alimentaires, le chauffage, le durcissement (Christensen, 1982) et des mauvais goûts qui a comme conséquence le rejet du produit (Kinderlerer, 1989).

L'activité fongique mène également aux pertes de matière sèche et de valeur nutritive (Magan et Lacey, 1988). Il y a aussi des problèmes de santé dus à la formation des mycotoxines et des spores allergéniques (Olsson, 2000).

Il y a une perte de qualités organoleptiques aussi les modifications des propriétés rhéologiques (caractéristiques plastiques) des pâtes. Les moisissures et mycotoxines entraînent des problèmes pour les producteurs de volailles et bétails (performances réduites des animaux et diminution de la reproduction, pertes dues aux maladies) et peuvent présenter aussi un danger pour la consommation (Molinié et Pfohl-Leszkowicz, 2003).



Figure.I.7. Les dégâts de *S. oryzae* adulte sur les grains de maïs (Belgique Hainaut Mons 2006)

I.8. Moyens de lutte

Les céréales constituent la base de la nourriture des populations. Les différentes méthodes présentées comme alternatives aux pesticides présentent chacune des avantages, mais aussi quelques limites. C'est là tout le sens d'une gestion intégrée basée sur la combinaison de plusieurs procédés pour circonscrire l'activité des insectes, redoutables compétiteurs de l'homme (Talla Guèye. M et al, 2011). Afin de faire face à la problématique de synthétiser de façon permanente de nouvelles molécules insecticides et puisque les pesticides ne peuvent pas être abandonnés, c'est la gestion intégrée qui est encouragée. Ceci rend obligatoire la découverte d'alternatives moins polluantes (Adda et al., 2002 ; Keton et al., 2005).

Dans cette semble séduire partout dans le monde. Ainsi, plusieurs organes et parties des plantes sont exploités aux fins de limiter les pertes post-récolte. Cette nouvelle approche prend de l'ampleur au niveau des programmes de recherches en Afrique., sur la base de publications et communications de chercheurs du Réseau des Bruches (REARF), a recensé 43 espèces de plantes appartenant à 33 genres de 15 familles et faisant l'objet de tests biologiques sur les insectes des denrées stockées (G'ithu, 2002).

I.8.1. Les biopesticides :

Il existe plusieurs solutions pour remplacer de la lutte chimique. La lutte biologique est une approche qui semble rallier de plus en plus de producteur et de recherche scientifiques (Silvy, C. et Riba, G., 1999)..

La lutte biologique correspond à l'utilisation d'organismes et/ou composés naturels pour détruire ou contrôler d'autres organismes nuisibles sur le plan agronomique ou au niveau d'espaces naturels. Ces agents sont regroupés sous l'appellation de « biopesticides ». On distingue des organismes prédateurs (insectes, nématodes, plantes, mammifères, etc....) mais également des protistes (bactéries, virus, champignons) ou des molécules naturelles (phéromones, roténones, etc....) A partir des biopesticides d'origine botanique on trouve Les huiles essentielles (Silvy, C. et Riba, G., 1999).

I.8.1.1. Les huiles essentielles :

L'huile essentielle est définie dans le contexte de la certification (Swisseo, 2005) comme l'extrait naturel de plantes ou d'arbres aromatiques obtenu par distillation à la vapeur d'eau. Autrement dit l'huile essentielle est l'essence distillée, l'essence étant la sécrétion naturelle élaborée au sein des organes producteurs des plantes aromatiques. Chimiquement, une huile essentielle est constituée exclusivement de molécules aromatiques à condition que sa pureté soit totale et qu'elle ait été distillée convenablement.

Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous produits du métabolisme secondaire extrêmement puissants (Swisseo, 2005).

L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes remonte aux anciennes civilisations, tout d'abord en Orient et au Moyen Orient, et par la suite au nord de l'Afrique et en Europe (Thiam et Ducommun, 1993; Franchomme *et al.*, 1990). En effet, ces dernières années font partie des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti-nutritionnelle et inhalatrice (Regnault-Roger *et al.*, 1995 ; Keita *et al.*, 2000).

CHAPITRE II:
MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II: MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Objectif

A l'heure où les recommandations alimentaires se font de plus en plus nombreuses, il est bon de se tourner vers des aliments présents depuis des millénaires, comme les céréales qui regroupent le blé, le seigle, l'orge et le triticale...etc. Un nombre innombrables d'espèces menaçantes et communes sont associées à des céréales ou tributaires dans ces graminées. Ces organismes, peuvent entraîner des dégâts et des pertes économiques considérables d'où la nécessité de surveiller et de conserver ce groupe des végétaux.

Dans ce contexte, différents moyens de prévention sont disponibles pour limiter ces attaques. Parmi eux, la lutte biologique par l'utilisation de métabolites secondaires de plantes dotés d'activité biocide.

Dans cette étude préliminaire, nous avons testé l'activité biocide du Carvacrol, qui est un chémotype d'importance major de l'huile essentielle de *Thymus fantanisi* sur la population de *Sitotkibus oryzae*.

II.2. Matériel d'étude

II.2.1. Matériel de laboratoire

- Étuve (MEMMERT).
- Pipette de 5ml.
- Pipette de 1ml.
- Boite de pétri de 9 cm de diamètre.
- Papiers filtres de 9 cm de diamètre.
- Des moustiquaires.
- Micropipette.
- Pulvérisateur

II.2.2. Matériel biologique

II.2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé au cours de notre expérimentation c'est limité au blé tendre qui appartient à la famille des *Poacées*, genre de *Triticum* dont l'espèce est *Triticum aestivum* L.

II.2.2.2. Matériel animal

Le matériel biologique destiné à l'évaluation de l'efficacité des produits appliqués est limité aux individus de *S.oryzae* (Charançon du riz (*Coleoptera*; *Curculionidae*) (Issu de CCLS: Coopérative des céréales et des légumes sec d'El Affroun) évoluant sur les graines de blé tendre *Triticum aestivum* L.

II.2.2.3. Produits utilisés

Le Carvacrol issu de l'huile essentielle de *Thymus fontanissii* est utilisé dans notre expérimentation selon une proposition de formulation dont nous suggérons les aspects suivants : Une formulation à base du Tween 80 (3%) et du Carvacrol (0.5% et 1%) et un mélange de ces composés à savoir Tween+Carvacrol (3%+0.5g et 3%+1g).

II.3. Méthodes

A partir du matériel biologique arrêté nous avons essayé d'évaluer l'impact de la formulation, de la dose et l'activité biocide des deux molécules, Tween 80 et du Carvacrol et aussi la combinaison entre ces derniers sur les populations de *S.oryzae* comme le montre le schéma directeur (figure II.1).

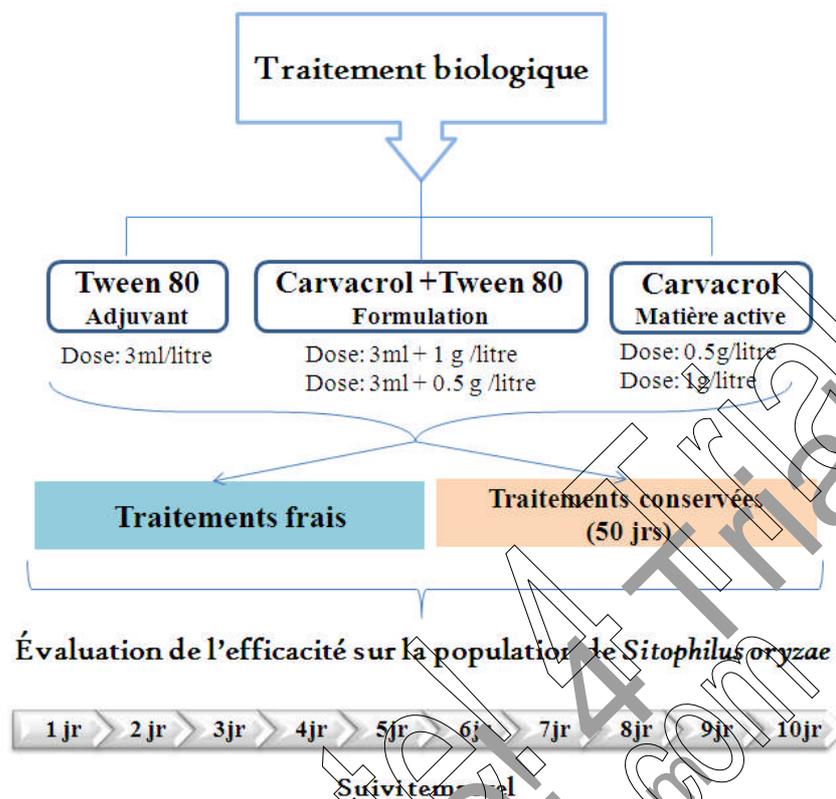


Figure II. 1.: Schéma récapitulatif de la formulation des traitements appliqués

II.4. Élevage du ravageur

Selon la méthode décrite par Le violette et Nardon(1963), on a élevé dans une étuve ventilée à une température et humidité relative de 30°C et 70% respectivement, des individus de *Sitophilus oryzae*, dans une boite perforée permettant la respiration et inhibant la fuite des individus pendant 15 jours.

II.5. Dispositif expérimental

Notre expérimentation a été réalisée au sein de laboratoire de Zoophytiatrie au niveau du Département des Sciences Agronomiques -Université SAAD DAH AB- (BLIDA).

Dans des boites de pétri tapisser avec du papier filtre contenant 10g de blé tendre on a déposé 20 individus adulte de *Sitophilus oryzae*.

Nous avons préparé cinq solutions à partir de deux produits biologiques (Tween 80 et Carvacrol). Ces produits sont utilisés frais et stockés. Les solutions stockées sont conservées pendant 50 jours dans des bouteilles hermétiquement fermées étiquetées dans une chambre où les conditions de stockage sont respectées.

On a pulvérisé les deux molécules testées sur les grains de blé tendre infestées par *Sitophilus oryzae*

Au niveau de dispositif expérimental, le premier bloc a subi un traitement biologique à base de Tween 3% (3 ml /1l d'eau). Le deuxième bloc a été pulvérisé par le Carvacrol 0.5% (0.5g/1l), Le troisième bloc a été traité par la matière active « Carvacrol » avec une dose de 1% (1 g/1l). Alors que le quatrième et le cinquième bloc ont été traités par la même formulation (Tween 80 et Carvacrol) mais à différentes doses 3 ml + 0.5g/ 1l et 3 ml+1g / 1l respectivement.

Les applications ont été répétées trois fois. Le suivi des populations a été maintenu pendant 10 jours dès l'application du traitement.

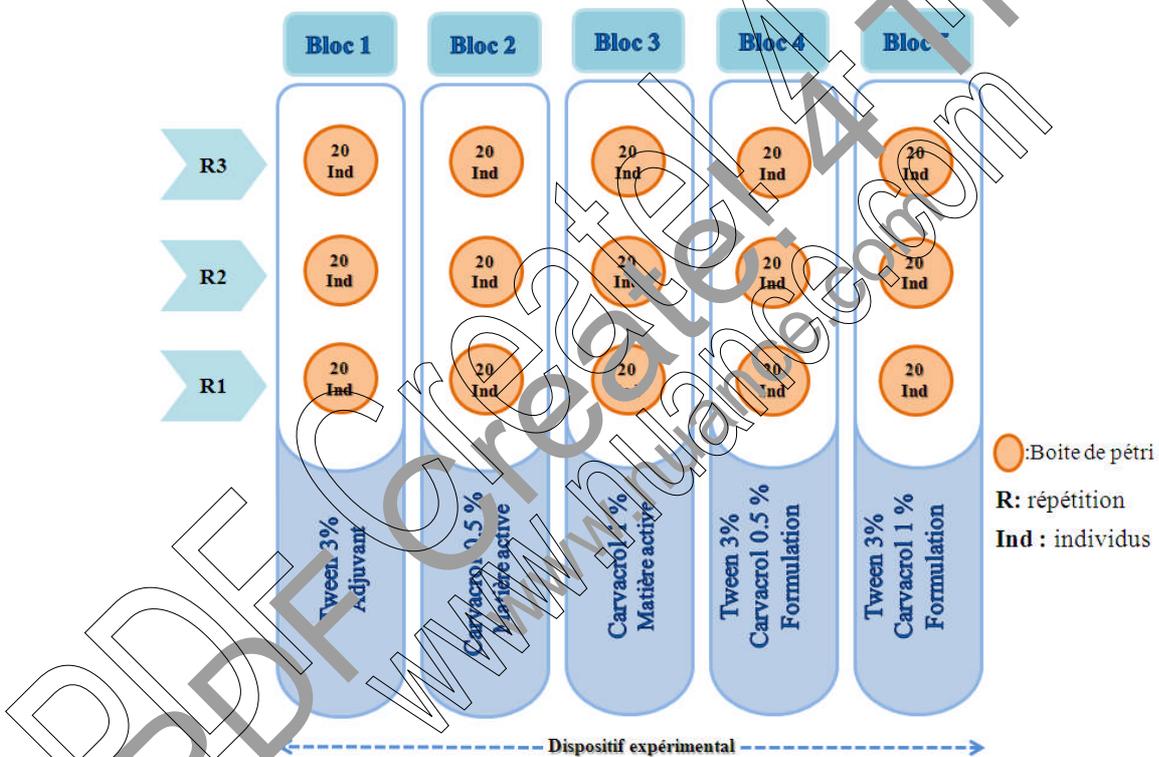


Figure II.2.: Dispositif expérimental des traitements appliqués

Remarque :

- Les boîtes sont recouvertes avec de la moustiquaire
- Le papier filtre sert à absorber l'excès de produit pulvérisé.

