

BURKINA FASO

Unité - Progrès –Justice

**MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR
(M.E.S.S.)**

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (U.P.B.)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (I.D.R.)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME DE MASTER EN PRODUCTION VEGETALE

(MAPV)

THEME

Étude de l'efficacité de l'extrait aqueux de graines de neem et la deltaméthrine sur les insectes ravageurs du pourghère (*Jatropha curcas* L.); cas de *Calidea dregii* Germar. et *Aphthona* spp.

Présenté par : Mominé BIDIGA

Directeur de mémoire: Dr Fernand SANKARA

Maître de stage: Dr Souleymane NACRO

TABLE DES MATIERES

Titres	Pages
DEDICACE.....	iv
REMERCIEMENTS.....	v
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES PHOTOS.....	ix
RESUME.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I.1. Généralités sur le pourghère.....	5
I.1.1. Origine et systématique du pourghère.....	5
I.1.2. Caractéristiques et cycle de développement de la plante.....	6
I.1.3. Phénologie et exigences agroécologiques.....	9
I.1.4. Phytotechnie.....	10
I.1.5. Entretien.....	11
I.1.6. Récolte et conservation des graines.....	12
I.1.7. Rôle du pourghère dans les systèmes de culture.....	13
I.1.8. Usages du pourghère.....	14
I.1.9. Contraintes liées au développement du pourghère.....	14
I.1.9.1. Insectes ravageurs du pourghère.....	14
I.1.9.2. Méthodes de lutte.....	15
I.1.9.3. Maladies du pourghère et méthodes de lutte.....	16
I.2. Utilisation des extraits des plantes dans la lutte contre les insectes.....	17
I.2.1. Utilisation des plantes insecticides.....	17

I.2.2. Utilisation des huiles essentielles	17
I.2.3. Insecticides d'origine botanique.....	18
CHAPITRE II: MATERIELS et METHODES.....	19
II.1. Présentation de la zone d'étude	20
II.1.1. Présentation de la Fondation FasoBiocarburant (FFB).....	20
II.1.2. Présentation du site d'expérimentation	21
II.2. Matériels	23
II.2.1. Matériel végétal.....	23
II.2.2. Matériel animal	23
II.2.3. Matériels techniques.....	24
II.2.4. Insecticides	25
II.2.4.1. Deltaméthrine	25
II.2.4.2. Azadirachtine.....	26
II.3. Méthodes.....	28
II.3.1. Choix du site de l'expérimentation en milieu naturel	28
II.3.2. Méthode de préparation des produits	28
II.3.2.1. Extrait aqueux de graines de neem.....	28
II.3.2.2. Solutions à base de la deltaméthrine 12,5 EC.....	28
II.3.3. Mise en place des traitements au laboratoire.....	29
II.3.3.1. Toxicité par contact des insecticides sur le papier buvard.....	29
II.3.3.2. Toxicité par ingestion des insecticides sur les organes de la plante.....	29
II.3.3.3. Effet répulsif des insecticides sur papier buvard	30
II.3.4. Dispositif expérimental en milieu naturel	31
II.3.5. Analyse statistique	31
CHAPITRE III: RESULTATS et DISCUSSION	32
III.1. Résultats.....	33
III.1.1. Test de toxicité des insecticides par contact sur papier buvard.....	33

III.1.1.1. Effet de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Calidea dregii</i> par contact	33
III.1.1.2. Effet de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Aphthona</i> spp. par contact	35
III.1.2. Test de toxicité des insecticides par ingestion des organes de la plante.....	36
III.1.2.1. Effet de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Calidea dregii</i> par ingestion de fruits de pourghère.....	36
III.1.2.2. Effet de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Aphthona</i> spp. par ingestion de la sève des feuilles de pourghère.....	37
III.1.3. Test d'effet répulsif des insecticides sur papier buvard.....	39
III.1.3.1. Effet répulsif de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Calidea dregii</i>	39
III.1.3.2. Effet répulsif de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Aphthona</i> spp.....	39
III.1.4. Effets de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Calidea dregii</i> et <i>Aphthona</i> spp. en milieu naturel.....	40
III.1.4.1. Effets de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Calidea dregii</i> en milieu naturel	40
III.1.4.2. Effets de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur <i>Aphthona</i> spp. en milieu naturel	42
III.1.5. Effets de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur les autres Arthropodes et vertébrés associés au pourghère.....	44
III.1.6. Evaluation du coût des traitements	44
III.2. Discussion.....	45
CONCLUSION / PERSPECTIVES	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	52

DEDICACE

Je dédie ce document,

*Au Tout Puissant Dieu pour m'avoir
accordé la vie,*

*À mes parents BIDJGA Wobodo et
DABRE Habibou dont l'affection et le
soutien m'ont été disponibles tout au long de
mes études,*

*À mes oncles El Adj BIDJGA Issouf, aux
défunts BIDJGA Ousmane et El Adj
BIDJGA Alassane,*

*À mes frères et sœur BIDJGA Hoddou,
Cissa et Alizétou.*

*À toutes mes tantes et à l'ensemble de la
famille BIDJGA pour leur soutien et
attachement à ma réussite dont ils ont fait
preuve.*

REMERCIEMENTS

La réalisation du présent document a été rendu possible grâce à la contribution de nombreuses personnes. Il m'est très agréable de leur témoigner ma reconnaissance et leur adresser mes vifs remerciements pour leur inestimable contribution à la réussite de cette étude. Mes remerciements s'adressent particulièrement à:

-**M. Idrissa BA** Directeur par intérim de la Fondation FasoBiocarburant (FFB) qui a bien voulu m'accepter comme stagiaire dans sa structure;

-**Dr Souleymane NACRO**, Maître de recherche à l'INERA de Ouagadougou, mon maître de stage, dont les encouragements permanents, la constante disponibilité à écouter mes multiples inquiétudes et à y trouver des solutions, l'expérience et la rigueur dans le travail, ont été d'une importance capitale pour la bonne issue de ce travail. Je lui suis extrêmement reconnaissant pour sa grande gentillesse et sa bonne vision sociale;

-**Dr Fernand SANKARA**, mon directeur de mémoire, pour ses conseils judicieux, son assistance permanente et les corrections minutieuses apportées au présent document. Je lui adresse une mention spéciale, pour la simplicité avec laquelle il m'a toujours reçu en tout temps;

-les responsables de **ADECIA**, pour avoir financé ce travail dans le cadre de la convention ADECIA-FFB;

-**M. Mathurin ROUAMBA**, assistant du directeur, pour ses conseils et sa disponibilité malgré ses multiples occupations;

-**M. Younouss Wakaï DJIMMY** et **Mme KY/SAWADOGO Alizéta**, tous doctorants en entomologie, pour leur sympathie, leurs encouragements et disponibilité à m'apporter leur aide tout au long de cette étude. Je n'oublie pas **Mme KERE/SONKO Hazarata** (stagiaire en comptabilité) pour ses encouragements et sa sympathie;

-**Mme KABORE/NAMA Josiane**, secrétaire-comptable, pour avoir mis à ma disposition tout le matériel nécessaire à cette étude ainsi que la reproduction du présent document. Sans oublier **M. Christophe BASSONO**, chauffeur de la Fondation;

-**M. Yacouba NIGNAN**, animateur, pour son inestimable aide dans la conduite des expérimentations et la collecte des données sur le terrain ainsi que pour sa bonne vision sociale;

-**M. Oumarou NIGNAN**, dont la plantation m'a permis de mener une partie de cette étude, pour sa sympathie et ses aides apportées lors de la mise en place des traitements malgré ses multiples travaux champêtres;

-au corps enseignant de l'**IDR**, à qui, je dis grand merci pour l'énorme contribution apportée à ma formation. Je profite dire merci à tous mes enseignants du primaire, du secondaire et du supérieur;

-à la 37^{ème} promotion des **Ingénieurs de l'IDR** et plus particulièrement **Léandre S. DABIRE**, **Salif GANAME** tous ingénieurs agronomes, **Seydou KROMA**, ingénieur en sociologie et économie rurale et **Rokyatou SISSAO**, ingénieur en eaux et forêts, pour leurs encouragements et les différentes suggestions faites pour l'amélioration de ce document;

-mes frères, sœurs, cousins, cousines et amis: **BIDIGA** (Daouda, Hamade, Hodou, Brahima, Alphatar, Aïdatou, Faridatou, Alassane, Ousséni), **YODA** Daouda et Kader, **SAKANDE** Fadilatou, **KOUDOUGOU** Aimé, **KABORE** André, **ZIO** Mariama, **SEGUEDA** Sylviane, **NIGNAN** Ramadane, **GNOUMOU** Jean, **ZANGRE** Ousmane, **SAWADOGO** Aboudou, la famille **BANCE** et bien d'autres, pour leur soutien, leur compréhension, leurs conseils et les différentes suggestions faites pour l'amélioration de ce document;

-l'ensemble des Etudiants de la première promotion de Master de l'**IDR**, pour leur solidarité et leur franche collaboration tout au long de ce cycle;

Enfin, que ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, loin de l'oubli, trouvent ici mes sincères remerciements.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

- CILSS :** Comité Inter-Etats de la Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
- CIRAD :** Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
- CRAK:** Chambre Régionale d'Agriculture de Koulikoro
- ENESAD :** Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon
- FFB:** Fondation FasoBiocarburant
- FGPN :** Fédération des Groupements de Producteurs du Nayala
- FNZ:** Fédération Nian Zwè
- ICCO:** Organisation Inter-églises de coopération au développement
- INRS :** Institut National de Recherche Scientifique
- MBSA :** Mali Biocarburant Société Anonyme
- MDRA:** Ministère du Développement Rural et de l'Agriculture
- PREDAS :** Programme Régional de Promotion des Energies Domestiques et Alternatives au Sahel
- PSE :** Parti Socialiste Européen
- SARL :** Société à Responsabilité Limitée
- UEMOA :** Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Représentation du site d'étude dans la province de la Sissili (Région du Centre-Ouest du Burkina Faso)	22
Figure 2: Structure de la molécule de deltaméthrine (C ₂₂ H ₁₉ Br ₂ NO ₃) (Petit, 2002)	25
Figure 3: Structure moléculaire de l'azadirachtine A (C ₃₅ H ₄₄ O ₁₆) et l'azadirachtine B (C ₃₃ H ₄₂ O ₁₆).....	27
Figure 4: Évolution des pourcentages des mortalités cumulées des adultes de <i>C. dregii</i> en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem.	34
Figure 5 : Evolution des pourcentages de mortalités cumulées des adultes de <i>Aphthona</i> spp. en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après contact sur papier buvard.....	35
Figure 6: Evolution des pourcentages des mortalités cumulées des adultes de <i>C. dregii</i> en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après ingestion des fruits du pourghère.	37
Figure 7: Evolution des pourcentages des mortalités cumulées des adultes de <i>Aphthona</i> spp. en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après ingestion de la sève des feuilles de pourghère.....	38
Figure 8: Evolution des moyennes cumulées des adultes de <i>C. dregii</i> morts en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après traitement en milieu naturel.	41
Figure 9: Evolution des moyennes cumulées des adultes de <i>C. dregii</i> vivants en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après traitement en milieu naturel.	42
Figure 10: Evolution des moyennes cumulées des adultes de <i>Aphthona</i> spp. vivants en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine 12,5 EC et de l'extrait aqueux de graines de neem après traitement en milieu naturel.	43
Figure 11: Evolution des moyennes cumulées des adultes de <i>Aphthona</i> spp. morts en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine 12,5 EC et de l'extrait aqueux de graines de neem après traitement en milieu naturel.	43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Récapitulatif de quelques agents pathogènes du pourghère	16
Tableau 2: Quelques espèces végétales couramment utilisées contre les insectes en Afrique de l'Ouest.....	18
Tableau 3: Tableau de classement des pourcentages de répulsion des insecticides (McDonald <i>et al.</i> , 1970).	31
Tableau 4: Pourcentage de répulsion sur papier buvard de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC envers les adultes de <i>Calidea dregii</i>	39
Tableau 5: Pourcentage de répulsion sur papier buvard de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC envers les adultes de <i>Aphthona</i> spp.	40
Tableau 6: Effets des différentes doses de la deltaméthrine 12,5 EC et de l'extrait aqueux de graines de neem sur les autres Arthropodes et vertébrés associés au pourghère.	44
Tableau 7: Récapitulatif des dépenses.....	45

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Inflorescences du <i>Jatropha</i>	7
Photo 2: Racines de plante issue d'un bouturage (a) ; racines de plante issue d'un semis direct(b) (Domergue et Pirot, 2008)	8
Photo 3: Fruits non mûrs (a) ; Fruits mûrs(b) ; Fruits secs(c).....	9
Photo 4: Désherbage d'une plantation (a); Dégâts causés par les feux de brousse (b); Ramification à même le sol (c).....	12
Photo 5: <i>Calidea dregii</i> sur fruit et fleurs de pourghère (a et b); <i>Aphthona</i> spp. sur feuille et fleurs du pourghère (c et d).....	24
Photo 6 : Pulvérisateurs.....	25

RESUME

L'efficacité d'un extrait aqueux de graines de neem et la deltaméthrine 12,5 EC a été testée pour le contrôle des populations de *Calidea dregii* Germar. et *Aphthona* spp. deux des principaux insectes ravageurs du pourghère (*Jatropha curcas* L.). Ainsi, des tests de toxicité par contact sur papier buvard, par ingestion sur organes de la plante et l'effet répulsif sur papier buvard ont été menés *in vitro* sur des adultes issus des plantes de pourghère en comparaison avec des lots de témoin. Les extraits aqueux de graines de neem ont été obtenus à différentes durées de macération (12h; 24h et 48h) et la deltaméthrine 12,5 EC par dilution (4ml; 8ml et 16ml). Cette étude a permis de mettre en évidence l'efficacité des doses 8ml/L et 16ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC, et celles de 24h et 48h pour les extraits de graines de neem.

En plein champ, l'efficacité et l'adaptation des deux meilleures doses précédemment retenues a été vérifiée. Ainsi, les différentes doses ont entraîné une réduction du niveau des populations de chaque insecte après les traitements. Les meilleures réductions de populations de *C. dregii* (0,327) et celle de *Aphthona* spp. (0,501) ont été obtenues avec la dose 16ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC. Mais ces résultats n'étaient pas statistiquement différents de celui de la dose 8ml/L qui a permis d'obtenir des réductions respectives de 0,329 (*C. dregii*) et de 0,562 (*Aphthona* spp.). En ce qui concerne les extraits de neem, la meilleure réduction de populations (0,36 pour *C. dregii* et 0,562 pour *Aphthona* spp.) était enregistrée après 48h de macération. Par ailleurs, ces insecticides ont eu un effet nocif sur les autres espèces d'insectes associés au jatropha et leur délai d'efficacité en plein champ était de 2 à 3 semaines.

Mots clés: Deltaméthrine, Extrait de neem, *Calidea dregii*, *Aphthona* spp. Pourghère.

ABSTRACT

This study was implemented in order to evaluate the efficiency of the aqueous excerpt of neem seeds and the deltamethrin 12.5 EC. These insecticides were used to control the adult populations of *Calidea dregii* Germar. and *Aphthona* spp., 2 major insect pests associated with jatropha. Thus, tests of toxicity by contact on paper blotter and by ingestion on organs of the plant and their repulsive effect on paper blotter were performed *in vitro* on the insect pests adults caught on jatropha plantations as compared with controls. The aqueous excerpts of neem seeds were prepared at different lengths of steeping (12h; 24h and 48h) and the deltamethrin 12.5 EC was diluted at different doses (4ml; 8ml and 16ml/L). The results of this experiment showed the evidence of the efficiency of the doses 8ml/L and 16ml/L of deltamethrin 12.5 EC, and those of 24h and 48h for the excerpts of neem seeds.