II.6. Analyse statistique des résultats

II.6.1. Analyses multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer et al. 2001)

Dans le cas de variables de type présence-absence, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales (A.C.P.) (Ter Braak et Prentice, 1988). Dans cette analyse, l'activité biocide est évaluée selon le stress opéré sur les individus de *Sitophilus oryzae*. A partir des deux premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des périodes est réalisée dans le but de détecter l'activité précoce et tardive des différentes formulations.

III.3.2. Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (Types de formulations, dose du principe actif, périodicité de formulation, temps d'expression de l'effet biocide, etc...), il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *AN*alysis *C*o-*V*ariance), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution. Lorsque plus de 2 modalités interviennent par facteur, nous avons appliqué en outre le test de Tukey qui intervient après l'ANOVA. Il permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités.

Dans les cas où aucune transformation ne parvient à normaliser la distribution, une analyse de variance en condition non paramétrique a été effectuée (test de Kruskal-Wallis).

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.).

CHAPITRE III :
RESULTATS

CHAPITRE III. RÉSULTATS

On a essayé dans ce chapitre de grouper tous les résultats correspondants aux effets individuels du l'adjuvant Tween 80 et aussi du carvacrol (composé major de l'huile essentielle *Thymus fantanisi*) fraîchement préparées ensuite stockées et les comparées avec les formulations Tween + Carvacrol sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*; charançon du riz.

III.1. Tendance globale des effets des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

III.1.1. Tendance globale des effets des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîchement préparées sur l'abondance des populations de *S. oryzae*

Le graphe (figure III.1.) montre l'évolution temporelle des abondances des populations de *Sitophilus oryzae* sous l'effet des molécules biologiques fraîches à bases de Tween (Tw), Carvacrol (C) et leurs formulations (Tw+Cr) à différentes doses (3/l+1g; 3/l+1/2c).

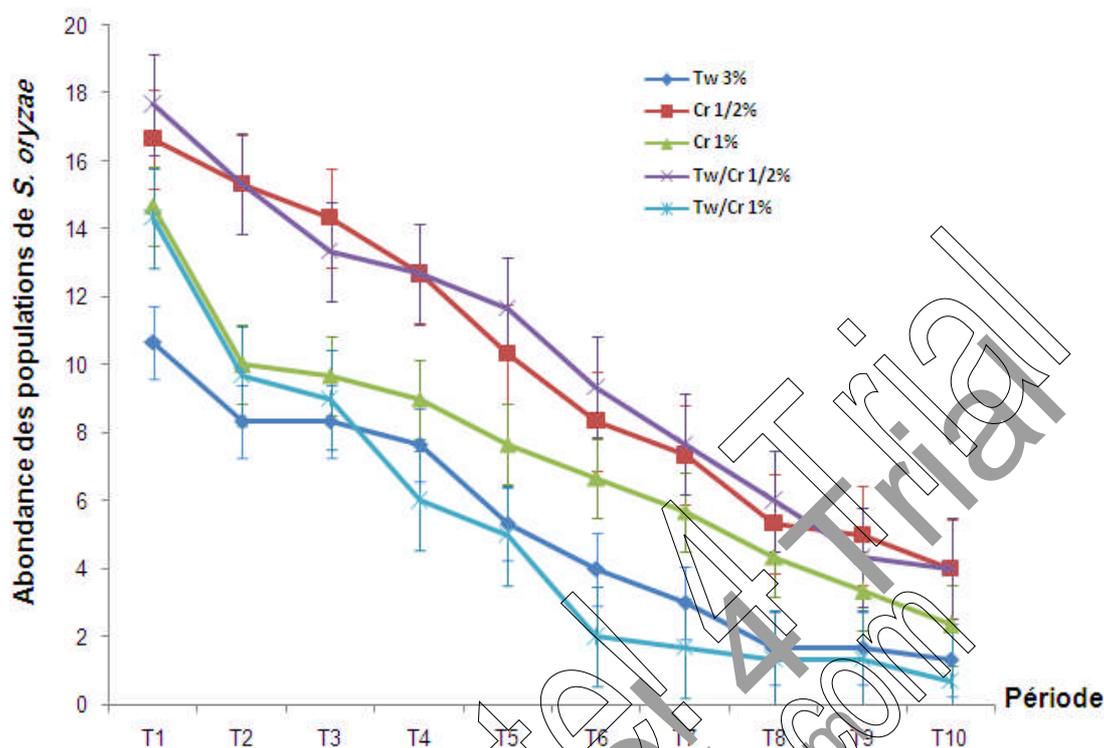


Figure III.1. Evolution temporelle de l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* sous l'effet de différentes formulations des molécules biologiques fraîches.

Cr1/2%: Carvacrol 0.5g/1l, Cr 1%: Carvacrol 1g/1l, Tw/Cr1/2%: tween +Carvacrol 0.5g/1l , Tw/Cr1%: tween +Carvacrol 1g/1l, T: temps

D'après les résultats, on constate que l'ensemble des molécules testées ont donné une diminution remarquable. Mais la molécule bioactive Carvacrol à la demi dose et aussi la formulation Tween+Carvacrol (Tw+Cr) ½g présentent un effet assez faible pendant les premiers jours de l'application. La molécule de Carvacrol(Cr) à 1% montre une efficacité temporelle assez importante les deux premiers jours d'exposition, au delà de cette période nous remarquons une diminution moyenne de la population de *Sitophilus oryzae*. En revanche, la formulation Tween + Carvacrol (Tw+Cr) 1g et le Tween (Tw) 3% (individuel) exercent un effet très important dès les premiers jours vis-à-vis à la population de charançon.

À propos de l'effet de ces molécules bioactives; nous pouvons remarquer que le Carvacrol(Cr) à 1 % présente une efficacité moyenne. Alors que le Carvacrol(Cr) à ½ % et la formulation Tween+Carvacrol (Tw+Cr) ½ % ont une action similaire et faible. D'autre part, le Tween(Tw) montre une efficacité marquante et similaire à celle de la formulation Tween+Carvacrol (Tw+Cr) 1g.

En ce qui concerne l'effet temps ; toutes les molécules ont signalé une efficacité graduelle à savoir du début à la fin de l'essai.

III.1.2.Tendance globale des effets des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) stockées sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

Le graphe (figure III.2.) montre l'évolution temporelle des abondances des populations de *Sitophilus oryzae* sous l'effet des huiles essentielles stockées à bases de Tween(Tw), Carvacrol(Cr) et leurs formulations à différentes doses (3/l+1g; 3/l+1/2g).

Les matières bioactives ont montré une action toxique continuée sur l'abondance des populations traitées s'étalant sur toute la période d'investigation (Figure III.2).

Les résultats obtenus ont indiqué que l'adjuvant « Tween » (Tw) 3% présente une efficacité très importante comparée aux autres molécules biologiques utilisées. En revanche, les formulations tween et Carvacrol (Tw+Cr) à différentes doses d'application (1/2% et 1%) ont un effet similaire assez remarquable sur *S. oryzae*. D'autre part la molécule bioactive Carvacrol à la demi-dose et à la dose complète (1/2 % et 1%) enregistre une efficacité faible à moyenne (Figure III.2).

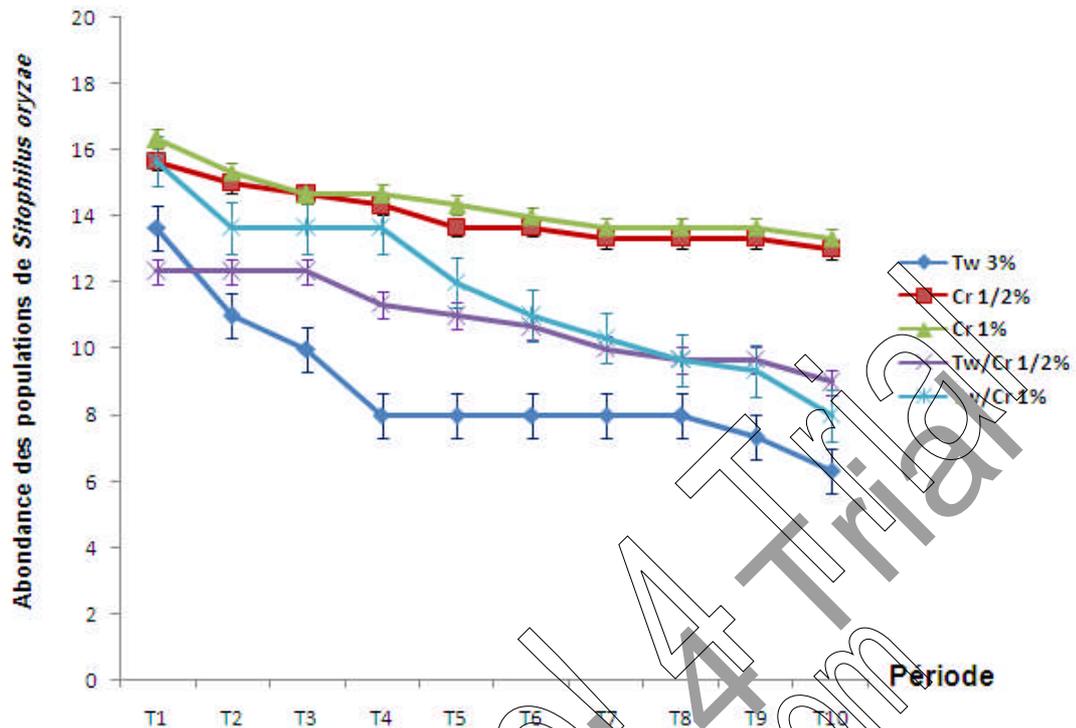


Figure III.2. Evolution temporelle de l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* sous l'effet de différentes formulations sucrées à base de molécules biologiques du Tween et du Carvacrol

Cr1/2%: Carvacrol 0,5g/l, Cr1%: Carvacrol 1g/l, Tw/Cr1/2%: tween +Carvacrol 0.5g/l, Tw/Cr1%: tween +Carvacrol 1g/l, T: temps

Les mêmes résultats signalent une gradation de toxicité allant de Carvacrol (Cr) 1% , Carvacrol (Cr)½ %, puis les de deux doses des formulations et enfin l'adjuvant Tween(Tw) à 3% (Figure III.2).

Pour l'effet temps; toutes les molécules ont marqué une efficacité graduelle pendant toute la période du suivi (Figure III.2).

III.1.3. Tendence globale des effets des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîches et stockées sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

La vision globale fait ressortir l'avantage de l'utilisation des molécules biologiques fraîches par rapport aux molécules biologiques stockées. Cet avantage se justifie par l'action répressive précoce de l'ensemble des molécules fraîches appliquées.

Ce graphe global (Figure.III.3) nous montre que la molécule du Tween(Tw) 3% fraîche, ainsi que la formulation fraîche de Tween+Carvacrol (Tw +Cr)1%,Carvacrol (Cr) 1% fraîche et aussi Tween (Tw) 3% stocké donnent un effet similaire, très important dès les premiers jours, sauf que le Tween (Tw) 3% stocké qui se stabilise au T4 jusqu'à T8, et il reste à effet faible jusqu'à la fin de l'investigation.

Ainsi que, les quatre; molécules et formulations ;Carvacrol (Cr) 1/2 %fraiche, Tween+Carvacrol (Tw+C)1/2% fraîche, Tween+Carvacrol (Tw+Cr)1/2% Stockée, Tween+Carvacrol (Tw+ Cr)1%stockée.ont marqué un effet similaire remarquable dès les premiers jours, par la suite il affichent une divergence d'efficacité Carvacrol (Cr)1/2 % fraîche et Tween+Carvacrol (Tw+Cr) 1/2% fraîche continus jusqu'à la fin de la période du suivi où ils enregistrent un résultats satisfaisant ; alors que Tween+Carvacrol (Tw+Cr)1/2 Stockée garde son efficacité moyenne jusqu'à le dernier jour de suivi.