In the field, the efficiency and adaptation of the 2 best doses tested *in vitro* was evaluated. Each tested dose reduced the level of each targeted insect populations after the insecticides were applied. The most effective dose of Deltamethrin 12.5 EC was 16 ml/L for the control of *C. dregii* (0.327) and *Aphthona* spp. (0.501). But these results were not statistically different from those of the dose 8ml/L which allowed the respective reductions of 0.329 (*C. dregii*) and 0.562 (*Aphthona* spp.). With regard to the excerpts of neem, the best reduction of populations (0.36 for *C. dregii* and 0.562 for *Aphthona* spp.) was recorded after 48h steeping. Otherwise, these insecticides had a noxious effect on other insect pests species associated with jatropha and their delay of efficiency in field was about 2 to 3 weeks.

Key words: Deltamethrin, Neem extract, *Calidea dregii*, *Aphthona* spp. Jatropha

INTRODUCTION GENERALE

Le Burkina Faso est un pays sahélien aux ressources naturelles limitées et dont l'économie est basée sur l'agriculture. Cette agriculture occupe 79,2% de la population (RPGH, 2006). Malgré l'importance de cette place qu'elle occupe, l'agriculture du pays ne parvient pas à couvrir les besoins alimentaires de la population. Les cultures de rente (coton, sésame etc.) représentent les principales sources de revenus monétaires pour les agriculteurs. De ce fait, la recherche de solutions permettant de stabiliser les revenus des paysans est un impératif en Afrique de l'Ouest, si l'on veut rendre les conditions de vie acceptables dans les villages et réduire l'exode rural. C'est dans cette optique que la diversification des cultures ouvrant des perspectives à la promotion de nouvelles filières agricoles capables d'accroître les revenus des paysans, et de réduire ainsi la pauvreté, est de plus en plus considérée comme une des solutions envisageables. C'est dans ce sens que certains pays de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) ont pris l'option d'introduire les cultures de biocarburants dans les systèmes de production (Sanou, 2010). Ainsi, depuis la crise pétrolière au début des années 2000, le pourghère (*Jatropha curcas* L.) a été identifié par Effendi *et al.* (2010) comme l'une des alternatives aux combustibles fossiles. Le pourghère est un arbuste sauvage originaire d'Amérique Centrale introduit en Afrique et en Asie par des marins portugais à travers les îles du Cap Vert (Henning et Ramorafeno, 2005; CIRAD, 2009). Il est traditionnellement utilisé comme haie vive autour des champs, des jardins potagers, des concessions etc., du fait de ses propriétés toxiques éloignant naturellement les animaux. C'est une plante qui est également utilisée en médecine et son huile entre dans la fabrication artisanale du savon (CIRAD, 2009).

L'idée d'utiliser des végétaux pour fabriquer des carburants existe depuis les deux crises pétrolières des années 1970. Toutefois, la forte hausse du prix du pétrole depuis 2004 et l'épuisement annoncé de l'« or noir », le pétrole, l'a fait concrétiser rapidement avec notamment la culture du pourghère (CILSS, 2007). Au Burkina Faso, plusieurs raisons expliquent la production accrue du pourghère. Selon Kaboré et Pousga (2006), le Burkina Faso importe plus de 400000 tonnes de carburant chaque année dont la quantité ne cesse de croître. En effet, jusqu'à nos jours, 90% des besoins énergétiques du pays sont satisfaits par le bois et le charbon de bois qui proviennent essentiellement des formations naturelles de plus en plus réduites (CILSS, 2007). Ainsi, une politique de développement des biocarburants à travers principalement la promotion de la culture du pourghère a été initiée. Cette politique vise à réduire la dépendance énergétique du pays vis-à-vis de l'extérieur, ce qui empêcherait d'importantes sorties de devises. Cette initiative devrait permettre le développement d'une

production nationale durable de biocarburants pour renforcer l'économie rurale qui assurerait une sécurité alimentaire durable et la protection de l'environnement (Laude, 2009). C'est dans cette optique que le système Jatropha qui est une approche de développement rural intégré a été adopté. Cette approche couvre quatre aspects fondamentaux dont:

- la promotion des femmes par la production du savon local;
- la réduction de la pauvreté par la protection des récoltes et la vente des graines;
- le contrôle de l'érosion par la plantation des haies et l'association avec d'autres cultures;
- l'énergie renouvelable fournie pour l'éclairage, la cuisson et les groupes électrogènes en milieu rural (Henning et Ramorafeno, 2005).

Malgré le fait que la plante de pourghère contienne une toxine, la curcine qui présente des propriétés insecticides, un certain nombre d'insectes comme *Calidea dregii* Germar., *Aphthona* spp., *Euschistus* sp. etc. arrivent à contourner cette toxine et à causer des dégâts réduisant la rentabilité économique de cette plante (Rouamba, 2011). Il apparaît donc nécessaire de développer des méthodes de lutte efficaces pour contrôler ces ravageurs. C'est dans cette optique que s'inscrit la présente étude dont le thème est: **«Étude de l'efficacité de l'extrait aqueux de graines de neem et la deltaméthrine, sur les insectes ravageurs du pourghère (*Jatropha curcas* L.): cas de *Calidea dregii* Germar. et de *Aphthona* spp.»**.

L'objectif global de cette étude est d'évaluer et de comparer l'efficacité de deux insecticides (extrait aqueux des graines de *Azadirachta indica* et la deltaméthrine) sur les insectes ravageurs (*Calidea dregii* et *Aphthona* spp.) du pourghère (*Jatropha curcas*). Mais de façon spécifique il s'agit de:

- étudier l'efficacité des extraits aqueux des graines de neem sur les insectes ravageurs de pourghère *Calidea dregii* et *Aphthona* spp.;
- comparer l'efficacité des deux (2) insecticides sur les deux espèces étudiées;
- comparer les deux (2) insecticides d'un point de vue économique.

Les résultats obtenus sont présentés dans le présent mémoire qui comporte trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à la revue bibliographique. Le second chapitre fait une présentation du cadre d'étude et de la méthodologie utilisée et le troisième chapitre présente les résultats et la discussion.

CHAPITRE I:
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralités sur le pourghère

I.1.1. Origine et systématique du pourghère

Jatropha curcas L. communément appelé Pourghère en français ou « Bagani » en Bambara est une plante connue à travers le monde. Il aurait été introduit au 16^e siècle au Cap Vert par des marins portugais, puis en Guinée Bissau et a été répandu dans tout le continent africain et en Asie (Jones et Miller, 1992 ; Makkar et Becker, 1997). Selon Van Der Vossen et Mkamilo (2007), le pourghère est originaire du Mexique dans les régions voisines d'Amérique Centrale où il a été collecté dans les milieux non perturbés. On le trouve actuellement dans toutes les régions tropicales et intertropicales ainsi que dans les îles tropicales (Gaboret, 2008). Le pourghère est aujourd'hui cultivé sur 1.131.900 hectares dans le monde dont 910.000 hectares en Asie, 210.000 hectares en Amérique du Sud et 11.900 hectares au Mali (Gaboret, 2008). Son aire de distribution naturelle se situe principalement dans les zones arides et semi-arides, entre la latitude 30°N et 35°S (Rijssenbeek *et al.*, 2007). La culture du pourghère a été introduite et répandue sur le continent africain pour répondre à la demande énergétique des pays occidentaux pendant la deuxième guerre mondiale (Koné, 1987 ; Makkar et Becker, 1997).

Au Burkina Faso comme dans les autres pays africains, la plante a été introduite depuis la colonisation. A présent, son aire de répartition couvre toute l'étendue du territoire national (Zan, 1985 ; Ouédraogo, 2000), mais sa présence se raréfie dans le Sahel.

J. curcas a été décrit pour la première fois par le botaniste Suédois Carl Linné en 1753 (Kanouté, 2009). C'est l'une des espèces du genre *Jatropha* appartenant à la grande famille des Euphorbiacées (Brittaine et Litalodio, 2010). Le nom *Jatropha* provient des mots grecs « *jatrós* » qui signifie docteur et « *trophé* » qui signifie nourriture. Cette étymologie détermine ses propriétés médicinales (Heller, 1996) notamment utilisées contre la toux, les douleurs et comme antiseptique, etc. Le genre *Jatropha* contient approximativement 170 espèces connues (Heller, 1996) dont *J. curcas* est la forme la plus primitive (Barbier *et al.*, 2012).

Selon MDRA (2007) et Dao *et al.* (2009), les espèces les plus connues du genre *Jatropha* sont:

- *Jatropha curcas*, dont la graine fournit une huile à usage industriel qui peut être utilisé comme biocarburant;
- *Jatropha gossypifolia*, dont l'huile est purgative et la racine est utilisée contre la lèpre;
- *Jatropha integerrima* dont la floraison rouge est décorative;
- *Jatropha multifida* (arbre corail) dont les feuilles sont consommées au Mexique;
- *Jatropha podagrica*, plante du Brésil aussi appelée *favela*.

Les caractéristiques de l'huile de *J. curcas* justifient le choix de l'espèce pour sa production (MDRA, 2007).

I.1.2. Caractéristiques et cycle de développement de la plante

J. curcas est une plante pérenne qui se présente sous la forme d'un arbre ou d'un arbuste de 2 à plus de 10 mètres de hauteur (Heller, 1996). Le tronc principal est assez court et donne naissance à de nombreuses ramifications. L'écorce est lisse et fine, de couleur grisâtre à rougeâtre, marquée de taches blanches. Le tronc, comme l'ensemble des éléments qui composent la plante, contient du latex blanc (Barbier *et al.*, 2012).

La feuille, en forme de cœur, est plus ou moins découpée en 3 à 5 lobes. Les jeunes branches sont souples et deviennent cassantes avec l'âge; ce qui peut gêner les opérations de récolte (Kanouté, 2009). L'inflorescence en cyme est terminale avec des fleurs de petite taille, jaunâtres à verdâtres (Photo 1). C'est une plante monoïque à fleurs unisexuées. La fleur femelle est entourée des fleurs mâles avec un rapport mâle/femelle de 29/1 (Brittaine et Litaladio, 2010). Selon Raju et Ezradamum (2002), la maturité des anthères se fait avant celle des stigmates (protandrie).



Photo 1: Inflorescences du *Jatropa*

L'arbre donne des fruits de couleur verte qui deviennent jaunes puis marron foncé en séchant. Les fruits contiennent 1 à 4 graines, généralement 3, riches en huile (Kanouté, 2009).

Le système racinaire principal du *Jatropa* est composé d'une racine pivot et de quatre (4) racines latérales pour les plantes qui sont générées à partir de la graine. Pour celles qui proviennent de boutures, seules les racines latérales se développent (Henning, 2006; Achten *et al.*, 2008).

Le développement du pourghère comporte trois phases essentielles:

La phase végétative: elle va de la germination à l'apparition des premières fleurs et dure environ huit mois (Sanou, 2010). Dans les conditions normales, la germination a lieu 3 à 5 jours après le semis, les graines fraîches germent mieux que celles âgées (Ouédraogo, 2000). La racine est un pivot bien développé juste en dessous de la graine. Ensuite, quatre racines latérales prennent naissance et vont explorer la partie superficielle du sol (Domergue et Pirot, 2008). Dans les conditions favorables, la plante issue de bouture se développe plus vite que celle issue de graine. Mais le développement des racines des boutures est différent de celui des plantes issues des graines. Les racines se forment sur la partie pointue de la bouture et sont moins nombreuses si la coupe est oblique. Par contre, si la coupe est droite, elles se forment d'une façon uniforme tout autour du plan de la coupe. Elles sont de ce fait de formes inégales et de tailles différentes (Photo 2) (Domergue et Pirot, 2008).

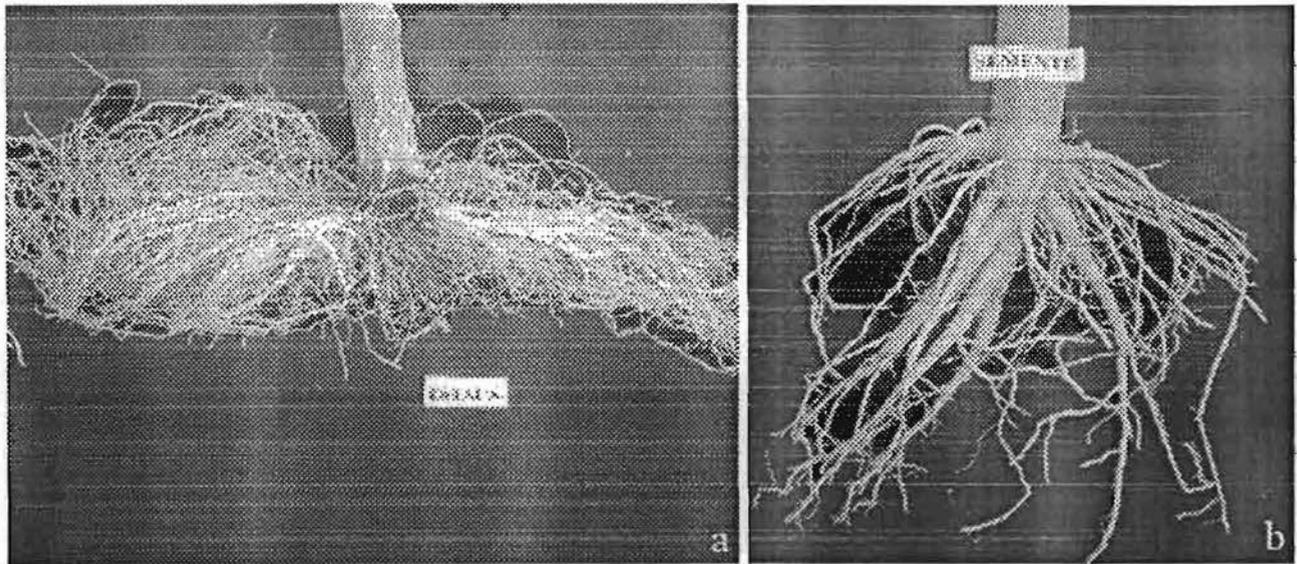


Photo 2: Racines de plante issue d'un bouturage (a) ; racines de plante issue d'un semis direct(b) (Domergue et Pirot, 2008).

La phase reproductive: elle dure environ trois mois et s'étend de l'apparition des boutons floraux jusqu'à la formation des fruits (Münch et Kiefer, 1986). Le *Jatropha* est une plante monoïque à fleurs déclines. Les fleurs sont de sexes séparés mais se trouvent sur la même plante (Barbier *et al.*, 2012). Le bouquet floral est appelé racème. La floraison et la feuillaison sont simultanées. Dans les inflorescences, les fleurs femelles apparaissent un à deux jours avant les fleurs mâles ou en même temps dans le cas des fleurs mâles précoces. Les fleurs mâles ne durent qu'une journée après éclosion (Ouédraogo, 2000).

La phase de maturation des fruits: les fruits mûrissent environ 3 à 4 mois après la floraison (Münch et Kiefer, 1986 ; Kobilké, 1989). Cette période correspond au mois d'août en zone subsaharienne selon Henning et Sissoko (1988). Les fruits mûrs sont de couleur jaune et pendant le séchage, ils prennent un teint marron (Photo 3).