Par ailleurs, les molécules Carvacrol (Cr) à 1/2% et à1% affichent pareillement un effet faible. (Figure.III.3)

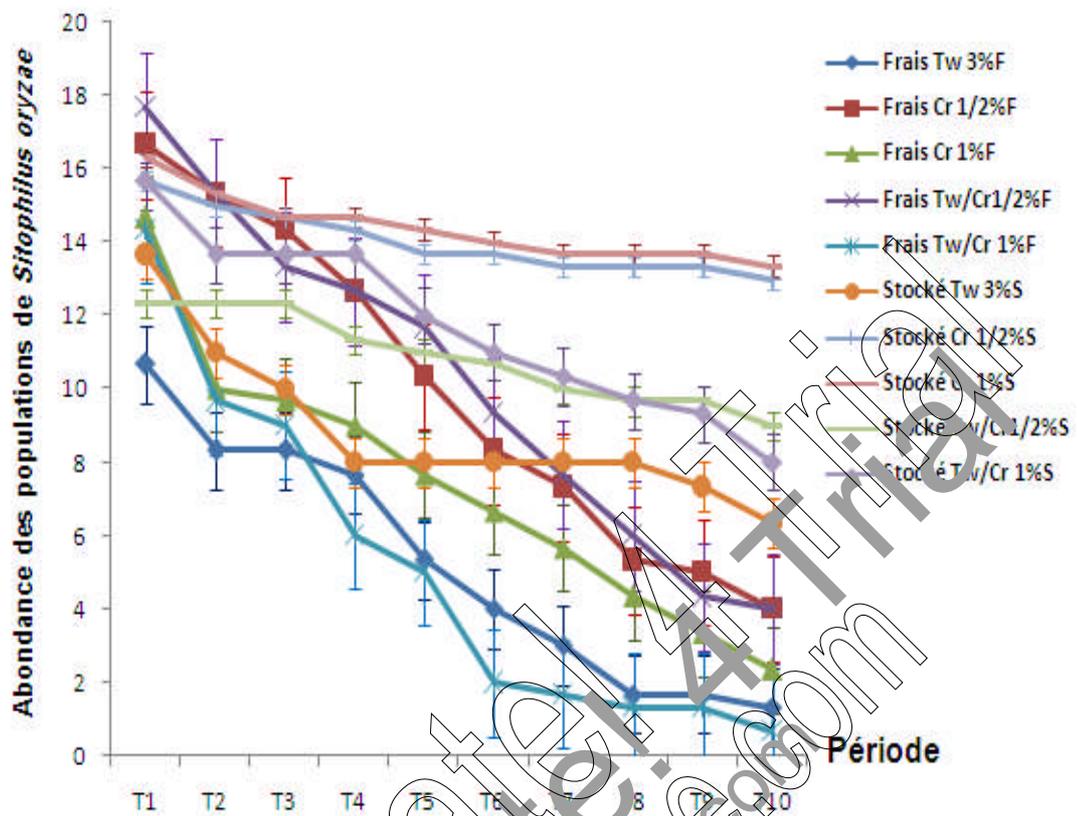


Figure.III.3. Evolution temporelle de l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* sous l'effet des molécules biologiques fraîches et stockées de Tween, du Carvacrol et leurs formulations.

Cr1/2%: Carvacrol 0.5g/1l, Cr1%: Carvacrol 1g/1l, Tw/Cr1/2%: tween +Carvacrol 0.5g/1l, Tw/Cr1%: tween +Carvacrol 1g/1l, T: temps, F: frais, S: Stockée

III.2. Evaluation de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

III.2.1. Evaluation de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîches sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

L'analyse en composantes principales, effectuée avec le logiciel PAST est satisfaisante pour l'ensemble des paramètres étudiés dans la mesure où plus de 90% de la variance sont exprimés sur les 2 premiers axes.

Ce test traduit l'effet de chaque traitement biologique et exprime sur les deux axes de l'ACP, que les différentes molécules, formulations et les doses ont un effet précoce et différent sur la population de *S. oryzae*.

La C.H.A. (classification hiérarchique ascendant) prise à une similarité de (0,8), montre l'existence de quatre groupes (voir annexe 1).

L'analyse multivariée sur l'axe 2 (1,59%) indique que l'effet de la molécule Tween (Tw) 3%, Carvacrol(Cr) 1/2% et formulation Tween et Carvacrol (Tw+Cr) 1/2% se distingue clairement de l'effet de Carvacrol(Cr) 1% et la formulation Tween et Carvacrol (Tw+Cr) 1% (Figure III.4).

L'effet de dose joue un rôle important. Pour le Carvacrol (Cr) à 1% et quelle que soit son état physique, seul ou bien combiné avec un adjuvant, agisse et enregistre un effet comparable. La même chose pour le Carvacrol (Cr) 1/2% et Tween + Carvacrol (Tw+Cr) 1/2% qui ont un effet semblable sur la population traitée comparé au Tween (Tw) 3%.(Figure III.4)

La projection sur le premier axe (97,39%) montre que toutes les molécules agissent précocement sur l'abondance des populations de *S. oryzae*. (Figure III.4)

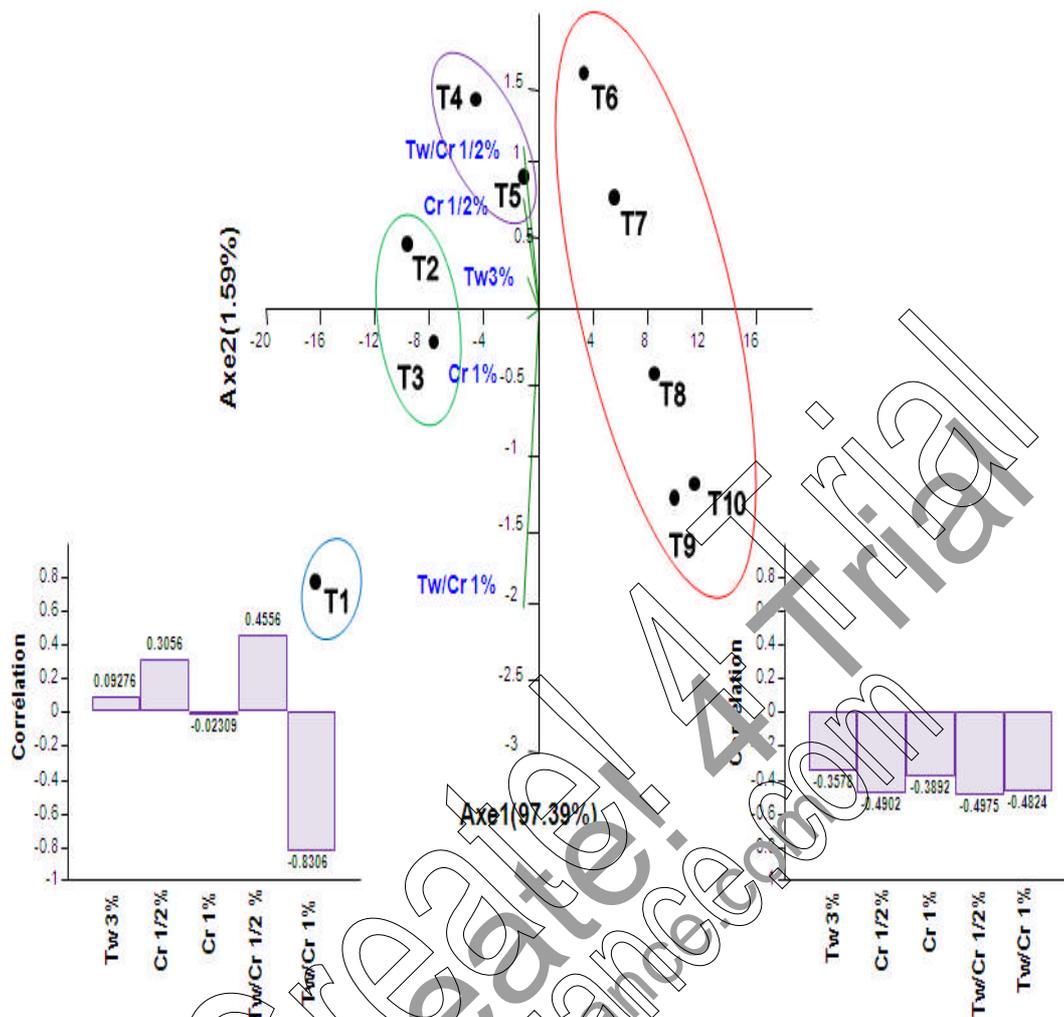


Figure III.4: Analyse en composantes principales (A.C.P.) du traitement biologique frais sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* en fonction du temps.

Cr1/2%: Carvacrol 0.5g/1l, Cr1%: Carvacrol 1g/1l, Tw/Cr1/2%: tween +Carvacrol 0.5g/1l , Tw/Cr1%: tween +Carvacrol 1g/1l, T: temps

III.2.2. Évaluation de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) stockées sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

Dans l'analyse en composantes principales (ACP) effectuée sur les interactions de l'abondance et l'action des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) stockée :

La C.H.A. (classification hiérarchique ascendant) prise à une similarité de (-3,6), montre l'existence de deux groupes (voir annexe 2).

La projection sur l'axe 1 (93.83%) montre que les molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) stockées agissent précocement sur les populations de *S. oryzae* (Figure III.5).

La projection des vecteurs à travers le deuxième axe (4.35%) montre que les trois molécules que se soit l'adjuvant Tween (Tw) 3%, la matière active du Carvacrol (Cr) à ½% ou bien le Carvacrol (Cr) à 1% sont corrèlent positivement (Figure III.5).

En revanche, la formulation Tween+Carvacrol (Tw+Cr) à ½% et aussi à 1% sont corrèlent négativement se qui signifie que les molécules en forme libre (individuel) perdent leur propriétés insecticides pendant le stockage, alors que les formulées persistent et gardent leurs efficacité (Figure III.5).

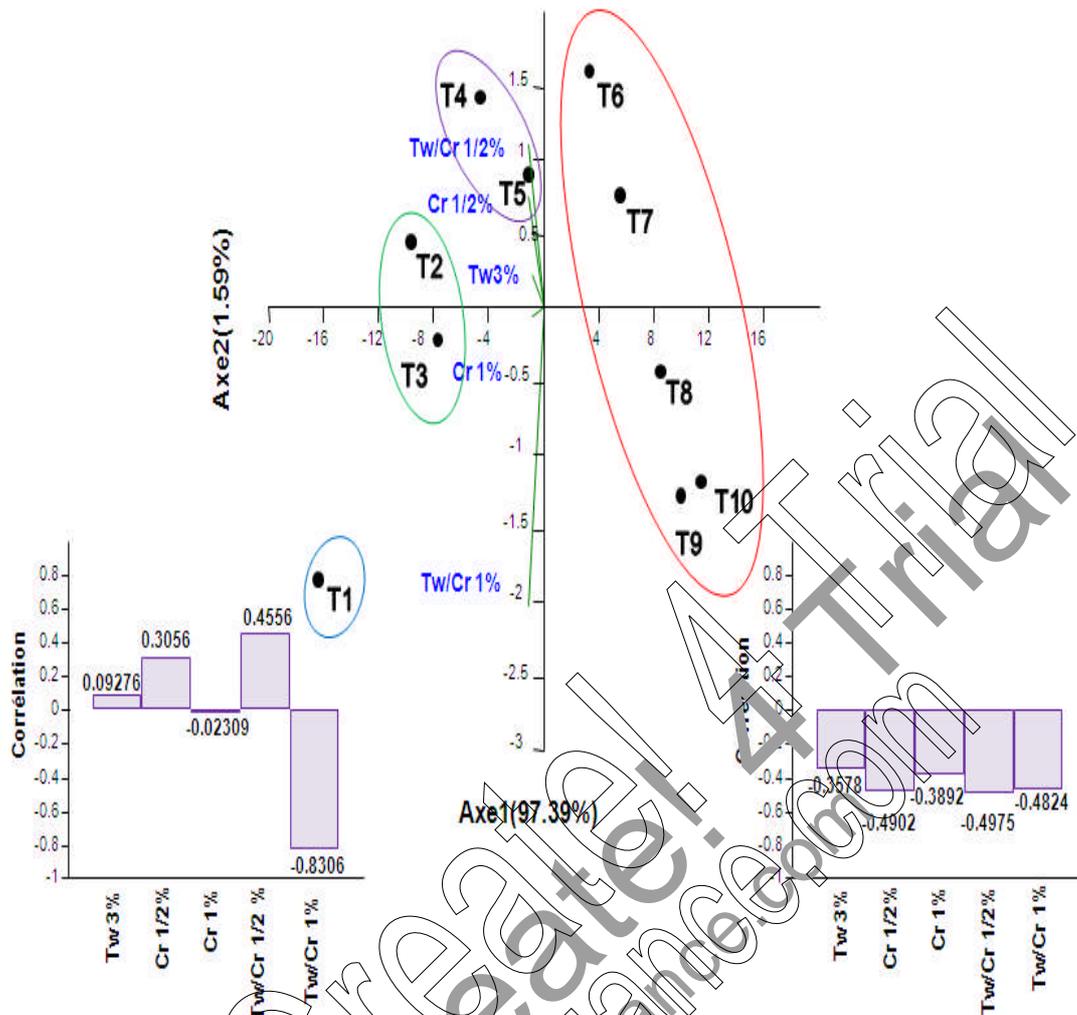


Figure.III.5. Analyse en composantes principales (A.C.P.) du traitement biologique stocké sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* en fonction du temps.

Cr1/2%: Carvacrol 0.5g/1000ml, Cr1%: Carvacrol 1g/1000ml, Tw/Cr1/2%: tween +Carvacrol 0.5g/1000ml , Tw/Cr1%: tween +Carvacrol 1g/1000ml, T: temps

III.2.3. Évaluation de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîches et stockées sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

L'analyse en composantes principales, effectuée avec le logiciel PAST est satisfaisante pour l'ensemble des paramètres étudiés dans la mesure où plus de 90% de la variance sont exprimés sur les 2 premiers axes.

La C.H.A. (classification hiérarchique ascendant) prise à une similarité de (-8), montre l'existence de deux groupes (voir annexe 3).

La projection spatiale des facteurs de traitement nous permis de distinguer une différence d'efficacité entre les molécules biologiques appliquées. La projection des variables à travers le deuxième axe (2,04%) montre une divergence entre les molécules et les formulations de chaque type du traitement, cette différence s'explique par la tendance des molécules Tween+Carvacrol (Tw+Cr1%) fraiche et Tween(Tw) 3% stocké qui ont exercé instantanément l'activité insecticide par rapport au Tween+Carvacrol(Tw+Cr) 1/2% fraiche et Carvacrol (Cr)1/2%frais. qui expriment cette faculté qu'au-delà de T2 (Figure III.6).

La projection sur l'axe 1 (93.83%) montre clairement que toutes les molécules agissent précocement (Figure III.6).