Photo 3: Fruits non mûrs (a) ; Fruits mûrs(b) ; Fruits secs(c)

I.1.3. Phénologie et exigences agroécologiques

Le pourghère est une plante très tolérante aux conditions climatiques et qui a une très forte résistance au stress hydrique. Une pluviométrie minimum de 500 mm/an suffit à la bonne croissance de la plante (Latapie, 2007). Cette plante se rencontre au niveau de la mer jusqu'à 1000 mètres d'altitude (Domergue et Pirot, 2008). Grâce à cette incroyable adaptation, le pourghère peut pousser dans de nombreuses régions du Burkina Faso et d'Afrique.

La dormance de la plante est induite par la variation de la pluviométrie annuelle ainsi que de la lumière et de la température (Heller, 1996). Il y a cependant une grande hétérogénéité entre les plantes. Dans une même parcelle, on peut trouver des plantes où les branches sont pourvues de feuilles et d'autres où elles en sont complètement dépourvues. La chute des feuilles a lieu pendant la saison sèche. De courtes périodes de sécheresse peuvent induire la floraison une fois que le sol est de nouveau humide (Rijssenbeek, 2007).

C'est une plante qui s'adapte à des températures moyennes variant de 20 à 32°C. Elle est capable de résister à une saison sèche plus ou moins prononcée; mais ne supporte ni le gel ni les nuits froides (Mokhtari *et al.*, 2012). Elle se développe de préférence sur des sols bien drainés et aérés, mais supporte difficilement l'eau stagnante (Barbier *et al.*, 2012).

I.1.4. Phytotechnie

On peut planter le *Jatropha* selon trois méthodes: le semis direct, le repiquage après pépinière et le bouturage. Les plantations se font généralement un mois avant la saison des pluies c'est-à-dire avril-mai au Burkina Faso. Néanmoins, chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients.

Le semis direct consiste à l'enfouissement de 2 à 3 graines par poquet, pré-germées ou non, à une profondeur de 2 à 3 cm (Henning et Ramorafeno, 2005 ; Achten *et al.*, 2008). Il doit se faire de préférence au début des saisons des pluies, quand les premières pluies ont suffisamment humidifié le sol (Achten *et al.*, 2008). Cette technique de reproduction offre une reprise souvent faible. Mais cela dépend beaucoup de la qualité des graines et de la façon dont elles ont été stockées au préalable (Allard, 2010).

Au niveau du bouturage, les boutures doivent avoir plus d'une année, être lignifiées et posséder une longueur de 60 à 120 cm (Henning et Ramorafeno, 2005). La profondeur d'implantation doit atteindre 15 à 20 cm pour permettre d'enfouir une bonne partie des boutures. Les boutures doivent être saines et prélevées à la base inférieure des branches (3 à 4 cm de diamètre) là où les entrenœuds sont courts et avec des nœuds possédant de nombreux bourgeons (Kanouté, 2009). Cette technique est très rapide, la première récolte peut s'effectuer 5 à 9 mois après l'implantation et est conseillée dans les zones à faible pluviométrie (Latapie, 2007). C'est une technique qui influe sur la morphologie de la plante, sa croissance et sa production de graines qui seraient plus importantes que celles d'une plante issue de semis (Allard, 2010). Ainsi, les plantes bouturées ne développent pas de racines pivot, mais un système racinaire fasciculé qui rend la plante moins résistante aux vents violents (Domergue et Pirot, 2008). En plus, les plantes issues du bouturage sont moins résistantes aux maladies: les boutures peuvent pourrir à cause des champignons et les plants ont une durée de vie plus courte (Latapie, 2007).

Le repiquage, c'est une technique qui permet de mettre les graines dans de meilleures conditions de germination, ce qui permet d'avoir des plantes qui possèdent un système racinaire dense. La transplantation des plants se fait quand ils ont atteint 30 à 40 cm ou après 2 mois de culture en pépinière (Barbier *et al.*, 2012). La culture des plants en pépinière peut se

faire par graine ou par racine nue dans des sols légers et bien ameublis afin de faciliter l'extraction de plants.

I.1.5. Entretien

L'entretien des plants de pourghère est essentiellement basé sur la suppression des adventices afin de limiter la concurrence pour les ressources entre espèces végétales (Photo 4a). Aujourd'hui, les feux de brousse constituent un des facteurs de destruction des plantations de pourghère en milieu rural. Dès le mois de novembre jusqu'au mois de mai, le champ de pourghère doit être protégé des feux de brousse avec la mise en place d'une ceinture anti feux. Il s'agit de désherber et de nettoyer tout l'alentour du champ sur 3 mètres de largeur. Le désherbage du champ empêche aussi la propagation des feux générés dans le champ par hasard ou de façon volontaire (Photo 4b).

L'opération la plus importante dans l'entretien est la taille des plantes. Cette pratique permet d'accroître la productivité de la plante en favorisant la ramification. Gour (2006), recommande une taille des ramifications latérales et un pincement du méristème apical. Elle vise à donner une forme à l'arbuste, ce qui va faciliter la cueillette en diminuant la hauteur et de multiplier le nombre de branches (Photo 4c). Cette technique permet donc de multiplier le nombre d'inflorescences et par conséquent d'intensifier la fructification et le rendement des pieds (Allard, 2010). De ce fait, Henning (2007) recommande une coupe rase les trois premières années pour créer un buisson à ramification basse qui facilite la récolte des fruits (Photo 4c). D'après Legendre *et al.* (2009), une taille trop tardive, peut induire la dormance des bourgeons latéraux et empêcher le développement des branches.

En ce qui concerne les besoins du *Jatropha* en fertilisants, les engrais choisis doivent tenir compte des minéraux déjà existants dans le sol. Ces besoins sont évalués à 30kg/ha en azote (N) et 10 kg/ha en acide phosphorique (P_2O_5) à la première année, les années suivantes il lui faut 45 kg/ha N et 20 kg/ha P_2O_5 (Domergue et Piro, 2008). Cependant, il faut reconnaître que les plantations de pourghère au Burkina Faso ne reçoivent pas d'apport d'engrais direct.



Photo 4: Désherbage d'une plantation (a); Dégâts causés par les feux de brousse (b); Ramification à même le sol (c).

1.1.6. Récolte et conservation des graines

La récolte est effectuée manuellement, car les fruits n'arrivent pas tous à maturité en même temps. La maturité est atteinte en moyenne 90 jours après l'anthèse (Barbier *et al.*, 2012). Le moment et la durée de la période de récolte varient beaucoup en fonction des conditions du site. Dans les régions semi-arides, la récolte s'étend sur 2 mois environ avec une fréquence de passage quotidienne à hebdomadaire (Domergue et Pirot, 2008).

Après la récolte, les fruits sont décortiqués. Cette opération qui consiste à séparer les graines de la coque, peut se faire manuellement ou mécaniquement à l'aide de machine adaptée. Les graines bien séchées et propres sont mises dans des sacs propres soit en polyéthylène soit en jute (CRAK, 2010). Le stockage se fait dans un endroit propre, surélevé et bien aéré afin d'empêcher la dégradation des graines. Il faut éviter également le contact des graines avec d'autres substances liquides ou solides comme la soude caustique qui peut affecter la qualité des graines. La conservation peut se faire sur 3 à 4 mois, mais une conservation prolongée détériore la qualité des graines parce que provoque la formation de composants acides au sein des graines (CRAK, 2010).

Selon Domergue et Pirot (2008), lorsque les opérations de post-récolte sont réalisées dans de mauvaises conditions les conséquences peuvent être:

- l'attaque des moisissures;
- la perte du pouvoir germinatif;

- la réduction de la teneur en huile;
- la diminution de la qualité de l'huile.

I.1.7. Rôle du pourghère dans les systèmes de culture

Le pourghère peut être utilisé comme haie vive pour la limitation des parcelles. Ces haies constituent une démarcation visible et durable. Ce qui contribue à promouvoir la paix sociale et à réduire les conflits entre agriculteurs et éleveurs, mais aussi entre les agriculteurs eux-mêmes. En plus de ces avantages, le pourghère présente un système racinaire superficiel et pivotant qui permet de bien le fixer au sol. C'est un arbuste qui se ramifie à la base recouvrant ainsi une bonne partie du sol. Ces deux paramètres combinés protègent les sols contre l'érosion hydrique et éolienne. D'ailleurs, c'est l'une des raisons pour laquelle la Fondation Faso Biocarburant (FFB) fait la promotion de son association avec les cultures vivrières à travers ses activités d'agroforesterie.

Toutefois, cultivé en pure, le pourghère perd nombre de ses avantages notamment la protection des cultures associées ou enclose. Sa seule raison d'être devient la production de graines, chose que la FFB déconseille à ses producteurs.

En culture intercalaire, le but premier est la production de graines. Les cultures annuelles (niébé, arachide, sorgho ou maïs) sont implantées entre les rangées du pourghère. La production de la culture annuelle est destinée à compenser un peu la perte occasionnée par le délai d'entrée en production du pourghère (Gaboret, 2008).

En termes de rendement, pour des plantations d'une année et demie, le plus élevé a été obtenu pour les plantations à faible densité (1666 pieds/ha) avec 94,23g de graines sèches par plante. Par contre, la forte densité (10000 pieds/ha) n'a donné que 31,87g par plante. Mais si l'on ramène ce rendement à l'hectare, c'est la forte densité qui donne la plus forte production soit 318,7 kg de graines sèches contre 156 kg pour la faible densité (Chikara *et al.*, 2007).

1.1.8. Usages du pourghère

La partie de la plante la plus utilisée et ayant une importance économique est la graine (Gaboret, 2008). Son pressage donne de l'huile et du tourteau. L'huile filtrée est un carburant et un lubrifiant (Henning *et al.*, 1994 ; Dao *et al.*, 2009). Elle peut être utilisée pour l'éclairage dans les lampes à huile (Üllenberg, 2008), pour les filtrations grossières. Mais après une filtration fine, elle peut être utilisée comme carburant dans les moteurs à explosion adaptés (Henning *et al.*, 1994; Domergue et Pirot, 2008). L'huile estérifiée est un biodiésel qui peut être utilisée à la place du gasoil sans modification du moteur (Domergue et Pirot, 2008). Le filtrat peut servir à la fabrication du savon qui est l'une des utilisations traditionnelles des graines de jatropha par les femmes (Gaboret, 2008 ; Dao *et al.*, 2009).

Le tourteau est un engrais organique riche en éléments minéraux et facilement décomposable. Il est donc capable de libérer très facilement les éléments minéraux qu'il contient. Sa teneur en Azote (4,14%) et en Phosphore (0,5%) lui confère un bon effet agronomique et surtout un effet « *starter* » important (Dao *et al.*, 2009).

Il faut noter également que les feuilles, l'écorce, le latex et les graines possèdent de nombreuses propriétés médicinales (désinfectant, purgatif, vermifuge, nématocide, etc. (Henning et Ramorafeno, 2005 ; Latapie, 2007) et phytosanitaires (molluscide) (Annexe 1).

1.1.9. Contraintes liées au développement du pourghère

1.1.9.1. Insectes ravageurs du pourghère

Contrairement aux idées reçues, les propriétés insecticides et toxiques du *J. curcas* ne l'immunisent pas contre les attaques d'insectes pouvant avoir une incidence négative sur la productivité des plantations.

Ainsi, 15 espèces d'insectes nuisibles de l'ordre des Hétéroptères ont été identifiées au Nicaragua. L'insecte qui cause le plus de dégât est *Agonosoma Trilineatum*. Cet insecte se nourrit en piquant le fruit et en injectant un liquide qui dissout la graine (Legendre, 2008). Il a été testé dans la lutte biologique contre *J. gossipyfolia* en Australie, mais cela a été un échec.

Parmi les autres parasites identifiés en Amérique du Sud selon Legendre (2008), on peut citer principalement *Pachycoris klugii* qui attaque les fruits et *Leptoglossus zonatus* qui parasite les fleurs, les fruits et les graines. Par contre en Inde, les deux principaux parasites identifiés sont *Scutellera nobilis* qui provoque la chute des fleurs, l'avortement des fruits, la malformation des graines et *Pempelia morosalis* qui attaque les inflorescences et les capsules (Shanker et Dhyani, 2006).

Gagnaux (2009) signale la présence de *Aphthona dilutipes* (Jacoby) (Coléoptères: *Chrysomelidae*) comme agent défoliateur de *J. curcas* au Mozambique. Par contre, au Burkina Faso, le *Jatropha* est attaqué par 22 espèces d'insectes regroupées en 5 ordres (Annexe 2) (Rouamba, 2011). Les plus importants sont les Coléoptères (91,97%), les Hétéroptères (6%) et les Lépidoptères (0,92%) (Nagalo, 2013). Selon ce dernier auteur, l'espèce *Aphthona* spp. est la plus abondante (88,97%) suivie de *Calidea dregii* (4,86%). Ce sont ces deux espèces de ravageurs qui font l'objet de notre étude. Le *Jatropha* est également attaqué par des criquets, des termites et certaines fourmis (Saturnino, 2005 ; Allard, 2010)

1.1.9.2. Méthodes de lutte

Il existe une importante microfaune constituée essentiellement de prédateurs et de parasitoïdes, qui contribue à réguler naturellement la population des ravageurs de *J. curcas*. Parmi ceux-ci, le groupe le plus important est celui des araignées qui se divise entre les araignées à toile et les araignées de chasse. Selon Domergue et Pirot (2008), l'espèce la plus fréquente dans le premier groupe est *Leucauge* sp. (Araneida : *Tetragnathidae*). Dans le second groupe ce sont les araignées de la famille des *Salticidae*, *Thomisidae*, *Oxyopidae* et *Heteropodidae*.

De nombreuses possibilités de contrôle biologique de ces parasites ont été étudiées. Ainsi, ces études ont montré selon Legendre (2008) que:

- *Pempelia* sp. est très largement parasité (à 85%) par un Diptère (*Stomphastis thraustica*) et une araignée (*Stegodyphus* sp.) qui en réduisent l'impact;

- *Pachycoris torridus* et *Leptoglossus sp.*, deux importants parasites des fruits, peuvent être contrôlés à l'aide de champignons comme *Beauveria bassiana* et *Metarhizum anisopliae*.

1.1.9.3. Maladies du pourghère et méthodes de lutte

Le pourghère étant une Euphorbiacée, il est susceptible d'abriter des maladies transmissibles à d'autres espèces de la même famille comme le manioc ou le papayer. Il pourrait donc être risqué de le planter à proximité de ces cultures. En effet, les risques d'infection sont augmentés lors de la taille ou du bouturage à cause des plaies. Un certain nombre de champignons pathogènes du *J. curcas*. ont déjà été identifiés et sont répertoriés dans le tableau 1.

Tableau 1: Récapitulatif de quelques agents pathogènes du pourghère

Agents pathogènes	Dommages et symptômes	Auteurs/pays
<i>Phytophthora</i> spp.	Taches sur les feuilles	Heller (1996) / Italie
<i>Pythium</i> spp.	Taches sur les feuilles	Heller (1996) / Italie
<i>Fusarium</i> spp.	Taches sur les feuilles	Heller (1996) / Italie
<i>Helminthosporium tetramera</i>	Taches sur les feuilles	Singh (1974) / Inde
<i>Pestalotiopsis versicolor</i>	Taches sur les feuilles	Phillips (1973) / Inde
<i>Fusarium moniliforme</i>	Pourriture des racines	Sharma et al (2003) / Inde et Brésil
<i>Rhizoctonia bataticola</i>		Sharma (2007) / Inde
<i>Pestalotia guepini</i>	Nécroses foliaires	Rouamba (2011) / Burkina Faso
<i>Fusarium moniliforme</i>	Pourriture du collet	Rouamba (2011) / Burkina Faso

Pour ces maladies, aucune méthode de lutte spécifique n'a été proposée par les auteurs. Néanmoins, pour la pourriture du collet, Sharma (2007) propose l'utilisation de 0,2% de COC (Oxy Chlorure de Cuivre) pour lutter contre les agents de cette maladie. Il s'agit notamment de *Macrophomina phaseolina* et *Rhizoctonia bataticola*. Ce produit est appliqué sous forme de bouillie bordelaise.