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

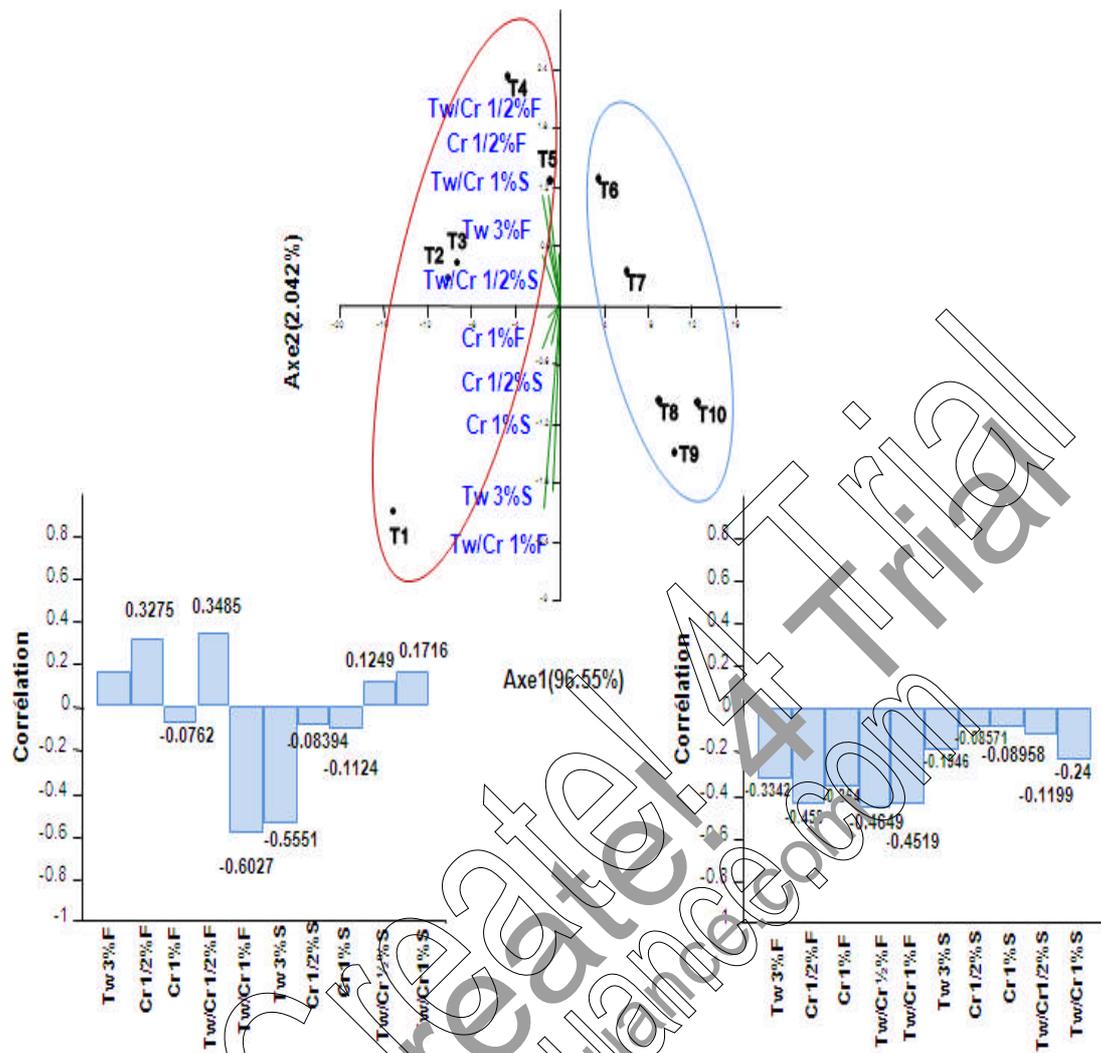


Figure .III.6. Analyse en composantes principales (A.C.P.) du traitement biologique frais et stocké sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* en fonction du temps.

Cr1/2%F: Carvacrol 0.5g/1l frais, Cr1% F: Carvacrol 1g/1l frais, Tw/Cr1/2% F: tween +Carvacrol 0.5g/1l frais, Tw/Cr1% F: tween +Carvacrol 1g/1l frais, T: temps

Cr1/2%S: Carvacrol 0.5g/1l stocké, Cr1% S: Carvacrol 1g/1l stocké, Tw/Cr1/2% S: tween +Carvacrol 0.5g/1l stocké, Tw/Cr1% S: tween +Carvacrol 1g/1l stocké

III.3. Effets comparés de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

III.3.1. Effets comparés de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîches sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

Le modèle général linéaire (G.L.M) a été utilisé afin de déterminer l'effet strict des traitements biologiques à base des molécules biologiques (Tween, Carvacrol) sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* en fonction de différentes formulations et doses. Ce modèle nous a permis d'étudier l'effet individuel de chaque facteur sans l'intervention des interactions entre eux (Figure III.7).

À partir des résultats obtenus par ce modèle, nous remarquons que les molécules bioactives (F-Ratio= 17.712, $p=0.000$, $p<1\%$), et la période de suivie (F-Ratio = 25.003, $p=0.000$, $p<1\%$), présentent une distinction hautement significative sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*

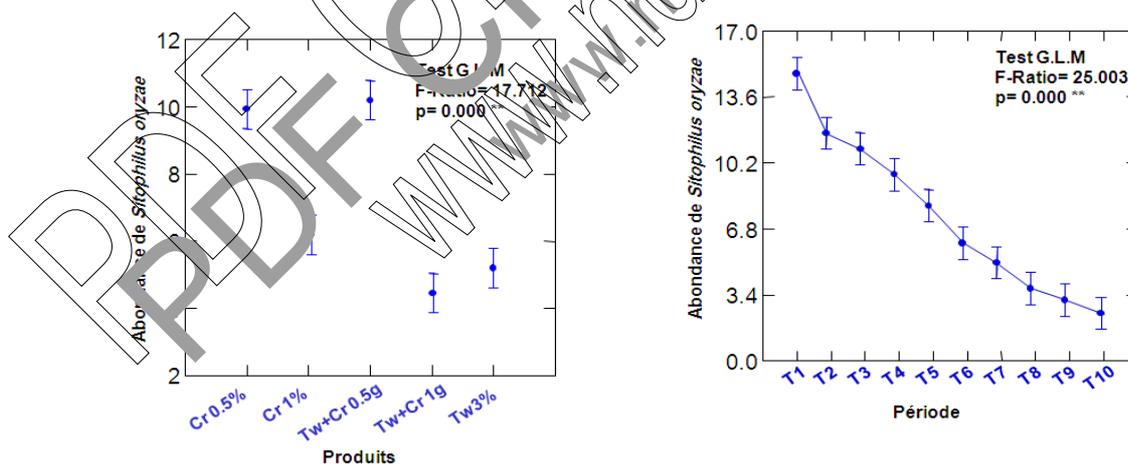


Figure.III.7. Abondance comparée de *Sitophilus oryzae* selon les molécules, et la période de suivi

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1%. NS: non significative.

La figure.III.7 englobe l'effet des différentes molécules biologiques appliquées sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae* en fonction du temps.

Nous constatons que les deux produits le tween (Tw) 3% et la formulation de Tw+Cr1g ont montré le degré d'efficacité le plus important suivi par la matière active du Carvacrol (Cr) à la dose complet, enfin on trouve le Carvacrol (Cr) 1/2% et Tween+Carvacrol (Tw+Cr) ½% qui présentent une efficacité faible (Figure III.7).

Concernant l'effet temporel les molécules montrent une toxicité progressive toute la période du suivi.

L'interaction des facteurs ; traitements et périodes nous présente une progression temporelle du taux d'efficacité des différents traitements. Cette tendance est vérifiée par le test de l'analyse de la variance type ANOVA où la différence est significative (F-ratio=12.21; p=0.021; p<5%)

Les résultats obtenus par l'ANOVA présentent une différence assez claire entre les molécules testées, il nous a montré que le Tween (Tw) à 3% possède un effet de choc dès le premier jour de suivi par la formulation Tween+Carvacrol(Tw+Cr) à 1g et le Carvacrol (Cr) à 1% après 48h, au moment où la formulation Tween+Carvacrol(Tw+Cr) à 1/2g et aussi la matière active Carvacrol(Cr) à 1/2g agissent faiblement dans le temps (période du suivi) (Figure III.8).

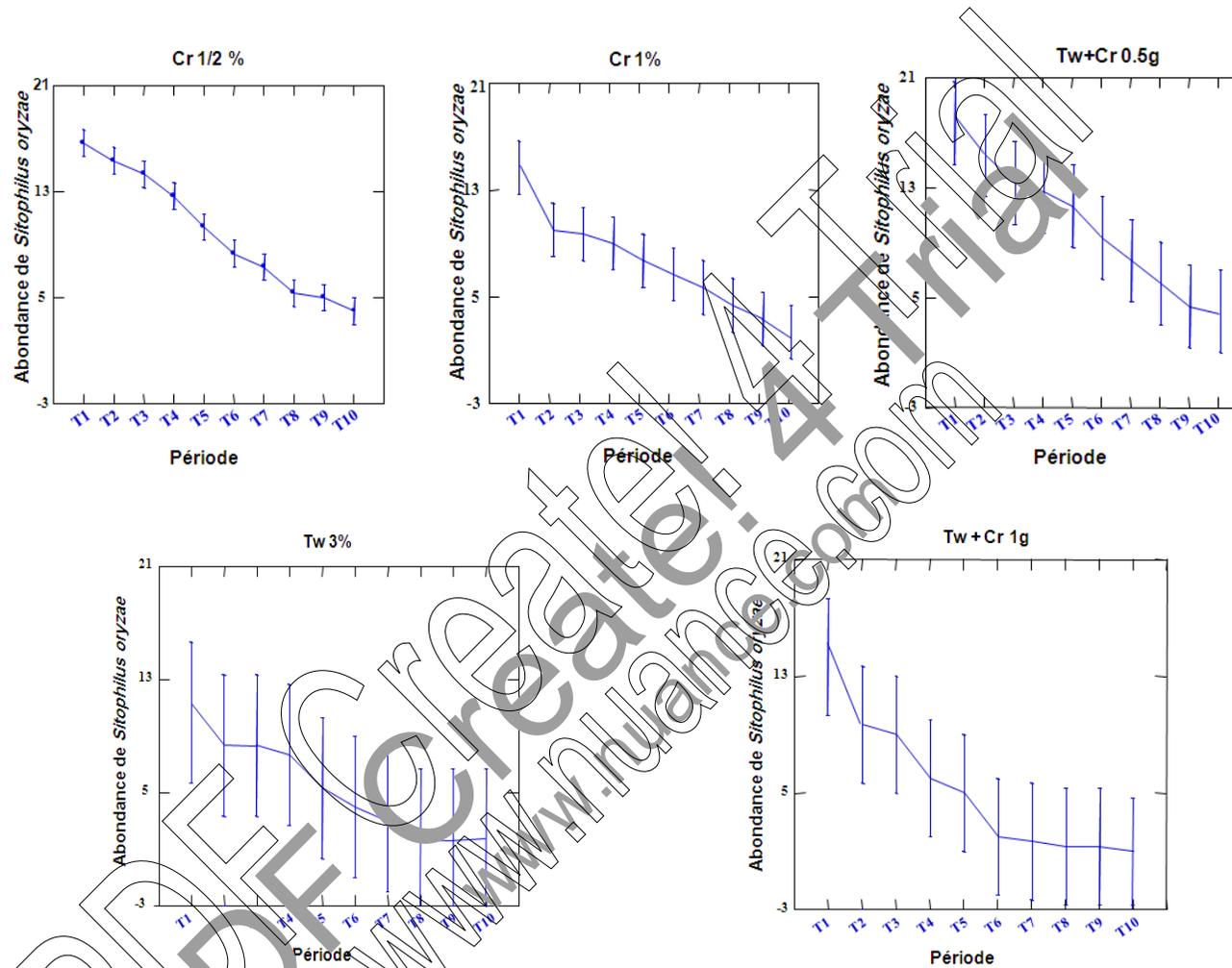


Figure II. 8. Graphes du modèle ANOVA appliqué à l'interaction périodes / molécules sur *S. oryzae*.

III.3.2. Effets comparés de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) stockées sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*.

D'après les résultats obtenus par le model G.L.M. nous enregistrons que les molécules présentent une différence hautement significative (F-ratio=7.381, $p=0,000$, $p<1\%$) sur l'abondance des populations de *S. oryzae*, par contre le facteur temps n'enregistre aucune différence significatif sur l'abondance des populations étudiées (F-ratio=1,527, $p=0,149$, NS) (Figure III.9).

Les graphes montrent une efficacité assez importante pour le Tween (Tw) 3% sur les populations de *S. oryzae*. En revanche, les deux formulations de Tween + Carvacrol (Tw+Cr) 1/2g et Tween + Carvacrol (Tw+Cr) 1g ont une efficacité moyenne. Par contre les deux doses de Cr (½% et 1%) présentent une efficacité faible (Figure III.9).

Concernant l'effet temporel montrent une efficacité progressive toute la période du suivi.