1.2. Utilisation des extraits des plantes dans la lutte contre les insectes

1.2.1. Utilisation des plantes insecticides

L'usage des plantes indigènes dans la conservation des récoltes a été pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse. Les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigant. Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre. Ainsi, Paul *et al.* (2009) précisent que l'efficacité des plantes est différente entre les feuilles entières ou réduites en poudre et les graines dans le contrôle de *Callosobruchus maculatus* et *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Ces auteurs ont en outre mis en exergue avec *Chenopodium ambrosioides* une variabilité de l'efficacité des traitements en fonction des zones de collecte et des stades phénologiques.

1.2.2. Utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks et des cultures a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatrice (Keïta *et al.*, 2000; Regnault-Roger, 2002). Les huiles essentielles de certaines plantes sont utilisées pour leurs activités de contact et inhalatrice. En dehors de l'inhibition de l'éclosion des œufs, les vapeurs d'huiles essentielles accroissent la mortalité des larves. C'est au-delà de trois jours que la sensibilité est la plus forte, probablement à cause d'une plus grande perméabilité du chorion ou de la membrane vitelline facilitant ainsi la diffusion des vapeurs (Papachristos et Stamopoulos, 2002). Habiba (2007) a obtenu une toxicité par contact équivalente avec des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* ainsi que celles de *Xylopiya aethiopica* sur *Sitophilus zeamais*.

I.2.3. Insecticides d'origine botanique

Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (Grainge et Ahmed, 1988). Au XIXe siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques parmi lesquels il y avait la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales. Le tableau 2 indique quelques espèces employées en Afrique occidentale dans la lutte contre les insectes.

Tableau 2: Quelques espèces végétales couramment utilisées contre les insectes en Afrique de l'Ouest.

Espèces	Familles	Parties utilisées	Références
<i>Azadirachta indica</i>	<i>Meliaceae</i>	Feuilles, graines	Seck, 1993
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers) Lam ex Poir	<i>Capparaceae</i>	Feuilles, fruits	Seck et al., 1994; Sanonet al., 2002; Sanon et al., 2005
<i>Calotropis procera</i> AIT	<i>Asclepiadaceae</i>	Feuilles	Thiaw et al., 2007
<i>Cassia occidentalis</i> L.	<i>Caesalpiniaceae</i>	Feuilles, graines	Seck, 1993
<i>Cymbopogon</i> sp	<i>Poaceae</i>	feuilles	Boeke et al., 2004; Ketoh et al., 2005
<i>Hyptis</i> sp	<i>Lamiaceae</i>	HE-Feuilles	Boeke et al., 2004; Keita et al., 2000
<i>Lippia</i> sp	<i>Verbenaceae</i>	Partie aériennes	Mevy et al., 2007
<i>Ocimum</i> sp	<i>Labiatae</i>	Feuilles	Keita et al., 2001
<i>Piper guineense</i>	<i>Piperaceae</i>	Fruits	Keita et al., 2000
<i>Securidaca longepedunculata</i>	<i>Polygalaceae</i>	Feuilles, fruits	Seck, 1993
<i>Striga hermonthica</i> (Del)	<i>Serophulariaceae</i>	Feuilles	Kiendrebeogo et al., 2006
<i>Tagetes minuta</i>	<i>Asteraceae</i>	Feuilles	Keita et al., 2000
HE : Huile Essentielle		Cités par Tchibozo, 1996 ; Guèye et al., 2011)	

CHAPITRE II:
MATERIELS et METHODES

II.1. Présentation de la zone d'étude

II.1.1. Présentation de la Fondation FasoBiocarburant (FFB)

La Fondation Faso biocarburant est une structure associative de droit burkinabè. Elle a été créée le 25 octobre 2010 à Toma dans la province du Nayala. Son siège social est à Léo chef-lieu de la province de la Sissili dans la région du Centre-Ouest du Burkina Faso. Les activités de la Fondation couvrent deux provinces, le Nayala et la Sissili.

Les membres statutaires de la Fondation Fasobiocarburant sont:

- la Fédération Nian Zwè (FNZ), une organisation de producteurs qui compte environ 20.000 membres essentiellement dans la province de la Sissili. Depuis 2010, les activités de la Fédération se sont étendues à la province du Ziro;
- la Fédération des Groupements de Producteurs du Nayala (FGPN): une organisation faîtière paysanne avec 8.000 membres et exclusivement active dans le Nayala;
- le groupe Malibiocarburant S.A. (MBSA) qui a installé plusieurs filières (dont Fasobiocarburant SARL) dans plusieurs pays d'Afrique de l'ouest;
- Organisation Inter-églises de coopération au développement (ICCO), une organisation non gouvernementale néerlandaise qui accompagne la Fondation FasoBiocarburant dans la réalisation d'un projet crédits carbone.

L'objectif de la Fondation est de développer la capacité de 10000 petits producteurs agricoles afin qu'ils produisent plus de nourriture et de plantes énergétiques; d'augmenter de plus de 30% les revenus de 10.000 petits producteurs agricoles et de générer des crédits carbone à partir de la certification de Gold Standard de la réduction volontaire des émissions de carbone.

Son objectif général est de contribuer au développement socio-économique et durable du Burkina Faso. De façon spécifique, les objectifs de la Fondation se résument entre autres par:

- la promotion de la production durable du pourghère ou de toute autre essence énergétique afin de contribuer à la réduction de la dépendance énergétique du Burkina Faso;
- l'amélioration du niveau de vie des producteurs agricoles à travers la promotion de l'intensification et la diversification durables des systèmes de production qui prennent

en compte l'agroforesterie et l'augmentation des revenus des producteurs à travers la vente des graines des essences énergétiques;

- la préservation de la sécurité alimentaire des petits producteurs à travers l'introduction dans les systèmes de culture de variétés améliorées tolérantes ou résistantes à la sécheresse;
- la création d'emplois en milieu rural et contribuer à la lutte contre l'exode rural;
- la protection de l'environnement en plantant des arbres et en repoussant ainsi l'avancée croissante du désert et le changement climatique;
- la valorisation des crédits carbone obtenus grâce à la séquestration de l'hydroxyde de carbone(CO₂) par les plantations des petits producteurs;
- et le développement des investissements sociaux pour les producteurs, coopératives ou unions, sous forme de biens matériels ou sous forme de redistribution directe des ressources obtenues des crédits carbone par l'intermédiaire de structures de microcrédits.

II.1.2. Présentation du site d'expérimentation

Le site d'expérimentation des tests en plein champ est une plantation de jatropha de type intercalaire située dans le village de Mouna. C'est une localité située à 4 km au Nord de Léo sur l'axe Léo-Koudougou (Figure 1). Ce village est un secteur de la commune de Léo, chef-lieu de la province de la Sissili. La plantation a pour coordonnées géographiques 11°16'59'' latitude Nord, 2°07'18'' longitude Ouest et avec une altitude de 340 m.

La commune de Léo est située dans un climat sud-soudanien, caractérisé par une saison sèche de novembre à avril et une saison hivernale de mai à octobre. La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 900 mm et 1200 mm avec une température moyenne de 29°C (Nagalo, 2013). Elle a une végétation riche du type savane arborée à arbustive composée de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr., *Isobertinia doka* Craib. et Stapf., *Burkea africana* Hook., *Ficus plastyphylla* Del., *Pilostigma thoningii* Schum., *Daniella oliveri* Rolfe., etc. C'est une zone d'agriculture et d'élevage, mais l'élevage est de type sédentaire de taurins. L'agriculture y est associée à des plantes ligneuses comme *Mangifera indica* L., *Anacardium occidentale* L., *Vitellaria paradoxa* C.F.Guertn., *Parkia biglobosa* Jacq., *Jatropha curcas* L., *Tamarindus indica* L. etc.

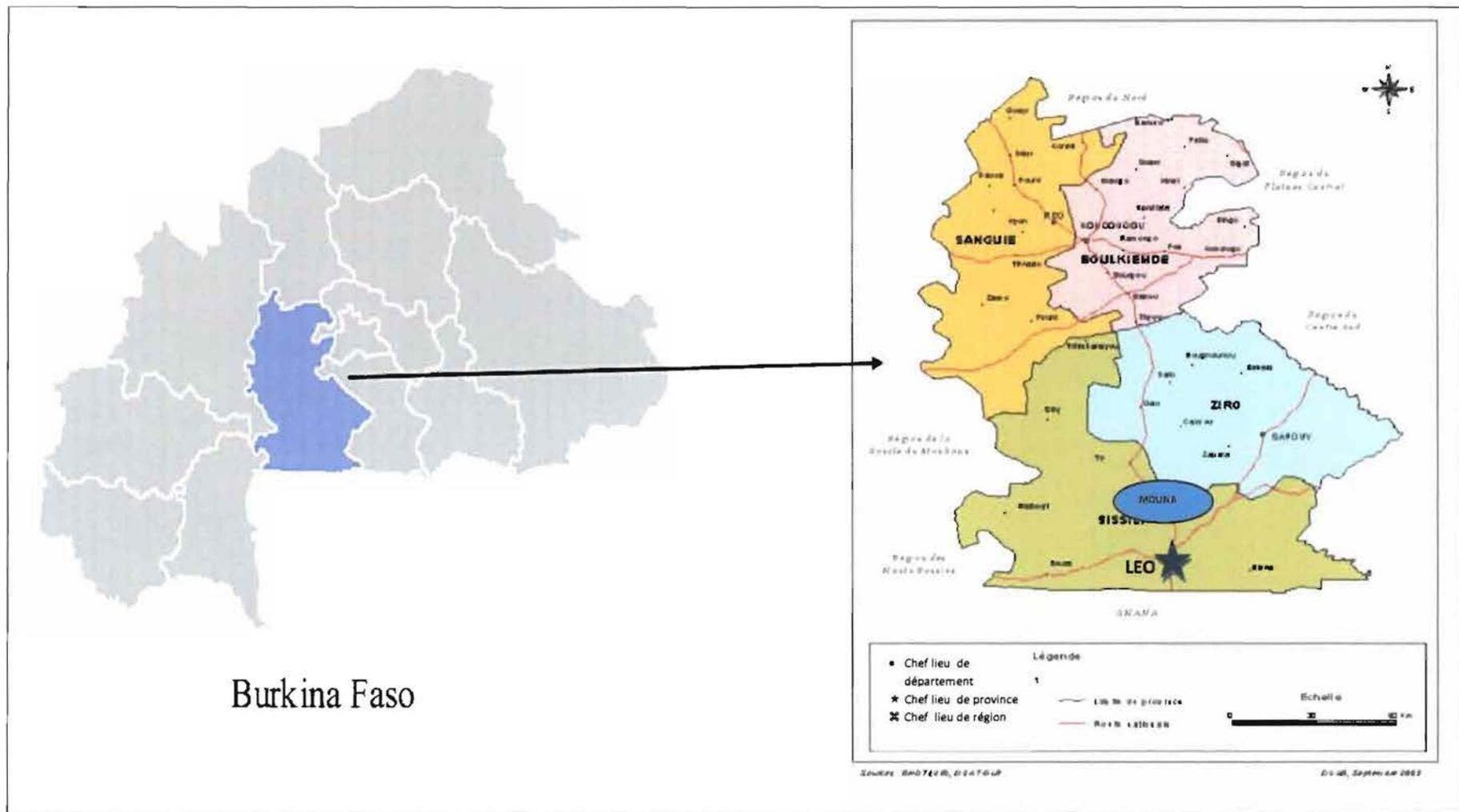


Figure 1: Représentation du site d'étude dans la province de la Sissili (Région du Centre-Ouest du Burkina Faso)

(Inspirée de INDTIOR-DOATALA, 2003).

II.2. Matériels

II.2.1. Matériel végétal

Le pourghère, *Jatropha curcas* représente le matériel végétal utilisé dans cette étude. Les plantes sont constituées uniquement de celles produites par les producteurs de la province de la Sissili. Les plantations de pourghère dans lesquelles les insectes ont été collectés pour les expérimentations au laboratoire sont soit des plantations pures, soit des haies vives ou des plantations associées à d'autres spéculations comme l'arachide, le sorgho, le niébé, le soja etc. En ce qui concerne l'expérimentation en milieu naturel, la plantation utilisée est celle en association avec le niébé. Cette plantation a été mise en place en 2010 suivant les techniques de plantation encouragées par la Fondation FasoBiocarburant. Cette technique consiste à planter des rangées de deux lignes (soit 2 mètres entre lignes et 2 mètres entre plants) qui sont séparées par un espace cultivable de 8 mètres; d'où la formule 2m x 2m x 8m.

II.2.2. Matériel animal

Les espèces animales étudiées sont: *Calidea dregii* Germar et *Aphthona* spp. Ils représentent deux des principaux insectes associés au pourghère. *Calidea dregii* (Photos 5a et b), est un Hétéroptère de la famille des *Scutellaridae*. C'est un piqueur-suceur qui cause des dégâts sur les fruits et les inflorescences entraînant une baisse de la qualité et de la quantité des graines produites. Par contre, *Aphthona* spp. (Photos 5c et d) est un Coléoptère de la famille des *Alticinae*. C'est un insecte broyeur qui attaque les feuilles des plants de pourghère entraînant leur chute. Pour les tests au laboratoire, 840 individus adultes de chaque espèce ont été utilisés. Ces insectes ont été collectés dans différents types de plantations de pourghère de la commune de Léo.