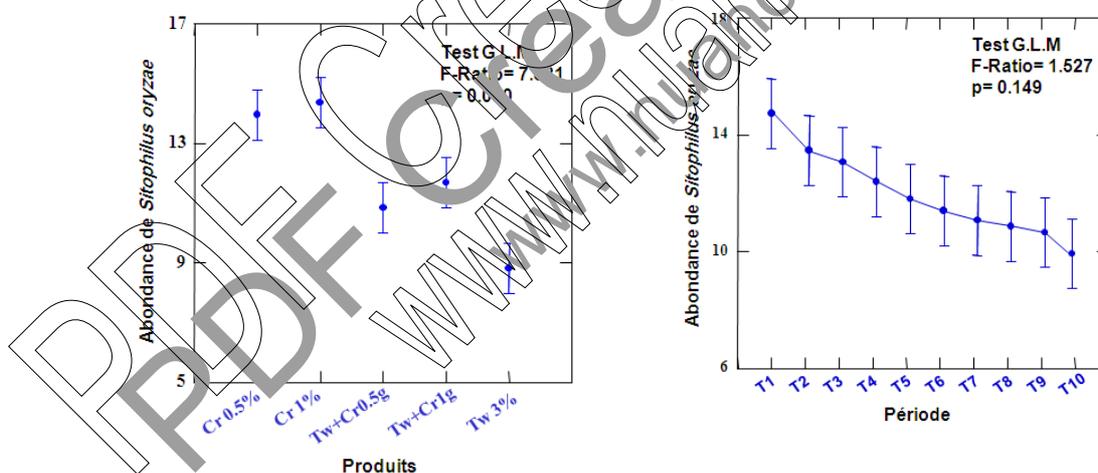


Figure.III.9. Abondance comparée de *Sitophilus oryzae* selon les molécules, et la période de suivi.

L'interaction des facteurs ; traitements et périodes nous présente une progression temporelle du taux d'efficacité des différents traitements. Cette tendance est vérifiée par le test de l'analyse de la variance type ANOVA où la différence est hautement significative (F-ratio=0.101; $p=1,000$; $p<1\%$)

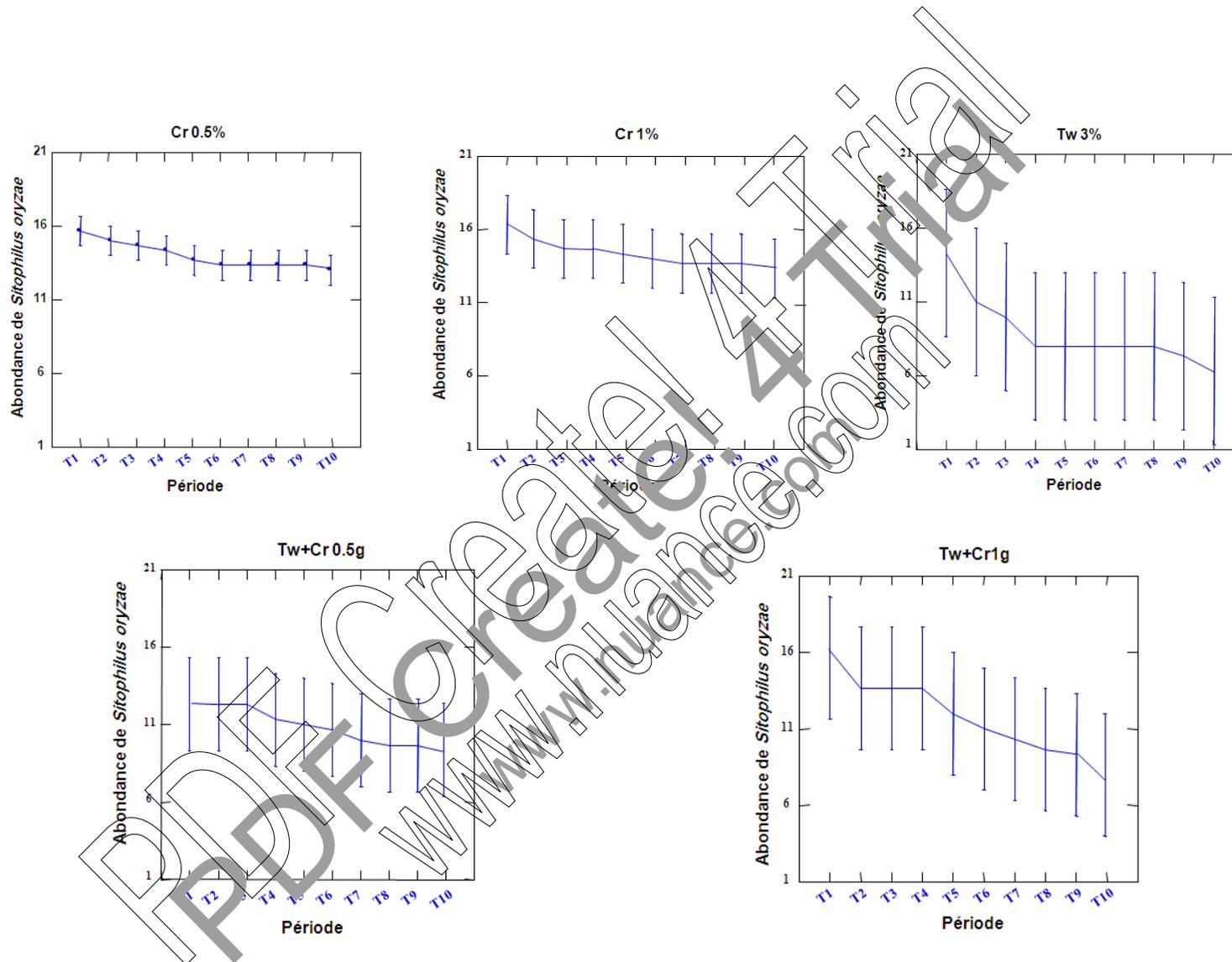


Figure.III.10.Graphes du modèle ANOVA appliqué à l'interaction périodes / molécules sur *Sitophilus oryzae*

Les résultats obtenus par l'ANOVA montrent qu'il y a une différence remarquable de toxicité de chaque molécule vis-à-vis *S.oryzae*

Cependant, le Tween(Tw) à 3% et la formulation Tween+Carvacrol à 1g ont un effet de choc dès les premiers jours, et continus leurs effet toute la période du suivi. Alors que, le Carvacrol (Cr) ½%, Carvacrol(Cr) 1% et Tween+Carvacrol (Tw+Cr) ont un effet faible à moyen (Figure III.10).

III.3.3. Effets comparés de l'efficacité des molécules biologiques (Tween, Carvacrol et leurs formulations) fraîches et stockées sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*.

D'après les résultats obtenus par le model G.L.M nous constatons que les molécules (F-ratio=21.362, p=0,000, p<1‰) et la période (F-ratio=16,147, p=0,000), présentent une différence hautement significative sur l'abondance des populations de *S.oryzae* (Figure III.11).

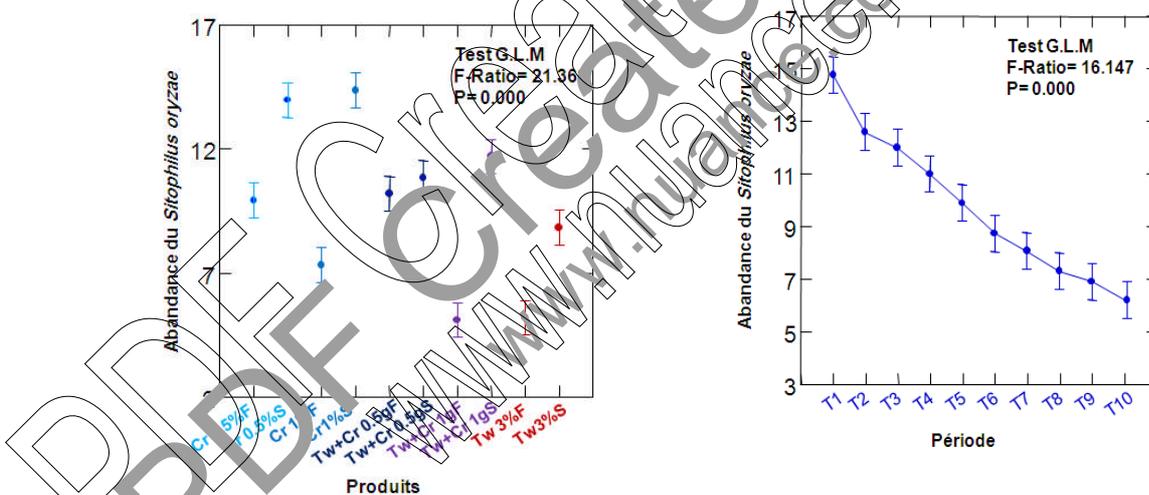
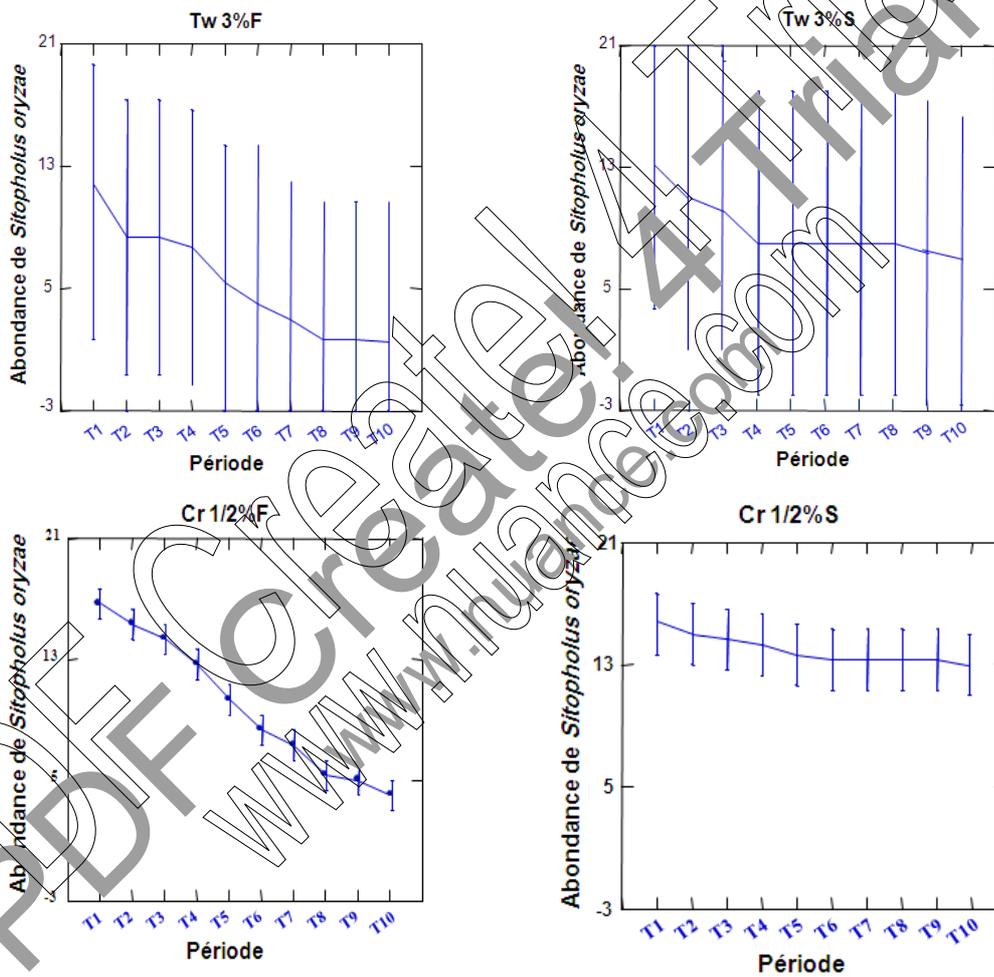


Figure.III.11. Abondance comparée de *Sitophilus oryzae* selon les molécules, et la période de suivi.

Les graphes montrent une efficacité assez importante pour le Tween (Tw) 3% sur les populations de *S.oryzae*. En revanche, les deux formulations de Tween+Carvacrol (Tw+Cr) 1/2g et Tween+Carvacrol (Tw+Cr) 1g ont une efficacité moyenne. Par contre les deux doses de Carvacrol (Cr) (½% et 1%) présentent une efficacité faible. Concernant l'effet temporel montrent une efficacité progressive toute la période du suivi (Figure III.11).

La confrontation des facteurs ; traitements et périodes nous indique une progression temporelle du taux d'efficacité des traitements appliqués. Cette tendance est vérifiée par le test de l'analyse de la variance type ANOVA où la différence est très hautement significative (F-ratio=; $p=0,000$; $p<1\%$)

Les résultats obtenus par l'ANOVA, nous indique qu'il ya une différence de toxicité des traitements vis-à-vis au *S.oryzae*, cette différence est très clair entre les traitements frais et stockés. Néanmoins, les différents traitements frais marquent la meilleure efficacité (Figure III.12).