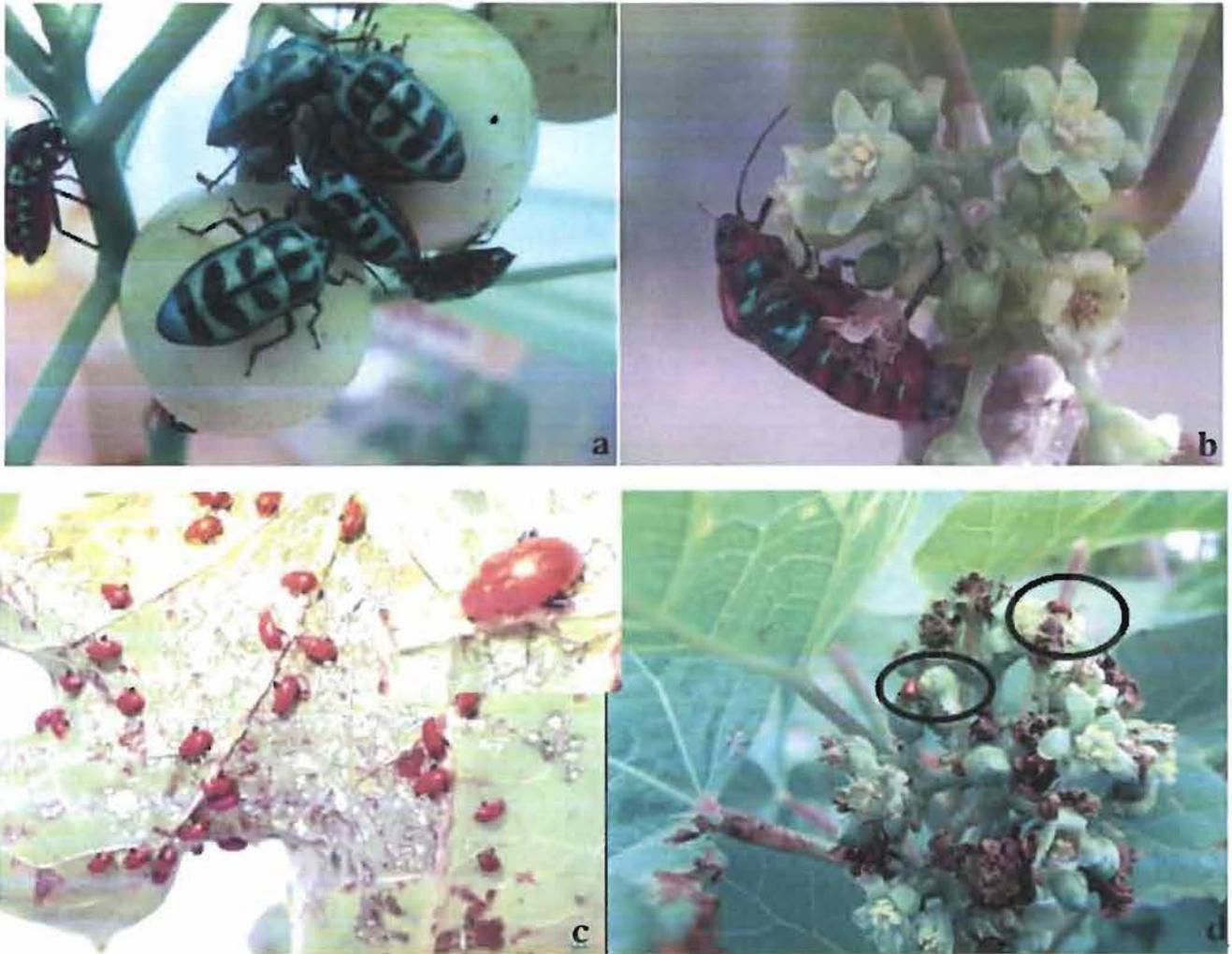


Photo 5: *Calidea dregii* sur fruit et fleurs de pourghère (a et b); *Aphthona* spp. sur feuille et fleurs du pourghère (c et d).

II.2.3. Matériels techniques

En plus du matériel végétal et animal, nous avons utilisé également d'autres matériels (Photo 6) comme:

- le pulvérisateur pour le traitement des plants en milieu naturel;
- des pots en plastique en lieu et place des boîtes de Pétri pour les tests au laboratoire. Ces pots ont été choisis au regard de la taille des fruits et des feuilles du pourghère ;
- un bécher, pour mesurer la quantité d'eau de dilution des produits;
- une éprouvette, pour mesurer la quantité des produits à prélever.



Photo 6 : Pulvérisateurs

II.2.4. Insecticides

II.2.4.1. Deltaméthrine

Molécule et propriétés: la deltaméthrine (figure 2) est un pyréthrianoïde de deuxième génération, photostable. Elle se présente sous la forme d'une poudre blanche thermostable jusqu'à 190°C et faiblement volatile. Elle est soluble dans les solvants organiques et sa photostabilité est de trois à quatre semaines. Le produit utilisé dans la présente étude est la deltaméthrine en formulation 12,5 EC ; c'est un concentré émulsionnable à 12,5 g de matière active de deltaméthrine par litre. La structure moléculaire est la suivante:

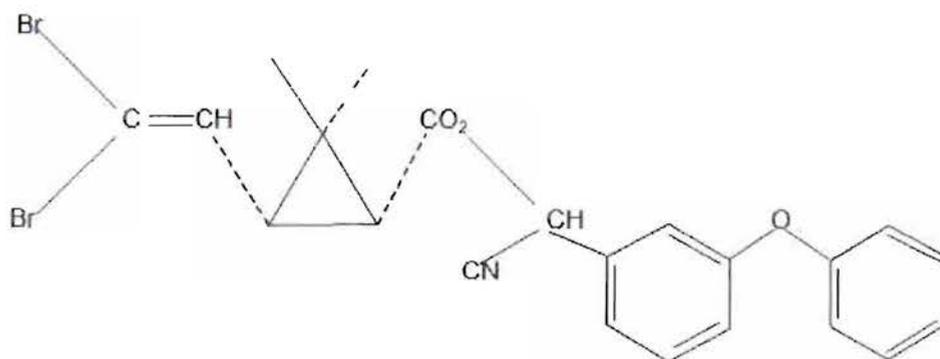


Figure 2: Structure de la molécule de deltaméthrine (C₂₂H₁₉Br₂NO₃) (Petit, 2002)

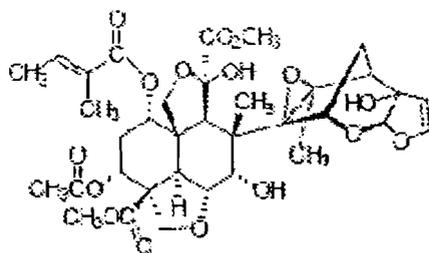
Mode d'action et toxicité : le mode d'action des pyréthrinoïdes (Annexe3) est complexe. Comme les autres pyréthrinoïdes, cet insecticide entraîne un dysfonctionnement des canaux sodium. Les sites d'action concernent aussi bien le système nerveux central que périphérique. Les effets neurotoxiques et neurohormonaux additionnés entraînent des déséquilibres ioniques susceptibles de modifier les activités des ATPases membranaires qui finissent par conduire à la mort (Carle, 1985 ; INRS, 1987). Il existe différentes phases d'action des pyréthrinoïdes sur les insectes: tout d'abord il y a une phase d'excitation intense suivie d'une paralysie générale. L'insecte peut par la suite recouvrer ses facultés motrices ou mourir selon la dose utilisée (Herve, 1982). Elle a une toxicité faible chez les mammifères (Vago, 1986). La deltaméthrine est également utilisée dans plusieurs domaines comme la santé humaine, la santé animale, etc. (Annexe 4).

II.2.4.2. Azadirachtine

Molécule et propriétés: la décomposition et l'extraction des différentes espèces chimiques (comme les acides gras et les terpénoïdes) contenues dans le neem mettent en évidence la présence de nombreux principes actifs, dont les actions complémentaires sont à l'origine des propriétés insecticides du neem. Selon Mouffok *et al.* (2008), les extraits aqueux de graines de neem renferment plus de 168 composés constitués d'un groupe de 7 substances proches incluant l'azadirachtine. Il s'agit des triterpénoïdes. L'azadirachtine A est considéré comme le principal composé à propriétés insecticides du neem. Cependant, il a néanmoins été prouvé qu'il ne suffisait pas, à lui seul, pour justifier les remarquables propriétés du neem (Corroyer et Romet, 2008). D'après Mouffok *et al.* (2008), les formules de l'azadirachtine se présentent comme suit:

Formule développée :

azadirachtine A



azadirachtine B

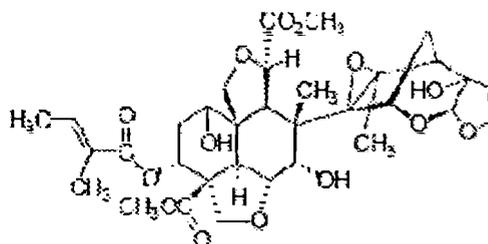


Figure 3: Structure moléculaire de l'azadirachtine A ($C_{35}H_{44}O_{16}$) et l'azadirachtine B ($C_{33}H_{42}O_{16}$).

Mode d'action et toxicité: l'application de ce produit sur les larves d'insectes provoque leur mort, ainsi que des malformations, la réduction de la longévité et la fécondité chez les adultes, etc. (Mouffok *et al.*, 2008 ; Bélanger et Musabyimana, 2010). Le neem est un merveilleux insecticide 100% naturel, inoffensif pour l'homme et les animaux, actif contre plus de 200 insectes, les acariens, les nématodes, les champignons et les bactéries (Vallet, 2006). Ses principes actifs (l'azadirachtine, la calamine et le mélantriol) agissent en produisant des troubles dans l'alimentation de l'insecte. Ils interviennent également sur son cycle hormonal, provoquent des malformations dans le processus de mue et empêchent son développement normal et sa croissance optimale (Seck, 1997; Corroyer et Romet, 2008). Selon Mouffok *et al.* (2008), ces effets ont été observés chez plusieurs types de familles d'insectes: les Lépidoptères (papillons), les Diptères (mouches, taons, moustiques,...), les Orthoptères (sauterelles, criquets,...), les Hyménoptères (très faible pour les abeilles) et certaines espèces de pucerons. La DL50 (Dose provoquant 50% de mortalité dans la population d'insectes) varie selon les espèces de 1 à 4 μg d'azadirachtine par gramme d'insecte (Mouffok *et al.*, 2008). L'extrait aqueux de graines de neem a une toxicité faible pour les mammifères (Annexe 5).

II.3. Méthodes

II.3.1. Choix du site de l'expérimentation en milieu naturel

Une prospection a été réalisée afin de retenir la meilleure plantation de pourghère pouvant abriter l'expérimentation. La meilleure plantation est celle qui est infestée par les deux espèces d'insectes qui font l'objet de notre étude. Elle doit être facilement accessible pour permettre l'exécution rapide des activités. En plus, cette plantation doit pouvoir contenir quatre répétitions de cinq traitements.

II.3.2. Méthode de préparation des produits

II.3.2.1. Extrait aqueux de graines de neem

Les solutions à base de graines de neem ont été obtenues de la manière suivante:

- solution 1: 2,90 kg de graines de neem écrasés + 10 litres d'eau + macération pendant 12 h (soit 0,29 kg/l);
- solution 2: 2,90 kg de graines de neem écrasés + 10 litres d'eau + macération pendant 24 h (soit 0,29 kg/l);
- solution 3: 2,90 kg de graines de neem écrasés + 10 litres d'eau + macération pendant 48 h (soit 0,29 kg/l). (Inspirée de Vallet, 2006).

II.3.2.2. Solutions à base de la deltaméthrine 12,5 EC

Pour les insectes ravageurs du pourghère, nous avons testé les doses suivantes:

- solution 1: 0,06 litre de Deltaméthrine 12,5 EC + 15 litres d'eau soit 4ml/l d'eau (Inspirée de Aptive, 2004);
- solution 2: 0,12 litre de Deltaméthrine 12,5 EC + 15 litres d'eau soit 8ml/l d'eau;
- solution 3: 0,24 litre de Deltaméthrine 12,5 EC + 15 litres d'eau soit 16ml/l d'eau.

II.3.3. Mise en place des traitements au laboratoire

II.3.3.1. Toxicité par contact des insecticides sur le papier buvard

La réalisation de ce test a nécessité 4 répétitions. Dans chaque répétition, on y trouve les différentes doses de l'extrait aqueux de graine de neem (solution macérée pendant 12h, 24h et 48h) et de la deltaméthrine (doses de 4ml/l, 8ml/l et 16ml/l) plus un témoin pour chaque cas. Ces différentes doses ont été répandues uniformément sur du papier buvard qui recouvre le fond d'une boîte en plastique. Ainsi, un lot de 10 insectes adultes de chaque espèce a été introduit dans chaque boîte contenant le papier buvard traité, avec un témoin non traité. Ensuite, les boîtes ont été immédiatement refermées. Quatre répétitions ont été réalisées pour chaque dose. Les insectes morts ont été dénombrés (maintenus dans les boîtes) toutes les 24h pendant 4 jours.

Les mortalités dans les boîtes traitées (M_o) ont été exprimées selon la formule d'Abbott en mortalité corrigée (M_c) pour tenir compte des mortalités naturelles observées dans la boîte témoin (M_t). Cette formule s'écrit:

$$M_c = ((M_o - M_t) / (100 - M_t)) * 100 \text{ (Abbott, 1925)}$$

M_c : Mortalité corrigée ; M_t : Mortalité dans la boîte témoin; M_o : Mortalité dans les boîtes traitées.

II.3.3.2. Toxicité par ingestion des insecticides sur les organes de la plante

Comme précédemment, trois doses de chaque insecticide ont été utilisées. Dans chaque boîte, 3 fruits de jatropha ont été placés dans le cas de *C. dregii*, et trois feuilles dans le cas de *Aphthona* spp. après les avoir induits des solutions de différentes doses. Le témoin n'a pas été traité. Quatre répétitions ont été réalisées pour chaque dose, puis chaque boîte a été infestée par un lot de 10 insectes adultes de chaque espèce. Le dénombrement des insectes morts a été réalisé toutes les 24 h pendant 4 jours consécutifs.

Les mortalités dans les boîtes traitées (M_o) ont été exprimées selon la formule d'Abbott en mortalité corrigée (M_c) pour tenir compte des mortalités naturelles observées dans la boîte témoin (M_t). La formule s'écrit:

$$M_c = ((M_o - M_t) / (100 - M_t)) * 100 \text{ (Abbott, 1925)}$$

II.3.3.3. Effet répulsif des insecticides sur papier buvard

L'effet répulsif des insecticides à l'égard des adultes des insectes a été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier buvard décrit par McDonald *et al.* (1970). Le papier buvard prévu pour recouvrir le fond des boîtes a été coupé en deux parts égales. Ensuite, chacune des solutions préparées a été répandue uniformément sur une moitié du papier buvard qui est placé au fond de la boîte et l'autre moitié qui n'a pas été traitée (induite d'eau pour éviter qu'elle absorbe les solutions) a été placée dans la boîte pour couvrir le reste du fond. Un lot de dix (10) insectes adultes de chaque espèce a été introduit dans les boîtes. Quatre répétitions pour chaque dose ont été mises en place.

Après 2 h, le nombre d'insectes présents sur la partie du papier buvard à insecticide et le nombre de ceux présents sur la partie non traitée ont été relevés.

Le pourcentage de répulsions (PR) a été exprimé en utilisant la formule suivante:

$PR = ((N_c - N_t) / (N_c + N_t)) * 100$; avec N_c : nombre pour la partie non traitée et N_t : nombre pour la partie à insecticide.

Le pourcentage moyen de répulsion pour l'huile essentielle a été calculé et attribué selon le classement de McDonald *et al.* (1970) à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V (Tableau 3).

Tableau 3: Tableau de classement des pourcentages de répulsion des insecticides (McDonald *et al.*, 1970).

Pourcentage de répulsion (%)	Classe
< 0,1	0
0,1 – 20	I
20,1 – 40	II
40,1 – 60	III
60,1 – 80	IV
80,1 – 100	V

II.3.4. Dispositif expérimental en milieu naturel

Le dispositif expérimental utilisé était un bloc de Fisher totalement randomisé à 5 traitements et 4 répétitions (Annexe 6). Les insectes concernés, *C. dregii*, et *Aphthona* spp. ont été dénombrés sur 5 pieds sélectionnés au hasard dans chaque traitement. Ce qui a permis d'estimer le nombre d'insectes initialement présents dans chaque traitement. En plus, cette estimation permet de déterminer l'effet des insecticides sur les insectes ravageurs du pourghère après traitement. La répartition des doses a été faite de façon aléatoire sur les 5 rangées à traiter dans chaque répétition. Les traitements ont été repris toutes les trois semaines (en tenant compte de la durée normale de rémanence de la deltaméthrine 12,5 EC qui est de trois à quatre semaines). Les observations consistaient à déterminer le nombre de *C. dregii*, de *Aphthona* spp. et autres insectes vivants et non vivants sur 5 pieds de *Jatropha* (sélectionnées de façon aléatoire) dans chaque traitement. Ces observations ont été réalisées de façon hebdomadaire.