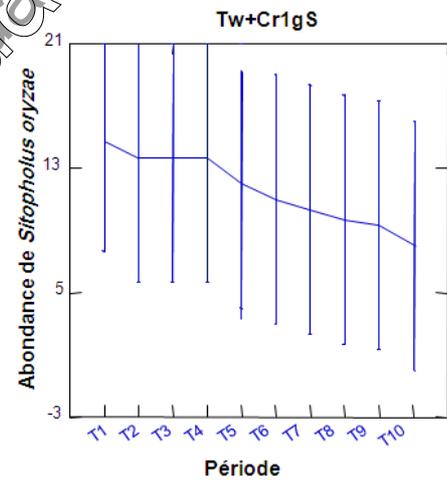
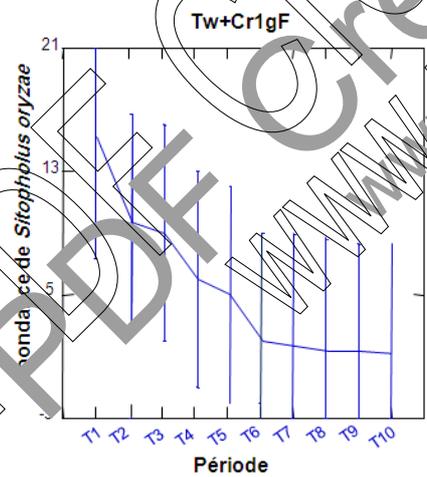
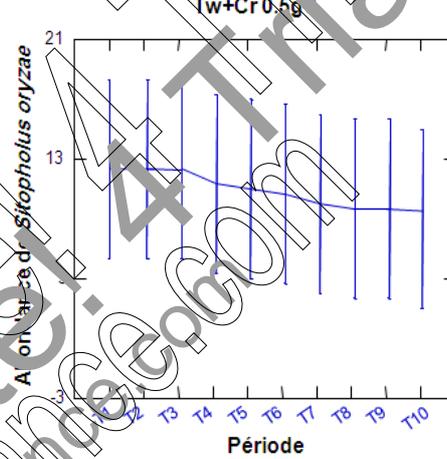
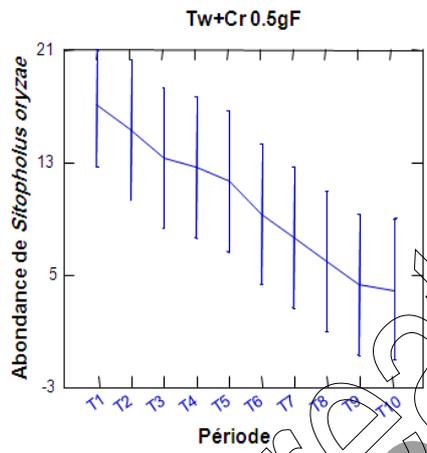
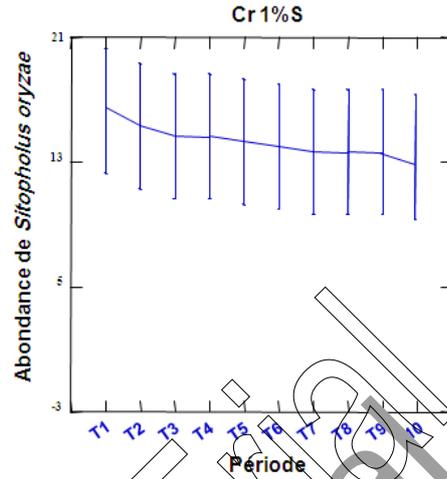
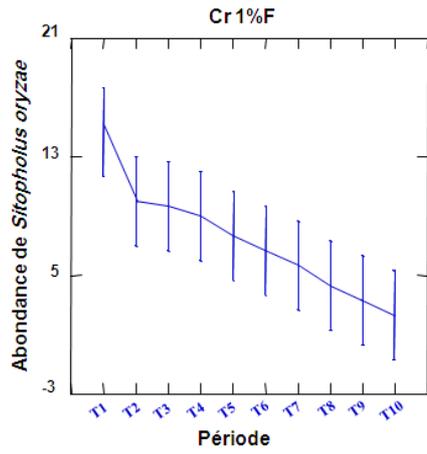


Figure.III.12. Graphes du modèle ANOVA appliqué à l'interaction périodes / molécules sur *Sitophilus oryzae*.

CHAPITRE IV
DISCUSSION

CHAPITRE IV : DISCUSSION

Les insectes ravageurs des denrées, majoritairement des Coléoptères peuvent causer la perte totale d'un stock. Le moyen le plus courant pour limiter leurs activités est l'usage des pesticides dont les effets indésirables sont malheureusement très nombreux. L'intoxication humaine en est une principale. Au cours des dernières décennies, de nombreux travaux ont été menés dans le but de rechercher des méthodes de protection des denrées plus douces, respectueuses de la santé humaine et de l'environnement.

La recherche des moyens alternatifs pour lutter contre les ennemis naturels des denrées issues du savoir-faire des anciens puis l'usage des phyto-pesticides, se présente aujourd'hui comme une alternative prometteuse. Les biopesticides à partir des huiles essentielles des plantes constituent une piste sérieuse.

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation l'utilisation des molécules biologiques pour la protection des denrées stockées. Nos objectifs est d'évaluer l'efficacité des formulations (Tween et Carvacrol) fraîches et stockées à différentes doses : la demi dose et à la dose complète et aussi s'avoir l'effet de chaque molécule a part sur l'abondance des populations du charançon du riz *Sitophilus oryzae* qui est un ravageur redoutable du blé stocké.

Les plantes sont naturellement dotées de médiateurs chimiques permettant la communication entre les espèces et présentant divers effets. Beaucoup de chercheurs trouvent que, plus de 1000 plantes recensées aujourd'hui ont des propriétés variant de la dissuasion à la répulsion avec association de l'anti-appétence ou la létalité contre les ennemis des cultures et des stocks (Kéita ,1999 et Isman, 2000).

Les résultats acquis dans cette investigation montrent que les produits biologiques, du Carvacrol, du Tween et la formulation Carvacrol et Tween appliquées ont montré un effet de choc remarquable sur l'insecte traité. Cet

effet de choc estimé par le taux de mortalité de la population de *Sitophilus oryzae*. Il est estimé sur l'abondance de *S. oryzae* et présente une gradation de toxicité, une précocité allant de Tween 3%, les formulations à différentes doses et par la suite le Carvacrol par les deux doses d'application.

De ce fait on peut émettre l'hypothèse que les matières bioactives et l'adjuvant ont provoqué un effet de choc sur la population de *S. oryzae*. Cette hypothèse est renforcée par des littératures assez conséquentes qui stipulent que les plantes sont les réservoirs d'une vaste quantité de molécules aux propriétés et activités variées. Ces molécules naturelles défensives des plantes ont servi d'insecticide longtemps avant l'avènement des substances chimiques de synthèse.

Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques (Larew, HG., Locke, JC., 1990 ; Gomez, et al., 1997) . Beaucoup de molécules dans ces substances interviennent dans la défense du végétal contre les ravageurs (60). C'est ainsi qu'avec plus de 400.000 substances chimiques, le règne végétal constitue la plus grande source de produits insecticides naturels du monde (ISRA/CNRA, 1997).

En particulier, ces composés secondaires sont souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante productrice contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs. Ces composés sont très nombreux et variés, et certains sont largement distribués, comme les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes et les tanins, tandis que d'autres ont une répartition plus restreinte comme les composés soufrés (Auger J., Thibout E., 2002 ; Benayad, N., 2008).

Nos résultats corroborent ceux obtenus par d'autres études qui montrent que plusieurs substances d'origine botanique testées sur les Coléoptères du genre *Bruchidae*, ravageurs du maïs, du manioc et du haricot ont montré un effet insecticide et ovicide (Glitho et al., 2008; Monge et al., 1988).

L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes remonte aux anciennes civilisations, tout d'abord en Orient et au Moyen Orient, et par la suite au nord de l'Afrique et en Europe (Thiam et Ducommun, 1993; Franchomme *et al.*, 1990). Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs et des pathogènes (Monge, *et al.*, 1988 ; Tilman, D. et Downing, J.A., 1994). D'après Isman (2006) plusieurs huiles essentielles ont été intensivement étudiées pour évaluer leurs propriétés répulsives comme ressource naturelle valable.

Les phyto-pesticides valorisables sous la forme des huiles essentielles présente un réel avantage du fait de leur faible persévérance, leur faible toxicité pour l'homme et de leur mode d'action sur les ravageurs. Toutes les plantes dont les huiles ou les extraits sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs ne sont pas indiquées pour l'alimentation humaine, non seulement du fait de leur toxicité mais de leur goût ou de leur senteur. Il serait opportun d'allier les connaissances liées du savoir-faire paysan pour indexer certaines plantes condimentaires utilisées de nos jours ou par le passé pour la protection. Cette approche suggèrerait donc d'améliorer la protection des denrées par l'usage des phyto-pesticides issus des épices donc qui ne sont pas potentiellement toxiques pour le consommateur ou l'utilisateur (Bekele J. & Hasanali A., 2001 ; Ngamo L.S.T., 2000).

Différents travaux font référence à l'utilisation d'huiles essentielles pour la protection contre les ravageurs. Le limonène agit contre différents ravageurs (33), alors que le même composé présente une activité d'attraction pour les prédateurs et offre donc des perspectives intéressantes en lutte biologique. Les constituants des huiles essentielles sont des sources potentielles d'insecticides botaniques. Plusieurs constituants sont insecticides (Huang, *et al.*, 2000 ; Tunç, *et al.*, 2000). Le safrole et l'eugénol ont des fortes activités insecticides sur les ténébrions et surtout le *T. castaneum* (Regnault-Roger C. et Hamraoui, 1994) ainsi que sur la bruche du haricot. En outre, les molécules issues du métabolisme secondaire des principaux constituants des

huiles essentielles: polyphénols, terpènes, acaloïdes ou glycosides cyanogéniques (Sanon A., *et al.*, 2002) sont facilement biodégradables par voie enzymatique.

Aussi ces résultats confirment ceux cités par Satrani *et al.*, (2008) qui ont signalés que l'utilisation des huiles essentielles des plantes comme l'Origan, le thym, la sauge, le romarin et le clou de girofle ont toutes une particularité commune: elles sont riches en composés phénoliques monoterpène comme l'eugénol, le thymol et le Carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne et antifongique, comme le thymol possède le plus large spectre d'activité contre 25 genres de bactéries testées (Dorman *et al.*, 2000), il a présenté aussi une activité repulsive contre les moustiques (Ibrahim et Zaki, 1998; Yang *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2005; Jaenson *et al.*, 2006).

Les résultats obtenus signalent que le chémotype à une action répressive sur les populations traitées. De nos jours, les constituants de beaucoup d'huiles essentielles possèdent des activités neurotoxiques pour les insectes sont connus (Sanon *et al.*, 2002). Selon Schwâmmale *et al.* (2002) le Carvacrol est un des composants principaux des huiles essentielles de certaines *labiaceae* (*lamiaceae*), comme l'origan, thym dont la teneur peut atteindre jusqu'à 86%. L'activité anti-oxydante de ces herbes est dû au Carvacrol, thymol et un autre phénol. Ceci a été confirmé par un certain nombre de travaux. Nos résultats réaffirment avec plusieurs études qu'ont montrés que le carvacrol présente plusieurs activités biologiques (Duke, 1999): il est anthelmintique, antibactérien, antidiurétique, anti-inflammatoire, antioxydant, antiseptique, antipasmodique, antitussif, expectorant, carminative, fongicide, irritant, pesticide et vermifuge. De même le Carvacrol, thymol possède une activité antibactérienne, activité antifongique contre les mycètes phytopathogène (Schwâmmale *et al.*, 2001)

Toute substance biologiquement active est susceptible, à fortes doses de produire des effets indésirables, voire nocifs (Kumschnabel, G. et Lackner, R., 1993). Les résultats ont mentionné également que l'effet de doses

d'applications indique la présence d'une différence remarquable entre la dose complète et sa demi-dose sur les populations de *S. oryzae*. On suppose, que l'utilisation de la forte dose peut avoir des conséquences importantes sur l'abondance de l'insecte traité.

Des copieux travaux montrent que les effets des molécules bioactives peuvent varier en fonction des plantes, de la molécule elle même produit, de la dose utilisés, de la fréquence et de l'opportunité du traitement. Les effets d'un stress environnemental se traduisent par des réponses hiérarchisées selon le type de perturbation, sa chronicité ou son intensité et le niveau d'organisation biologique de l'espèce concernée (Kamschnaue, G. et Lackner, R ., 1993).

L'approche traditionnelle en toxicologie et en écotoxicologie est d'étudier les effets d'une seule substance, indépendamment d'autres expositions. Or, dans la pratique, les organismes sont exposés à de multiples substances, susceptibles d'agir en synergie. C'est ainsi que des substances, considérées indépendamment comme non toxiques, peuvent présenter des effets délétères si elles agissent conjointement. C'est ce qu'on appelle l'effet cocktail (Hayes et al., 2006).

Les analyses indiquent que les produits formulés (Carvacrol / Tween) ont exprimé l'effet toxique le plus remarquable on le comparant aux Carvacrol. Le recours à l'utilisation des produit formulés a permet d'augmenter la toxicité du mélange. Sous l'hypothèse que l'adjuvant à augmenter la toxicité de la molécule bioactive, cela suppose que l'adjuvant aide à augmenter la toxicité de liquide ça signifier que la molécule bioactive été en contacte avec le bio-agresseur avec toute ces caractéristiques bioactive pour cela son effet été plus important que les extraits utilisés à eux seuls.

Les adjuvants sont des substances dépourvues d'activité biologique mais capables de modifier les propriétés physiques ou biologiques des préparations phytosanitaires (dir 91/414 de l'union européenne).

Alors que, Constant (Constant, N., 2009), estime que l'influence des adjuvants sur les produits formulés permet l'augmentation de la résistance à la photo-dégradation de la molécule, du fait qu'il est non synergique. De même, Serrano et *al.*, (Serrano, E., et *al*, 2006) estime que l'adjuvant visant à améliorer la propriété d'adhésivité, il agit en favorisant l'étalement et la rétention de la matière active sur la feuille, et en réduisant son lessivage.

Ces données rejoindraient les résultats d'autre étude qui disent que l'efficacité insecticide des métabolites secondaires des plantes est d'abord le résultat de leur nature chimique. Leurs effets nocifs sur les phytophages sont aussi dûs à la présence d'une autre catégorie de métabolites qui eux ne sont pas à prime abord nocifs. Cependant, lorsque ces composés sont associés aux substances toxiques, la toxicité du mélange est supérieure à celle de ces derniers pris séparément (Krebs, C.J., 1972).

Ainsi que les produits stockés perdent leurs propriétés insecticides vis-à-vis au charançon du riz avec le temps.

CONCLUSION

PDF Creator! 4 Trial
www.nuansoft.com

Conclusion et Perspectives

Au terme de ce travail consacré essentiellement à l'étude de l'effet d'un chémotype d'importance major de l'huile essentielle de *Thymus fantanisia*, Carvacrol comparé du l'adjuvant « Tween » et leurs formulations Tween+Carvacrol a différentes doses sur l'abondance des populations de *Sitophilus oryzae*. Il nous a paru intéressant de présenter les principaux résultats auxquels nous avons accomplis.

Les résultats relatifs aux traitements biologiques par le biais des applications, le carvacrol à différentes doses, le tween ainsi que leurs formulations ont montré une efficacité notable sur l'abondance des populations du charançon du riz *S. oryzae*. De plus les traitements biologiques utilisés ont signalé un effet de choc dès les premiers jours d'exposition sur l'abondance des populations traitées.

Les résultats dénotent encore que les molécules fraîches exercent une pression très importante sur l'abondance des *S.oryzae* comparées aux molécules stockées.

Les formulations Tween+Carvacrol à différentes doses montrent un effet plus toxique sur les populations de *S. oryzae* comparés aux molécules libres appliquées.

Aussi que la dose joue un rôle important dans la formulation. Cependant, la formulation Tween + Carvacrol à la dose complète 1% révèle un effet remarquable que la formulation à la demi-dose (1/2%).

Grace a ces résultats qui semblent intéressants, on peut conclure que le Carvacrol possède des propriétés insecticides assez importantes à la dose de 1 g/l avec un adjuvant « Tween » qui facilite sa pénétration a travers la cuticule de *Sitophilus oryzae* aussi l'adjuvant « Tween » à un certain pouvoir insecticide grâce a ses caractéristiques physiques de pénétration.

En perspective, Il serait intéressant d'étudier les autres composants de l'huile essentielle de *Thymus fantanisia* et leurs caractéristiques physico-chimiques sur les ravageurs des denrées stockées

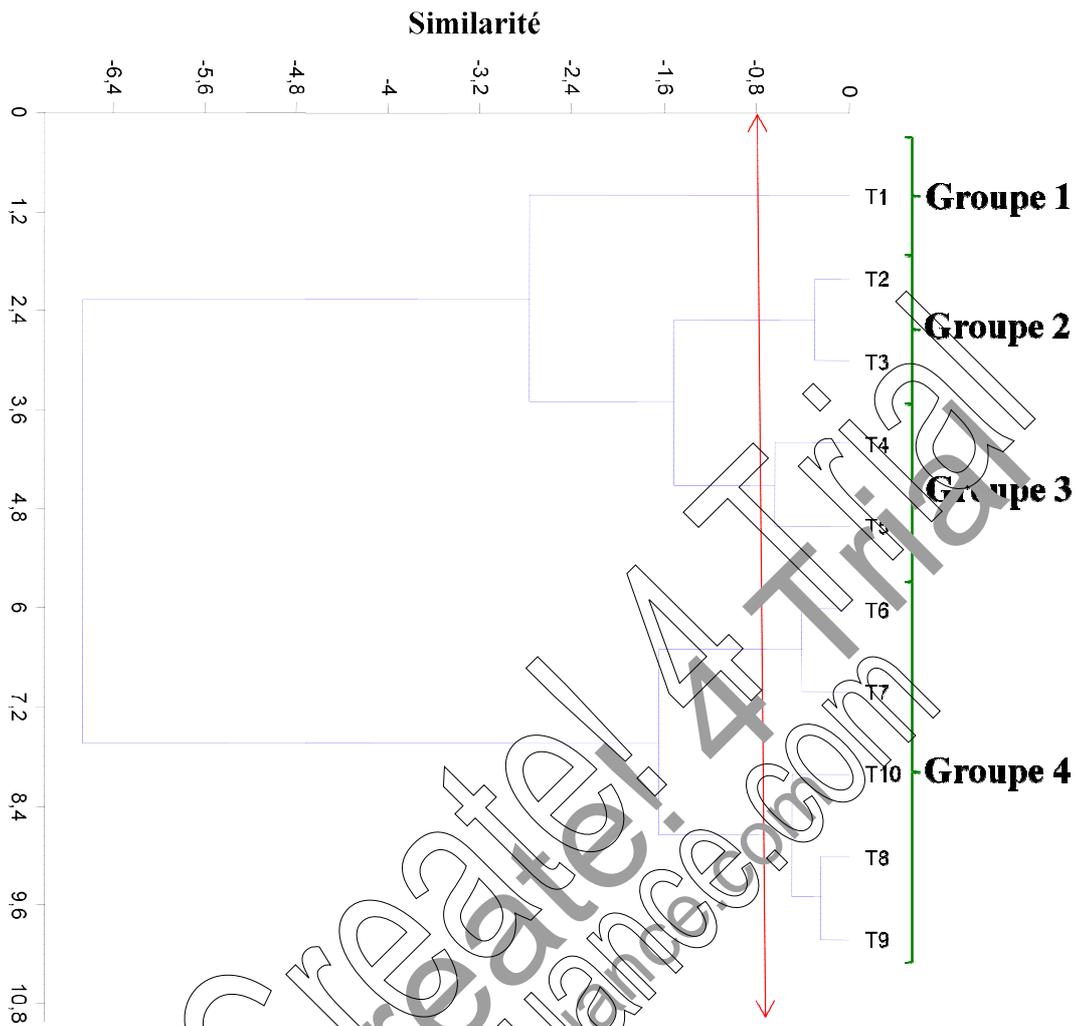
Évaluer aussi l'effet de l'huile essentielle de *Thymus fantanisia* et la combiner avec l'adjuvant, sur les populations de *Sitophilus oryzae*.

Il serait intéressant aussi d'étudier l'organe ciblé par l'huile essentielle.

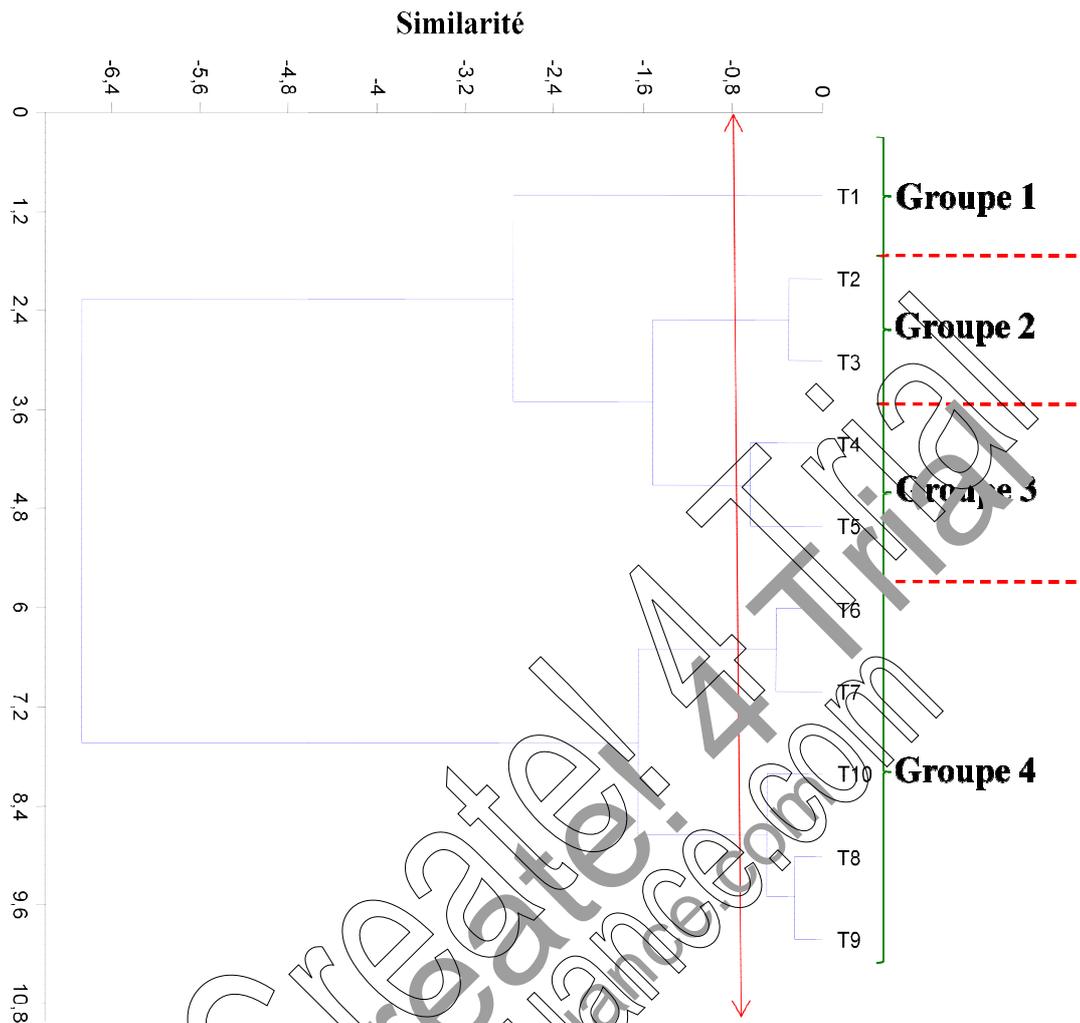
PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

ANNEXE

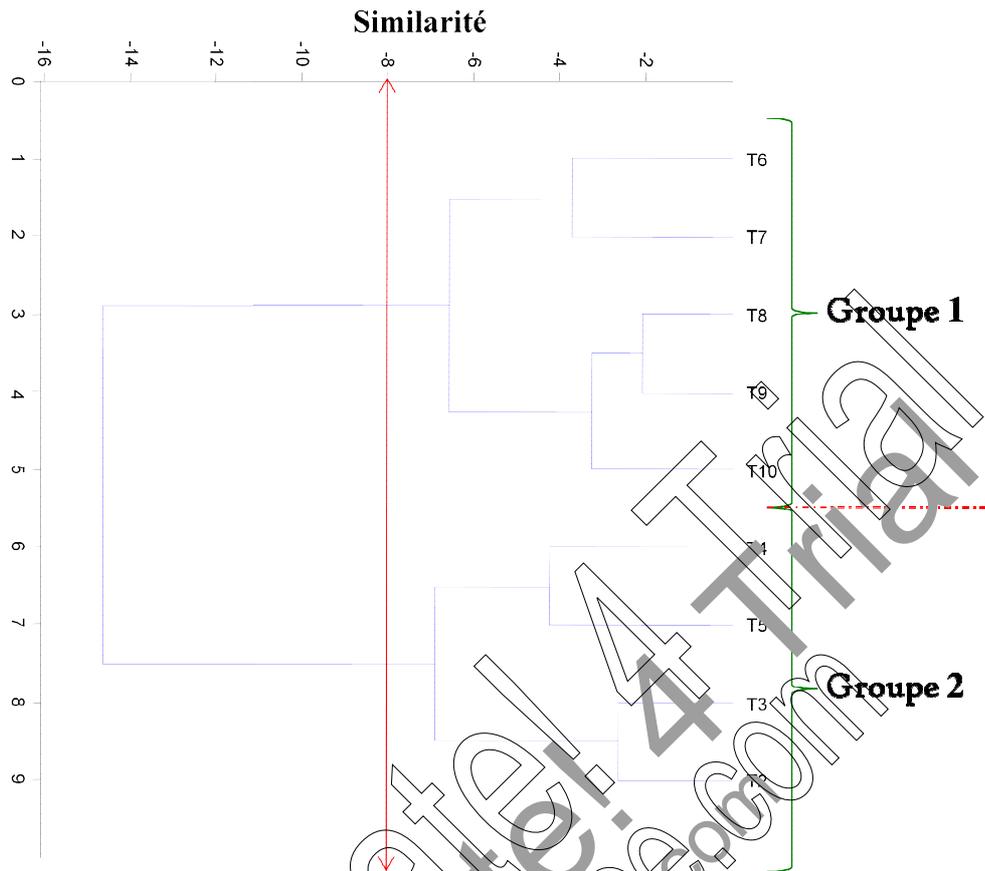
PDF Creator! 4 Trial
www.nuance.com



Annexe 1 : classification hiérarchique ascendant (C.H.A.) sur les traitements biologiques frais



Annexe 2 : classification hiérarchique ascendant (C.H.A.) sur les traitements biologiques stockés



Annexe 3 : classification hiérarchique ascendant (C.H.A.) sur les traitements biologiques frais et stockés

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Adda C., Borgemeister C., Biliwa A. & Meikle W.G.**, 2002. Integrated pest management in post-harvest maize: a case study from the Republic of Togo (West Africa). *Agric. Ecosyst. Environ.*, **93**, 305-321.
- **Anonyme**, 2005. Agriculture, échanges et environnement. Le secteur des grandes cultures. Ed. OCDE, 361p.
- **Anonyme, 2008 a** – Le blé, le seigle et le triticale. Chapitre 05. Cours de J.C. Verville. Université d'Israel. 18p.
- **Anonyme, 2008 b** – Orge, avoine, sorgho et millets. Chapitre 08. Cours de J.C. Verville. Université d'Israel. 23p.
- **Auger J., Thibout E., 2002.** *substances soufrées des Allium et des 229 Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires.* In Regnault-Roger, C, Philogène, B J.R, Vincent C. Biopesticides d'origine végétale. Tec & Doc, Paris, p 77-96.
- **Bekele J. & Hasanali A.**, 2001, Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimands* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insects pests. *Phytochemistry*, 57, 385-391.
- **Bekon, K., et Fleurat-Lessard, F.** 1969. «Évolution des pertes en matière sèche des grains dus aux ravageurs secondaires : *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coléoptère; Tenebrionidae), lors de la conservation des céréales». In *Céréale en région chaudes. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 97-104.*
- **Benani, N.** 2007. Contribution à l'étude de la flore fusarienne totale dans un sol céréalier de l'ITGC (oued smar). Mém.Ing, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 56 p.
- **Benayad, N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Département de Chimie Faculté des Sciences de Rabat.Maroc.61p.
- **BONJEAN A.**, 2001. Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum L.*). In S. Le

Perchec, P. Guy, A. Fraval : *Agriculture et biodiversité des plantes*. Dossier de l'environnement de l'INRA, n°21, 29-37.