II.3.5. Analyse statistique

La saisie des données et les représentations graphiques ont été réalisées en utilisant Excel du logiciel Microsoft Office 2010. Une analyse de variance a été effectuée sur les données recueillies au laboratoire et en plein champ en utilisant le logiciel StatView version 5.0.0.0. Cette analyse est suivie du test PLSD de Fisher au seuil de significativité de 5%. Des transformations logarithmiques des données à analyser non homogènes ont été faites selon la formule $\text{Log}_{10}(2+\text{nombre d'insectes observés})$ pour ce qui est des données récoltées en plein champ avant leurs analyses.

CHAPITRE III:
RESULTATS et DISCUSSION

III.1. Résultats

Tous les tests au laboratoire se sont déroulés sous une température moyenne de 30,82°C et une humidité relative moyenne de 65,69%. La pluviométrie moyenne mensuelle sous laquelle s'est déroulée l'expérimentation en milieu naturel était de 86,3mm. Cette expérimentation a été installée au cours du mois d'octobre donc n'a bénéficié que de quelques pluies. Ainsi, l'effet des eaux de pluies sur les traitements a été très faible voire négligeable.

III.1.1. Test de toxicité des insecticides par contact sur papier buvard

III.1.1.1. Effet de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Calidea dregii* par contact

La figure 4 illustre l'évolution des pourcentages des mortalités cumulées et corrigées par rapport au témoin des adultes de *C. dregii* en fonction du temps et des doses des insecticides utilisés. On observe une variation du taux de mortalité en fonction des différentes doses des insecticides et du temps. La plus forte dose de la deltaméthrine 12,5 EC (16 ml/L) a occasionné plus de 90% de mortalité au deuxième jour d'observation tandis que les autres doses, 4 ml/L et 8 ml/L ont permis d'obtenir respectivement 52,77 et 61,11% de mortalité. Par contre, l'extrait aqueux de graines de neem macéré pendant 24 h a provoqué une mortalité maximale de 75,86% au quatrième jour d'exposition contrairement aux extraits macérés pendant 12 h et 48 h qui n'ont donné respectivement que 51,72 et 68,96% de mortalité.

Les courbes de régression (Annexe 7a) montrent que plus de 90% de mortalités sont causées par les doses 4ml/L (99,2%) et 8ml/L (97,9%) de la deltaméthrine 12,5 EC mais statistiquement similaire à 16 ml/L (86,1%) au seuil de 5%. Pour l'extrait aqueux de graines de neem, 90,4% de mortalités sont causées par 24h de macération et statistiquement similaire à 48h de macération (81,9%).

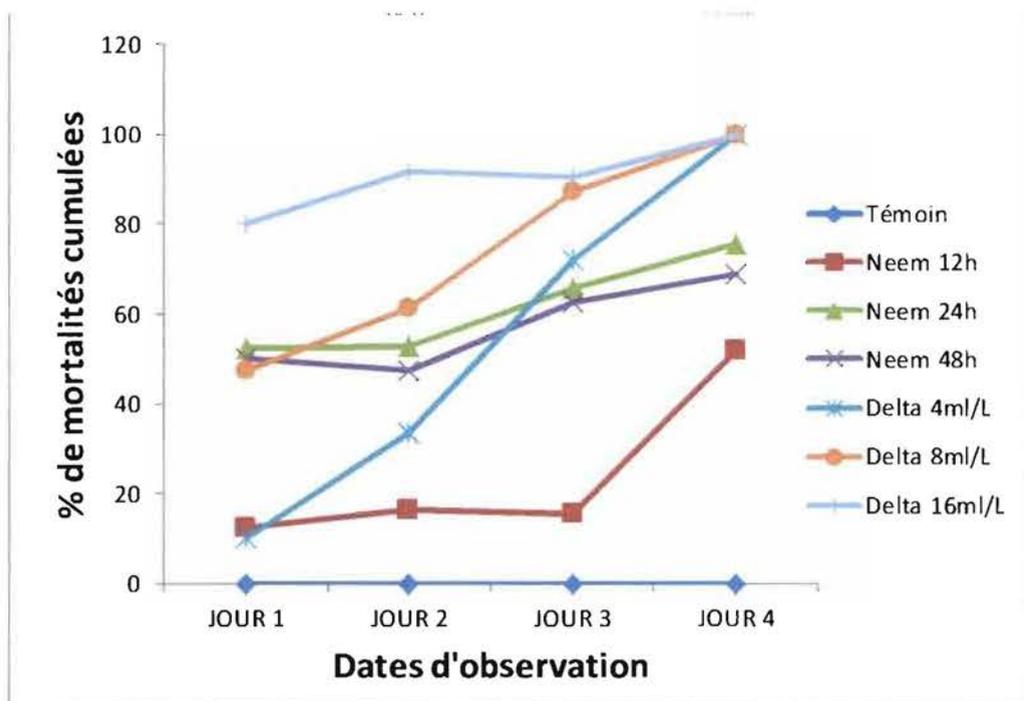


Figure 4: Évolution des pourcentages des mortalités cumulées des adultes de *C. dregii* en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem.

L'analyse de variance a montré une différence entre les traitements. Au seuil de 5% suivant le test de classification multiple de « Protected Least Significant Difference « PLSD » de Fisher il y avait une différence significative entre les extraits macérés pendant 24 h et 12 h d'une part, entre 48 h et 12 h d'autre part, et enfin entre 12 h de macération et le témoin. Mais entre les extraits de 24 h et 48 h il n'y avait aucune différence significative. L'activité insecticide des extraits de graines de neem macéré pendant 24 h et 48 h était plus importante que celle de 12 h. Mais en ce qui concerne la deltaméthrine 12,5 EC, ce test a révélé une différence hautement significative entre les doses de deltaméthrine 16 ml/L et 4 ml/L. Il indiquait également une différence significative entre les différentes doses de cet insecticide et le témoin. Mais entre les doses de 16 ml/L et de 8 ml/L, il n'y avait aucune différence significative. L'activité insecticide des doses de 16 ml/L et de 8ml/L était presque similaire mais était plus importante que celle de 4 ml/L. Cette analyse a révélé également une différence significative entre les différentes doses des deux insecticides. Le test de PLSD de Fisher signalait une distinction entre 16 ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC et 12h ainsi que 48 h de macération de l'extrait de neem. Elle indiquait aussi une particularité entre 4 ml/L et 8 ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC avec l'extrait aqueux de graines de neem macéré en 12 h; mais il n'existait aucune différence significative entre les doses (4ml/L ; 8ml/L et 16ml/L) de la deltaméthrine 12,5 EC et l'extrait aqueux de graines de neem macéré pendant 24 h.

III.1.1.2. Effet de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Aphthona* spp. par contact

La figure 5 illustre l'évolution des pourcentages des mortalités cumulées et corrigées par rapport au témoin des adultes de *Aphthona* spp. en fonction du temps et des doses des insecticides utilisés. On observe une similarité des taux de mortalité avec les différentes doses d'insecticides et avec le temps. Toutes les doses de la deltaméthrine 12,5 EC (4 ml/L, 8 ml/L et 16 ml/L) et de l'extrait aqueux de graines de neem (12 h, 24 h et 48 h de macération) ont occasionné une mortalité totale (100%) au premier jour d'exposition sur papier buvard. Par conséquent, l'activité insecticide de ces six doses est similaire lorsque ces produits sont en contact avec l'espèce *Aphthona* spp.

Les courbes de régression (Annexe 7b) montrent que les mortalités sont à 100% causées par les doses 4ml/L, 8ml/L et 16ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC ; ainsi que par les doses 12h, 24h et 48h de macération de l'extrait aqueux de graines de neem. Elles sont de ce fait statistiquement identiques au seuil de 5%. L'analyse de variance n'a révélé aucune différence entre les doses. Par contre, le test de PLSD de Fisher a révélé une différence hautement significative entre les différentes doses des deux insecticides et le témoin

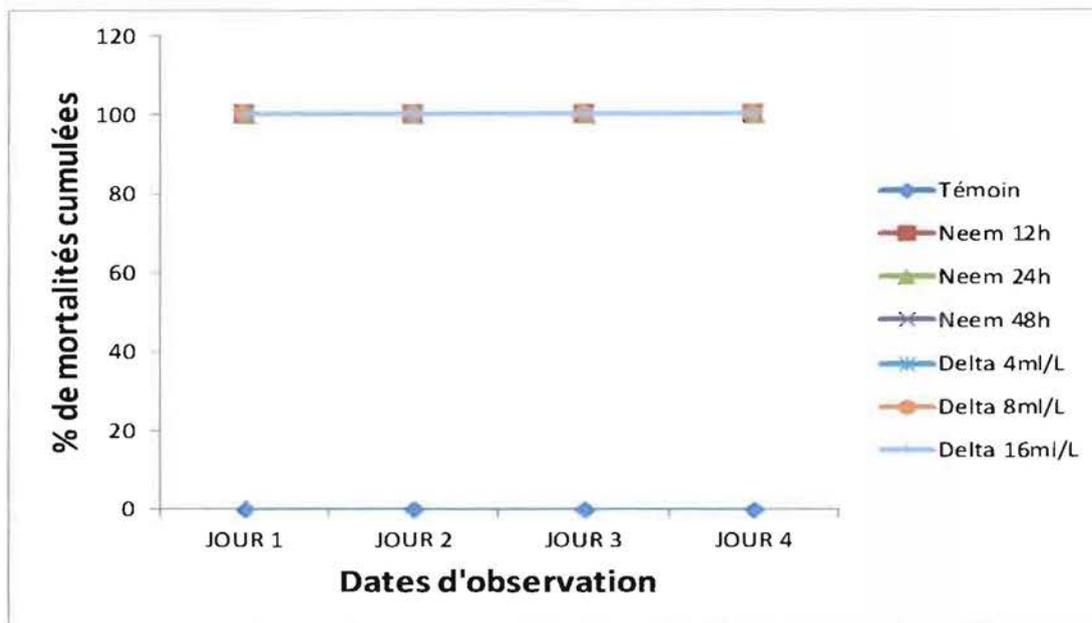


Figure 5 : Evolution des pourcentages de mortalités cumulées des adultes de *Aphthona* spp. en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après contact sur papier buvard.

III.1.2. Test de toxicité des insecticides par ingestion des organes de la plante

III.1.2.1. Effet de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Calidea dregii* par ingestion de fruits de pourghère

La figure 6 illustre l'évolution des pourcentages des mortalités cumulées et corrigées par rapport au témoin des adultes de *C. dregii* en fonction du temps et des doses des insecticides utilisés. On observe une variation du taux de mortalité avec les différentes doses des insecticides et du temps. Mais dès le 2^{ème} jour, les différentes doses de la deltaméthrine 12,5 EC ont atteint presque 100% de mortalité après ingestion. Par contre, les extraits aqueux de graines de neem macérés pendant 12 h, 24 h et 48 h ont atteint leur mortalité élevées dans ce test au quatrième jour d'ingestion avec respectivement 29,41% ; 67,64% et 58,82%. Par conséquent, l'activité insecticide de ces trois doses de la deltaméthrine 12,5 EC était presque similaire lorsque ces produits sont ingérés par *C. dregii*.

Les courbes de régression (Annexe 7c) montrent que plus de 90% de mortalités sont causées par les doses 24h de macération (92,1%) et 12h (99,5%) de l'extrait aqueux de graines de neem mais statistiquement similaire à 48h de macération (81,3%). Pour la deltaméthrine 12,5 EC, plus 60% de mortalités sont causées par les différentes doses 4ml/L (84%), 8ml/L (60%) et 16ml/L (73,2%) qui ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.

Pour l'extrait aqueux de graines de neem, l'analyse de variance a montré une différence entre les doses. Il y avait une différence significative entre la dose de 24 h de macération et le témoin au seuil de 5% suivant le test de PLSD de Fisher. Par contre entre 12 h, 24 h et 48 h de macération, il n'y avait aucune différence significative. La dose de 24 h de macération a donné une activité insecticide plus importante que les autres doses. Pour les doses de la deltaméthrine 12,5 EC, ce test n'a révélé aucune différence significative entre les différentes doses de deltaméthrine 12,5 EC utilisées (4 ml/L, 8 ml/L et 16 ml/L). Toutes ces doses ont montré une activité insecticide importante après ingestion par *C. dregii*. L'annexe 9 présente les résultats de l'analyse de variance et du test de PLSD de Fisher des doses des deux insecticides.

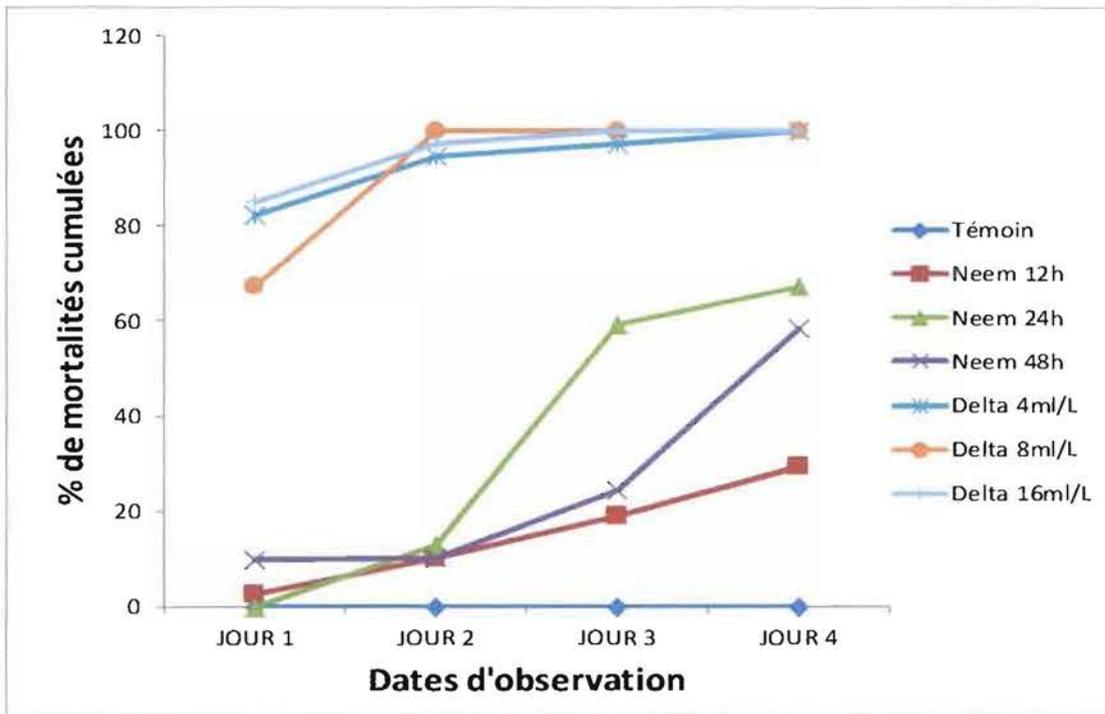


Figure 6: Evolution des pourcentages des mortalités cumulées des adultes de *C. dregii* en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après ingestion des fruits du pourghère.