- **Boufenar-Zaghouane F. et Zaghouane O., 2006** - Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC d'Alger, 1ère Ed, 152p.
- **Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M. et Rezgui S., 2007**. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
- **Chadefaud M. et Emberger L., 1960**- Traité de botanique. Systématique. Les végétaux vasculaires par L. Emberger. Fasciculé Masson et Cie. Tome II, 753p.
- **Constant, N., 2009**. L'utilisation du pyrèthre naturel pour lutter contre la cicadelle de la flavescence dorée en viticulture biologique. AIVB-LR. www.constant.aivb@wanadoo.fr.
- **Cseke, L.J. et Kaufman, P.B.** 1990. How and why these compounds are synthesized by plants. In Kaufman, P.B., Cseke, L.J., Warber, S., Duke, J.A. et Blichmann, H. ... (eds), *Natural Products from plants*. CRC Press, Boca Raton, F.L. 37-90.
- **Cuisine-dz.** 2008. <http://www.cuisine-dz.com/?r=dossier&dossier=6&courent=1>
- Danho, M. et Haubruge, E. 2003. «Comportement de ponte et stratégie reproductive de *Sitophilus zeamais*». *Phytoprotection*, 84: 59-67.
- **Dembel A, Malonga, P.** 1987. «Insecticidal properties of six plants materials against *Caryedon serratus* (OL.) Coleoptera: Bruchidae». *J. Stored Prod. Res.*, 23 : 173-6.
- **Doussinault G., Kaan F., Lecomte C. et Monneveux P., 1992**. Les céréales à paille: présentation générale. In : Gallais A. et Bannerot H. (Eds.), *Amélioration des espèces végétales cultivées*. Ed. INRA, Paris, pp. 13-21.
- **DUCOM P., 1982** : Protection chimique des grains en climat tropical. In Multon J. L. *Conservation des grains et graines et produits dérivés*". Tech et Doc. E Lavoisier. Eds Paris 2 : 579-1155.

- **Duke J.A.** 1998. Phytochemical Database. USDA – ARS – NGRL (ed), Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland.
- **FAO**, 1990. Protein quality evaluation. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture. 4-3.
- **Feillet P.**, 2000. Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308.
- **Foua-Bi, K.** 1993. Produits naturels utilisés dans la préservation des stocks en Afrique noire, 84- 95. In, *Thiam, A. et Ducommun, G. (éds). Protection naturelle des végétaux en Afrique.* ENDA, Tierce-sonde, Dakar.
- **Franchomme, P., Jollois, R. et Pénoel.** 1990. In «<L'aromathérapie exactement>», Roger Jollois, (ed), Limoges, France, 44-48.
- **Franchomme, P., Jollois, R. et Pénoel.** 1990. In «<L'aromathérapie exactement>», Roger Jollois, (ed), Limoges, France, 44-48.
- **Glitho, IA** 2002. Post-récolte et biopesticides en Afrique. In *Regnault-Roger, c., Philogène, B.JR. et Vincent, C. (éds). Biopesticide d'origine Végétale 1ère édition.* Lavoisier, TEC & DOC, Paris, 313-321.
- **Glitho, LA. Ketoh, K.G., Nito, P.Y., Amevoin, S.K. et Huignard, I.** 2008. Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest. 207-211. In *Regnault-Roger, C, Philogène, B.JR. et Vincent, C (éds). Biopesticide d'origine Végétale 2ème édition.* Lavoisier, TEC & DOC, Paris, 550p
- **Sodon, B; Willm, C.L.** 1991. Les industries de première transformation des céréales. Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp. 78-91
- **Gomez, P., Cubillo D., Mora, GA., Hilje, L., 1997.** Evaluacion de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*. II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29, p. 17–25.
- **Haryadi, Y, Fleurat-Lessard, F.** 1994. «Factors affecting survival and development of *Sitophilus oryzae* L. in rice grain pericarp layers». : Highley, E., Wright, E. J, Banks, H J, Champ, B. R (Eds), *Proceedings*

of the Sixth International Working Conference on Stored Products Protection, CAB International, Wallingford, United Kingdom, 525-527.

- **Huang Y., Chen S.X. & Ho S.-H.**, 2000, Bioactivities of methyl allyl disulfide and diallyl trisulfide from essential oil of garlic to two stored product pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, **93**, 2, 537-543.
- **Isman, M.B.** 2000. «Plant essential oils for pest and disease management». *Crop Protection*. 19: 603-608.
- **Isman, M.B.** 2006. «Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world». *Ann. Rev. Entomol*, 51 :45-66.
- **ISRA/CNRA, 1997** *Utilisation des feuilles de neem pour le contrôle des insectes ravageurs du niébé*, ISRA, Bambey Sénégal, 8 p.
- **KEHE M.**, 1975 : Expérimentation pour la mise au point d'un protocole d'essai de substances insecticides pour la lutte contre les charançons des grains: *Sitophilus granarius* (L.) et *Sitophilus oryzae* (L). Mémoire D. A. A. ENSAM, Montpellier, 65p.
- **Keita S.M.**, 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.*, **37**, 339-349.
- **Kéita, S.M., Amason, J.T., Baum, B.R., Marles, R., Camara, F., et Traoré, A.K.** 1999. «Étude ethnopharmacologique traditionnelle de quelques plantes médicinales anthelminthiques de la Haute-Guinée (République de Guinée)». *Revue Med. Pharm. Afr.*, 13 :49-64.
- **Keita, S.M., Vincent, Jean-Pierre, C., Schmit, J.P., Ramaswamy, S. et Bélanger, A.**, 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 36:355-364.
- **Ketoh G.K., Koumaglo H.K. & Glitho I.A.**, 2005. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng.

(Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* Rondani (Hymenoptera: Pteromalidae). *J. Stored Prod. Res.*, **41**, 363-371.

- **Krebs, C.J., 1972.** *Ecology*. Harper and Row, New-York. Introduction.
- **Kumschnabel, G. et Lackner, R., 1993.** Imdash; Streresss pones in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* alevins. *Comp. Biochem. Physiol.*, 104 A: 777-784.
- **Labeyrie V., 1992.** Problèmes fondamentaux posés par les insectes des denrées. *In : Foua-Bi K. & Philogène B.J.R., eds. Actes du seminaire international à Abidjan, Côte d'Ivoire, 29 janvier-1 Février 1992*, 9-14.
- **Larew, HG., Locke, JC., 1990.** Repellency and toxicity of horticultural oil against whitefly on *Chrysanthemum*. *HortScience* 25 (11), p. 1406-1407.
- **Laviolette, P. et Nardon, P.** Action des rayons gamma du Cobalt 60 sur la mortalité et la fertilité des adultes d'un charançon du riz. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 1963, Vol. 97, p. 30-35.
- **Lucas, E., et Riudavets, J., 2000.** «Lethal and sublethal effects of rice polishing process on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae)>>. *J Econ. Entomol.*, 93: 18-2-1347.
- **Molinié, A. et Pfohl-Leszkowicz, A., 2003.** Les mycotoxines dans les céréales : les points importants de contrôle de la production au stockage, le devenir dans les produits dérivés. Laboratoire de Toxicologie et sécurité alimentaire- Auzeville- Tolosane. Note de l'ACEDI/ISO N°spécial Mycotoxines (2003), 9 pages.
- **Momar Talla Guèye, Dogo Seck, Jean-Paul Wathelet, Georges Cognay., 2011.** *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **15**, 183-194
- **Monge, G.P. Germain, J. F. et Huignard., J., 1988.** Importance des variations thermiques sur l'induction de la diapause reproductrice chez *B. atrolineatus* Pic. (Coleoptera: Bruchidae), *Ecology and coevolution*. Kluwer Academic Publishers, 91-100.
- **Ngamo L.S.T., 2000,** Premier rapport annuel (1999-2000). Grand programme de recherche universitaire. Développement et valorisation

des ressources animales et végétales. Protection intégrée des denrées stockées. Université de Ngaoundéré. 31 p.

- **Olsson, J.** 2000. Modern Methods in Cereal Grain Mycology. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Departement of Microbiology *Uppsala*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria 241. 37 pages.
- **PAN Africa** (Pesticide Action Network), 2003. *Les pesticides au Sénégal*. 2e éd. Dr Abou Thiam & Dr Alassane Sarr, eds.
- **Philogène, B.J.R, Regnault-Roger, C. et Vincent, C.** 2008. Biopesticides d'origine végétale: bilan et perspectives, p.124. In *Regnault-Roger, c., Philogène, B.J.R., Vincent, C.* (éds.) *Biopesticides d'origine végétale*, 2^{ème} éd., Lavoisier, Paris.
- **Pierre, A.** 2004. «Huiles essentielles et insectes ravageurs: Tests en labo et sur Terrain». *Acta Bot. Galliea* 150: 257-274.
- **Prats H., 1960** - Vers une classification des graminées. Revue d'Agrostologie Bull. Soc Bot. France 32-79.
- **Regnault-Roger C. & Hamraoui, 1991**- Antifeedant effect of Mediteranean plant essential oils upon *Acantholides obtectus* Say (Coleoptera) bruchid of kidney beans *Phaseolus vulgaris* L. In: Highly E., Wright E.J., Ban's H.J., Champ B.R. Storage product protection (Vol. 2), CAB international, Wallinsford (U.K.), 837-840.
- **Regnault-Roger, C, Hamraoui, A. 1995.** Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a Bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L). Journal of Stores Products Research 31:291-299.
- **Regnault-Roger, C., Philogène, B.J.R et Vincent, C.** 2008. Biopesticides d'origine végétale, 2^{ème} édition, Lavoisier, Paris. édition, 550p.
- **Sanon A., Garba M., Auger J. & Huiganrt J., 2002,** Analysis of insecticidal activity of methulisocyanate on *Callosobruchus maculatus* and its parasitoid *Dinarmus basalis*. Journal of Stored Products Research, 38, 129-138.

- **Schwâmmale B., Winkelhausen E., Kuzmanova S. et Steiner W.,** 2001. Insolation of Carvacrol Assimilating Microorganism. *Biotechnol.* 39 (4), 341-345.
- **Seck, D.G., Lognay, E., Haubruge, M. Marlier et Gaspar, C.** 1996. «Alternative Protection of Cowpea Seeds Against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) using Hermetic Storage alone or in Combination with *Boscia senegalensis* Pers. Lam. Ex. Poin». *J Stored Prod. Res.*, 32: 39-44.
- **Serrano, E., Saccharin, Ph. et Raynal, M., 2006.** Optimisation des doses de matières actives appliquées à l'hectare de la réduction de doses Synthèse de 5 années d'essais en Midi-Pyrénées. IF - IV - Entav/ITV France Midi- Pyrénées - V'innopôle - BP 22 - 81310 Lisle sur Tarn.
- **Silvy, C. et Riba, G., 1999.** Biopesticides contre maladies, insectes, mauvaises herbes. Les dossiers de l'Environnement, INRA 19, 157-200.
- **Soltner D.,** 2005- les grandes productions végétales. 20^{ème} Edition. Collection science et techniques agricoles
- **STEFFAN J. R.,** 1978 : Description et biologie des insectes, 1-65 . In Scotti, G. Les insectes et les acariens des céréales. AFNOR/ITCF, Paris, 238 p.
- **SWISSEO.** 2005 «Plantes aromatiques et médicinales.». *Cahier des charges*. Institut Suisse des huiles essentielles Certification des huiles essentielles. Ed. 11-2005.
- **Thom, J. et Ducommun, G.** 1993. Protection naturelle des végétaux en Afrique. ENDA, Tiersmonde, Dakar. 213p.
- **Wilman, D. et Downing, J.A.,** 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363-367.
- **Tunç I., Berger B.M., Erler F. & Dagli F.,** 2000, Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36, 161-168.
- **Vincent, C., Hallman, G., Panneton, B. et Fleurat-Lessard, F.** 2003. «Management of Agricultural Insects with Physical Control Methods». *Annu. Rev. Entomol.*, 48: 261-281.

- **Vincent, C., Panneton, B., Fleurat-Lessard, F.** 2000. La lutte physique en phytoprotection. INRA, Paris. 347p.

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com