III.1.2.2. Effet de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Aphthona* spp. par ingestion de la sève des feuilles de pourghère

La figure 7 illustre l'évolution des pourcentages des mortalités cumulées et corrigées par rapport au témoin des adultes de *Aphthona* spp. en fonction du temps et des doses des insecticides utilisés. On observe presque une similarité des taux de mortalité de l'insecte en fonction des différentes doses des insecticides et du temps. Les doses de la deltaméthrine 12,5 EC 16 ml/L et 4 ml/L et celle de l'extrait aqueux de graines de neem macéré pendant 48h occasionnait une mortalité totale (100%) au 1^{er} jour d'ingestion par contre c'est au 3^{ème} jour que la deltaméthrine 12,5 EC de 8 ml/L et l'extrait de neem de 24h de macération ont atteint les 100% ; les 12h de macération n'ont provoqué que 93,75% de mortalité au 4^{ème} jour. Par conséquent, l'activité insecticide de ces trois doses était similaire lorsque ces produits sont ingérés par *Aphthona* spp.

Les courbes de régression (Annexe 7d) montrent que 100% de mortalités sont causées par les doses 48h de macération de graines de neem ; 4ml/L et 16ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC. Ces doses sont statistiquement différentes de celles 8ml/L (77,7%) de la deltaméthrine 12,5 EC ainsi que 12h (21,6%) et 24h (77,6%) de macération de l'extrait aqueux de graines de neem.

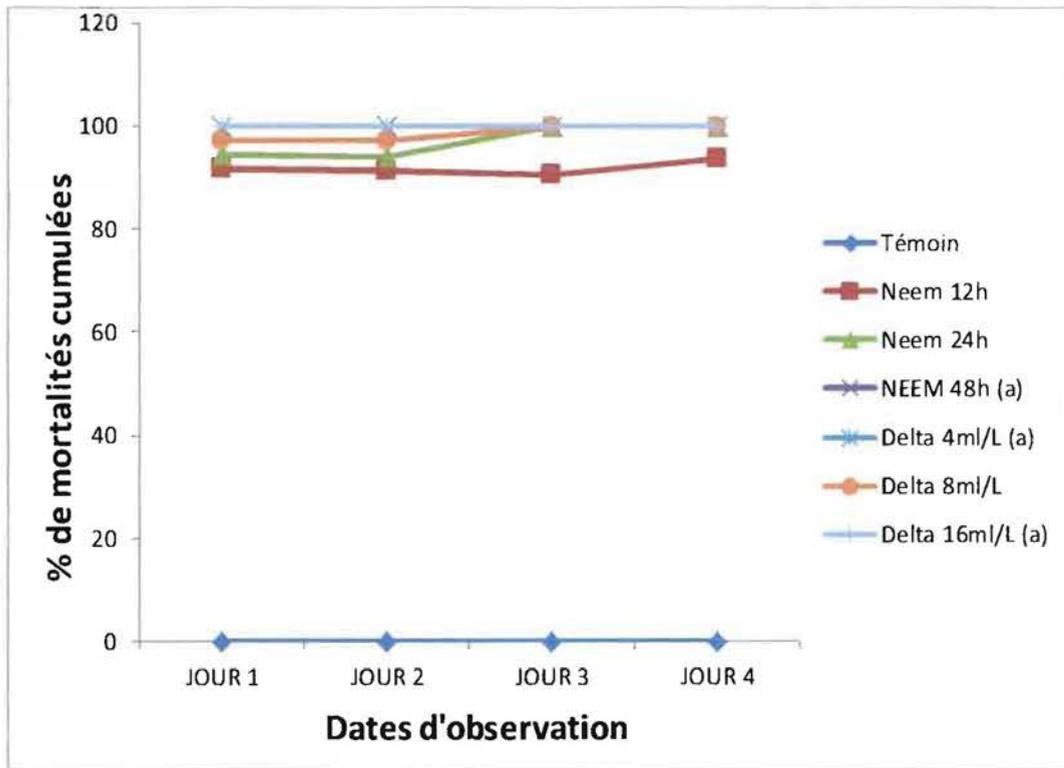


Figure 7: Evolution des pourcentages des mortalités cumulées des adultes de *Aiptona* spp. en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après ingestion de la sève des feuilles de pourghère.

Les résultats de l'analyse de variance des doses de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC ont révélé une différence entre les solutions et les insecticides. Le test du PLSD a indiqué une différence significative entre les différentes doses de l'extrait aqueux de graines de neem après leur ingestion par *Aiptona* spp. Aucune différence significative entre les doses de la deltaméthrine 12,5 EC n'a été non plus révélée.

III.1.3. Test d'effet répulsif des insecticides sur papier buvard

III.1.3.1. Effet répulsif de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Calidea dregii*

Les pourcentages de répulsion des différentes doses des 2 insecticides (extrait aqueux de graines de neem et la deltaméthrine 12,5 EC) sont récapitulés dans le tableau 4. Il en ressort qu'après deux heures d'exposition, les différentes doses (12 h, 24 h et 48 h de macération) de l'extrait aqueux de graines de neem ont occasionné respectivement 25%, 55% et 48,71% de répulsion vis-à-vis des adultes de *Calidea dregii*. Par contre, les doses de la deltaméthrine 12,5 EC (4 ml/L, 8 ml/L et 16 ml/L) ont provoqué respectivement 85%, 90% et 100% de répulsion. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose.

Tableau 4: Pourcentage de répulsion sur papier buvard de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC envers les adultes de *C. dregii*.

Traitements	Pourcentage de répulsion (%)	Types de classes
Neem 12 h	25	II
Neem 24 h	55	III
Neem 48 h	48,71	III
Deltaméthrine 4 ml/L	85	V
Deltaméthrine 8 ml/L	90	V
Deltaméthrine 16 ml/L	100	V

III.1.3.2. Effet répulsif de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Aphthona* spp.

Les pourcentages de répulsion des différentes doses des deux insecticides (extrait aqueux de graines de neem et la deltaméthrine 12,5 EC) sont enregistrés dans le tableau 5. Il ressort de ces résultats qu'après deux heures d'exposition, les différentes doses (12 h, 24 h et 48 h de macération) de l'extrait aqueux de graines de neem ont engendré respectivement 43,75%, 80% et 77,27% de répulsion vis-à-vis des adultes de *Aphthona* spp. Mais les doses de la deltaméthrine 12,5 EC (4ml/L, 8ml/L et 16ml/L) n'ont provoqué respectivement que

35,3%, 19,04% et 14,28% de répulsion. Ces résultats montrent également que le pourcentage de répulsion évolue en fonction de la dose.

Tableau 5: Pourcentage de répulsion sur papier buvard de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC envers les adultes de *Aphtona* spp.

Solutions	Pourcentage de répulsion (%)	Types de classes
Neem 12 h	43,75	III
Neem 24 h	80	IV
Neem 48 h	77,27	IV
Deltaméthrine 4 ml/L	35,3	II
Deltaméthrine 8 ml/L	19,04	II
Deltaméthrine 16 ml/L	14,28	I

III.1.4. Effets de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Calidea dregii* et *Aphtona* spp. en milieu naturel

Dans cette partie, nous avons testé l'efficacité des 2 meilleures doses des 2 insecticides précédemment évalués au laboratoire. Ces doses sont 8 ml/L et 16 ml/L pour la deltaméthrine 12,5 EC, et 24 h et 48 h de macération pour l'extrait aqueux de graines de neem. D'une façon générale, il ressort que l'application des doses de la deltaméthrine 12,5 EC et l'extrait aqueux de graines de neem ont provoqué une baisse significative du nombre d'individus de *Calidea dregii* et *Aphtona* spp. ainsi qu'une augmentation du taux de mortalité de chaque espèce comparativement au témoin.

III.1.4.1. Effets de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Calidea dregii* en milieu naturel

L'évolution des nombres moyens cumulés de *Calidea dregii* vivants ou morts est illustrée par les figures 8 et 9. Les nombres moyens cumulés de l'insecte variaient en fonction des doses d'insecticides et des dates de traitement. Les nombres cumulés de *C. dregii* vivants baissaient progressivement tandis que ceux des insectes morts augmentaient après chaque

traitement quelle que soit la dose des insecticides utilisés. Mais pour ce qui est du témoin, le nombre d'insectes vivants était en général croissant et le nombre de morts était presque nul.

L'analyse de variance a révélé une différence entre les différentes doses testées pour le nombre de *C. dregii* morts après l'application des insecticides. Ainsi, au seuil de 5% du test de PLSD de Fisher, les doses de deltaméthrine 12,5 EC n'étaient pas significativement différentes entre elles mais par rapport aux extraits aqueux de graines de neem y avait une différence significative. Les 2 extraits aqueux de graines de neem n'étaient pas significativement différents entre eux mais en plus, l'extrait obtenu en 24h n'était pas significativement différent du témoin alors que celui 48 h de macération l'était. Une analyse hebdomadaire des résultats a montré que la deltaméthrine 12,5 EC à la dose de 16ml/L et l'extrait obtenu en 48h de macération ont donné de meilleurs résultats. De ce fait, les différentes doses de l'extrait aqueux de graines de neem n'engendraient aucune différence significative avec le témoin qu'après l'application des produits. Pour ce qui est des *C. dregii* vivants, il y avait également une différence significative entre les différents traitements appliqués. Le test de PLSD de Fisher n'a révélé aucune différence significative entre les 2 doses de la deltaméthrine 12,5 EC mais celles-ci étaient significativement différentes du témoin et de l'extrait de graines de neem 24 h de macération, en effet, elles n'étaient pas significativement différentes de l'extrait macéré pendant 48 h.

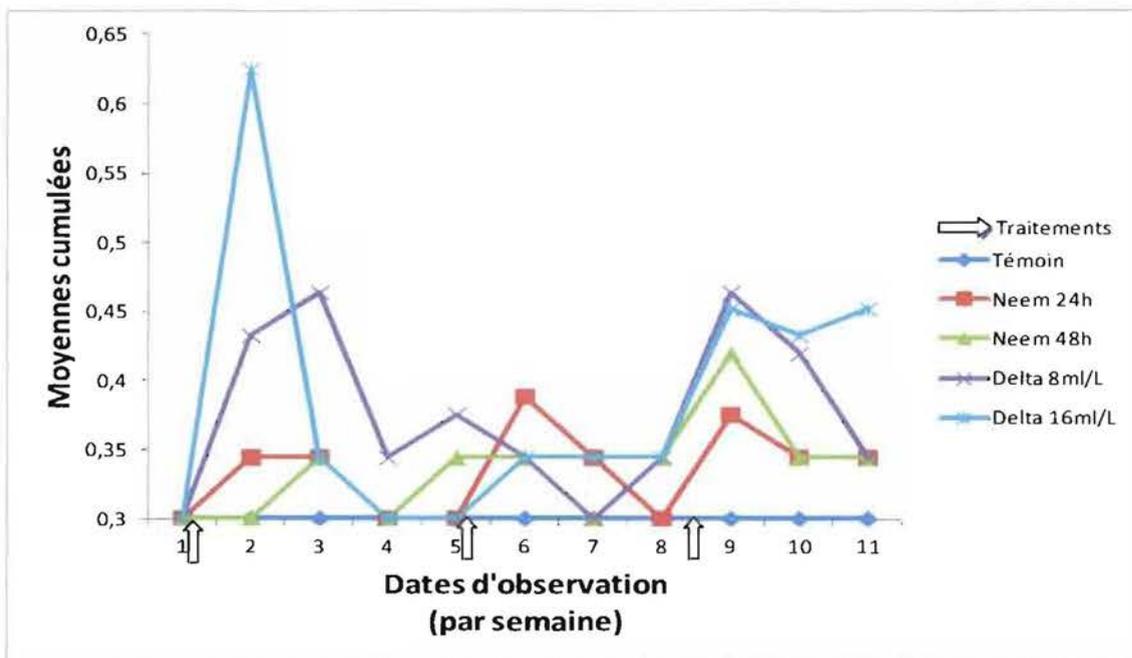


Figure 8: Evolution des moyennes cumulées des adultes de *C. dregii* morts en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine 12,5 EC et de l'extrait aqueux de graines de neem après traitement en milieu naturel.

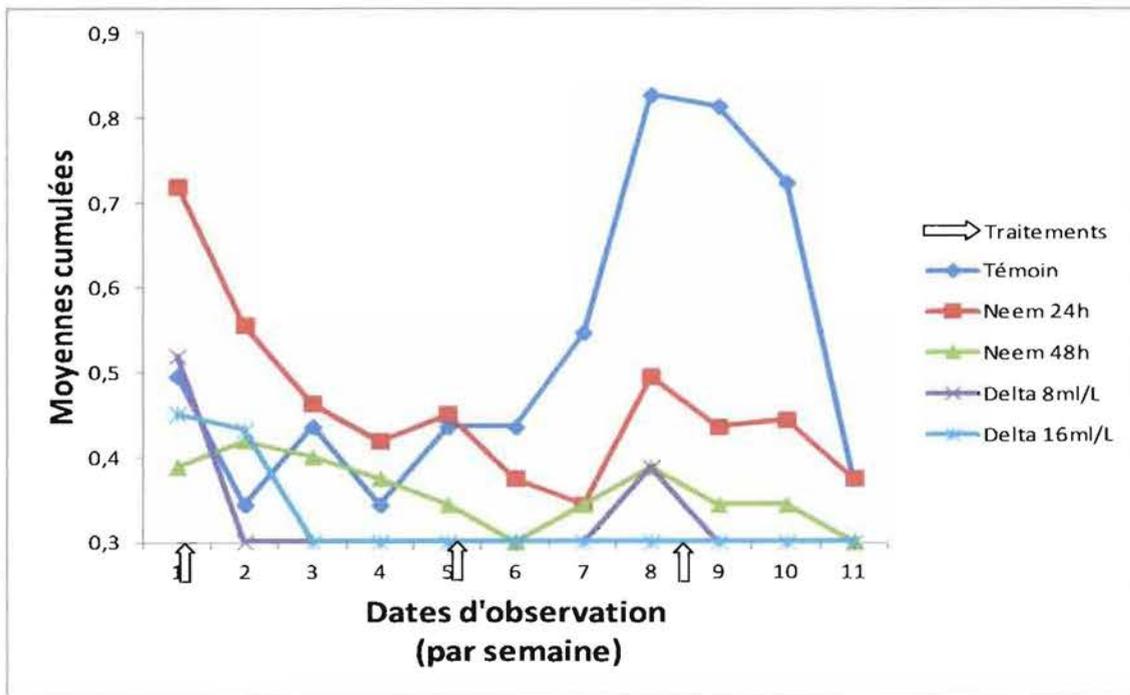


Figure 9: Evolution des moyennes cumulées des adultes de *C. dregii* vivants en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine et de l'extrait aqueux de graines de neem après traitement en milieu naturel.

III.1.4.2. Effets de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur *Aphtona* spp. en milieu naturel

Dans le cas de *Aphtona* spp., nous avons constaté une baisse considérable des moyennes cumulées des vivants d'une dose à l'autre et en fonction des dates d'observation et d'application des traitements (Figure 10). Pour ce qui est des moyennes cumulées des morts, elles augmentaient considérablement après chaque traitement en fonction des doses de chaque insecticide (Figure 11).

L'analyse de variance a révélé une différence entre les traitements pour le nombre d'individus de *Aphtona* spp. morts ou vivants après l'application des traitements. Au seuil de 5% du test de PLSD de Fisher, les 2 doses de deltaméthrine 12,5 EC n'étaient pas significativement différentes entre elles, mais elles l'étaient par rapport au témoin et à l'extrait aqueux de graines de neem macéré pendant 24 h. Les 2 extraits de graines de neem n'étaient pas significativement différents entre eux, mais différaient significativement du témoin. En ce qui concerne les insectes vivants, les 2 doses de la deltaméthrine 12,5 EC étaient les plus

performantes. Ensuite, viennent dans l'ordre d'efficacité les extraits de neem (24h et 48 h) et le témoin.

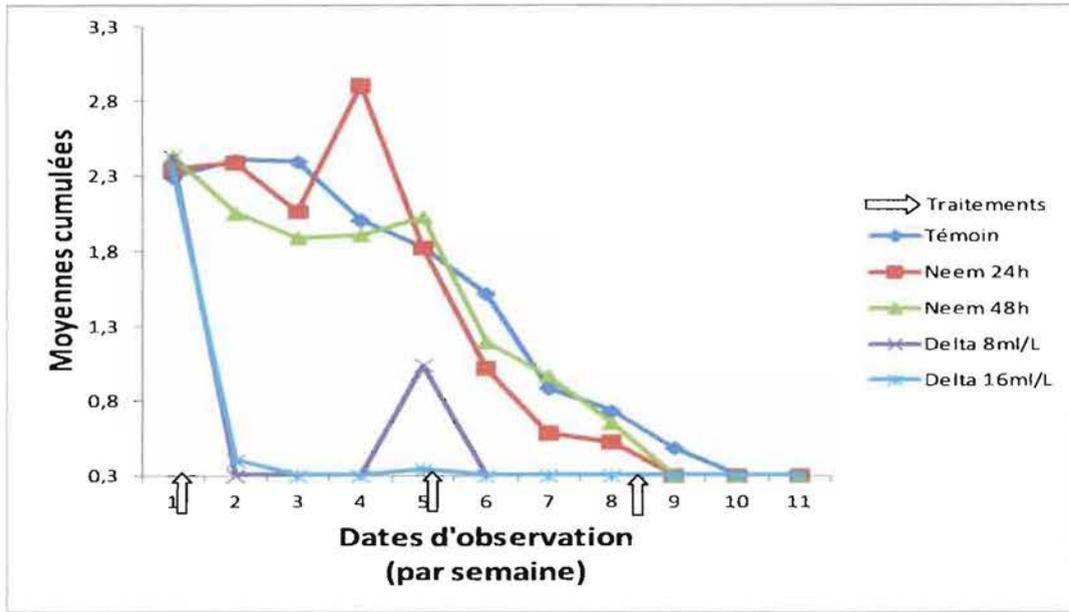


Figure 10: Evolution des moyennes cumulées des adultes de *Aiptona* spp. vivants en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine 12,5 EC et de l'extrait aqueux de graines de neem après traitement en milieu naturel.

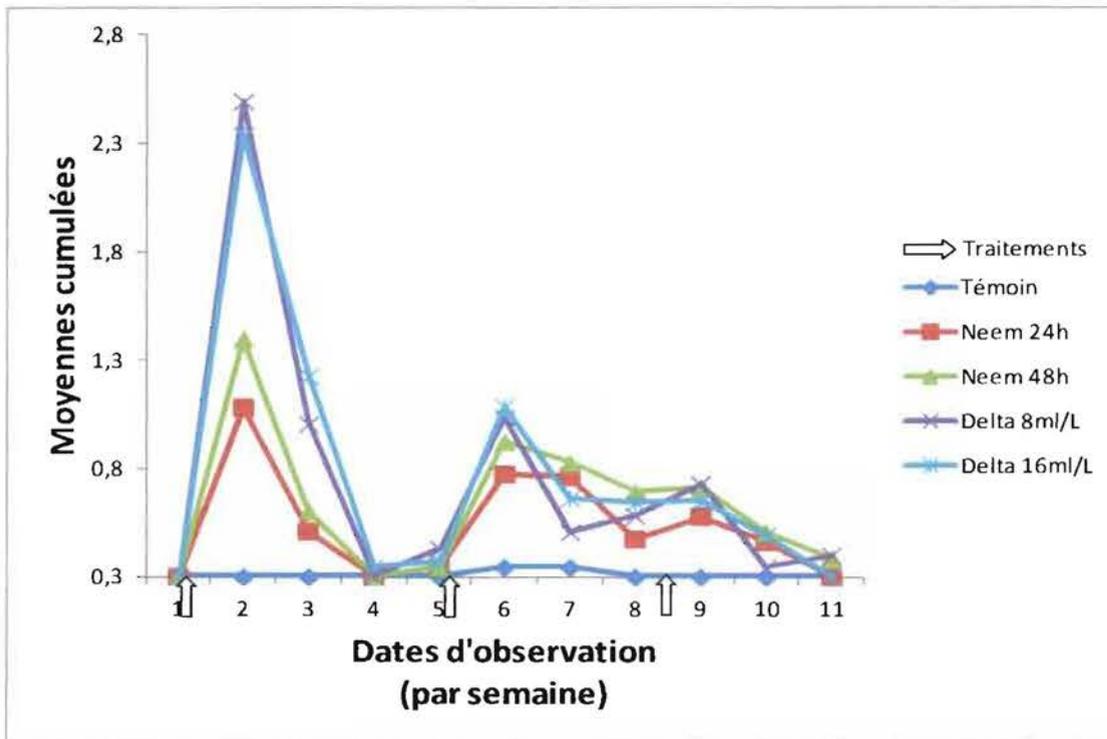


Figure 11: Evolution des moyennes cumulées des adultes de *Aiptona* spp. morts en fonction du temps et des doses de la deltaméthrine 12,5 EC et de l'extrait aqueux de graines de neem après traitement en milieu naturel.

III.1.5. Effets de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC sur les autres Arthropodes et vertébrés associés au pourghère

Ces deux insecticides ont également eu un effet insecticide sur les autres insectes et vertébrés associés à *J. curcas* comme le montre le tableau 6. Dans ce tableau on peut constater l'effet insecticide des différentes doses sur d'autres insectes ravageurs associés au pourghère. C'est le cas des punaises, des scarabées, des larves *Pempelia morosalis*, des chenilles, etc.

Tableau 6: Effets des différentes doses de la deltaméthrine 12,5 EC et de l'extrait aqueux de graines de neem sur les autres Arthropodes et vertébrés associés au pourghère.

Autres Insectes	Traitements									
	Témoin		Neem 24h		Neem 48h		Delta 8ml/L		Delta 16ml/L	
	Vivants (%)	Morts (%)	Vivants (%)	Morts (%)						
Guêpes	25	-	8,33	-	33,33	-	-	16,66	8,33	8,33
Punaises	10,52	-	5,26	-	14,47	3,94	2,63	31,57	3,94	27,63
Scarabées	40	-	20	-	-	-	-	20	-	20
Diptères	7,14	-	18,57	2,85	25,71	5,71	5,71	17,14	10	7,14
Fourmies	28,71	-	10,9	0,009	8,91	2,97	-	15,84	-	31,68
Chenilles	4,25	-	-	14,9	4,25	2,12	2,12	36,17	-	36,17
Mille-pattes	3,57	-	-	3,57	-	3,57	-	46,42	-	42,85
Araignées	20,78	-	14,28	2,6	24,67	5,2	3,9	5,2	2,6	20,78
Hyménoptères	46,15	-	9,61	-	19,23		11,53	5,77	5,77	1,92
Criquets	15,8	-	13,15	2,63	5,26	2,63	2,63	28,94	5,26	23,68
Mantes	28,57	-	7,14	-	35,71	-	7,14	7,14	-	14,28
Sauterelles	20	-	-	-	50	-	-	-	-	30
Larves (<i>Pempelia Morosalis</i>)	23,52	-	-	-	29,41	7,84	-	-	11,76	27,45
Crapaud blanc	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-
Coccinelles	-	-	-	9,09	-	-	-	36,36	-	54,54
Papillons	20	-	-	12	4	4	-	4	12	44

III.1.6. Evaluation du coût des traitements

Les dépenses liées aux différents produits et solutions utilisés dans le cadre de cette étude sont résumées dans le tableau 7. Les amendes de neem ont été acquises à raison de

300FCFA le kilogramme et préparé à 30FCFA le kilogramme. Par contre, la deltaméthrine 12,5 EC est un produit synthèse acquis à 7500FCFA le litre.

Tableau 7: Récapitulatif des dépenses

Solutions	Quantité/ha	Prix du litre (FCFA)	Prix de préparation des solutions /kg	Prix du kg	Main d'œuvre/Traitement (FCFA)	Coût total (FCFA)/Quantité utilisée
Neem 24h	21,75kg	-	30	300		7927,5
Neem 48h	21,75kg	-	30	300		7927,5
Deltaméthrine 8ml/L	600ml	7500	-	-	750	4950
Deltaméthrine 16ml/L	1200ml	7500	-	-		9900

III.2. Discussion

Plusieurs variables ont été analysées afin d'évaluer les effets des 2 insecticides utilisés dans cette étude contre *C. dregii* et *Aphthona* spp. deux ravageurs importants du pourghère. Les résultats collectés quotidiennement sur la mortalité des insectes étaient plutôt contrastés. Ces résultats montrent que les pentes des droites de régressions ne sont pas significativement différentes (5%) pour les différentes doses de la deltaméthrine 12,5 EC. Cela traduit l'homogénéité des effets de ces différentes doses. Toutefois pour l'extrait de graines de neem, il y a une différence significative entre les différentes doses. Ce qui indique que les mortalités sont fonction des doses de l'extrait de graines de neem.

Pour les expérimentations sur la toxicité par contact des insecticides sur papier buvard, la dose 16 ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC s'est montrée plus efficace que 4ml/L et 8ml/L à l'égard des adultes de *C. dregii*. Son efficacité a été décelée dès le premier jour d'exposition avec 80% de mortalité contre 47,5% pour 8ml/L et 10% pour 4ml/L. Pour l'espèce *Aphthona* spp., l'efficacité des différentes doses de la deltaméthrine 12,5 EC par contact sur papier buvard était la même (100% de mortalité). Ce résultat pourrait s'expliquer par la vulnérabilité de cet insecte vis-à-vis de cet insecticide ainsi que sa forte activité insecticide. Mais au regard de l'évolution des taux de mortalités cumulées, la dose 8 ml/L de

la deltaméthrine 12,5 EC serait la plus économique du fait que la quantité utilisée est moindre par rapport à 16ml/L. Elle est statistiquement identique à la dose 16ml/L dans le cas de *C. dregii*. Au niveau de l'effet de toxicité de la deltaméthrine 12,5 EC après ingestion par *C. dregii* et *Aphthona* spp. les résultats sont peu variables, donc légèrement condensés. Pour *Calidea dregii*, la dose de 8 ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC s'est révélée plus efficace avec 100% de mortalité au deuxième jour. L'évolution des taux de mortalité cumulés par ingestion et ceux obtenus par contact montre que la deltaméthrine 12,5 EC de 8 ml/L est également toxique dans le cas de *C. dregii*. Par contre, l'efficacité de cet insecticide après ingestion par *Aphthona* spp., était presque la même pour toutes les doses (4 ml/L, 8ml/L et 16 ml/L). Ces doses ont provoqué environ 100% de mortalité dès le premier jour. Dans ce dernier cas, la deltaméthrine 12,5 EC de 4 ml/L s'est révélée plus écologique que les autres doses au regard de la quantité du produit utilisée et efficace. Nous en concluons que pour *Aphthona* spp. le test de toxicité par contact s'est montré plus efficace pour la deltaméthrine 12,5 EC par rapport au test de toxicité par ingestion de ce produit. A la lumière des résultats obtenus, on peut noter que la deltaméthrine 12,5 EC a également présenté une activité insectifuge vis-à-vis des adultes de *C. dregii* et *Aphthona* spp. Toutes les doses (4 ml/L, 8 ml/L et 16 ml/L) ont été rapportées dans la classe V selon le classement de McDonald *et al.* (1970) pour ce qui est de *C. dregii*. Ces résultats confirment le caractère répulsif de la deltaméthrine 12,5 EC évoqué par le fabricant. Mais pour les adultes de *Aphthona* spp. les doses de cet insecticide se sont positionnées respectivement dans la classe II (4 ml/L et 8 ml/L) et I (16 ml/L). Ces résultats s'expliquent par le fait que nous avons constaté une forte mortalité des insectes au cours des observations. La deltaméthrine 12,5 EC était fortement répulsive pour *C. dregii*, contrairement à *Aphthona* spp., où elle n'a pas pu exprimer clairement son caractère répulsif étant donnée la sensibilité relativement moyenne de l'insecte vis-à-vis de ce produit.

Pour l'extrait aqueux de graines de neem, l'expérimentation sur la toxicité par contact sur papier buvard a montré que l'extrait de 24 h de macération s'est révélé plus toxique que les doses 12 h et 48 h de macération à l'égard des adultes de *C. dregii*. Mais l'évolution plus ou moins lente des taux de mortalité cumulés de *C. dregii* causée par l'extrait aqueux de graines de neem serait due à la nature dure de la cuticule de l'insecte qui rend difficile la pénétration des solutions. Elle pourrait être due également au caractère anti-appétant que cause l'extrait de neem à certains insectes rapporté par Thiam et Ducommun (1993). L'efficacité de l'extrait de 24 h par rapport à celle de 48 h de macération serait due à l'altération de certains constituants insecticides après 48 h dans le cas de *C. dregii*. Pour ce

qui est de *Aphthona* spp., l'efficacité des différentes doses de l'extrait aqueux de graines de neem est la même (100% de mortalité). Ce résultat montre l'effet nocif des graines de neem sur cet insecte. Dans le cas de l'effet de toxicité de l'extrait aqueux de graines de neem après ingestion par *C. dregii*, les résultats sont plus mitigés. A ce niveau, la dose de 24 h de macération s'est révélée plus efficace avec plus de 60% de mortalité au troisième jour. La progression des taux de mortalités cumulées par ingestion et ceux obtenus par contact montre pour *C. dregii* que l'extrait aqueux de graines de neem de 24 h de macération est la dose la plus toxique. L'action des extraits aqueux de graines de neem après ingestion par *Aphthona* spp., était quasiment la même pour 48 h et 24 h de macération avec une prédominance de 48h. Nous en concluons que pour *Aphthona* spp. les tests de toxicité par contact et par ingestion se sont montrés quasi similaires en termes d'efficacité. Mais il est possible que les insectes fassent un arrêt d'alimentation comme l'a rapporté Thiam et Ducommun (1993) dans le cas de l'extrait de neem après ingestion. On peut noter également que les extraits aqueux de graines de neem ont également présenté une activité insectifuge sur les adultes de *Aphthona* spp. et de *C. dregii*. Les doses de cet insecticide appartiennent à la classe II pour 12 h de macération et la classe III pour 24 h et 48 h de macération selon le classement de McDonald *et al.* (1970), pour ce qui est de *C. dregii*. Les mêmes effets insectifuges de l'extrait aqueux de graines de neem ont été observés sur *Aphthona* spp. Les pourcentages de répulsion étaient rangés dans le classement de McDonald *et al.* (1970) comme suit: classe III (12 h) et classe IV (24 et 48 h). Il découle de cela que l'extrait aqueux de graines de neem s'est donc montré répulsif pour *C. dregii* et très répulsif pour *Aphthona* spp. Cela pourrait être dû à son odeur peu piquante ou du développement du système respiratoire des insectes. Les effets toxique et répulsif de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine 12,5 EC pourraient dépendre de leur composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes. Selon Mouffok *et al.* (2008), l'azadirachtine s'est révélée efficace sur le charançon du pin blanc qui est un Coléoptère donc appartenant au même ordre que *Aphthona* spp. Ainsi, nous constatons après cette étude que l'extrait de neem a un effet insecticide sur *Aphthona* spp. Cette étude montre clairement l'efficacité de la deltaméthrine 12,5 EC tant sur *Calidea dregii* que sur *Aphthona* spp. au niveau de tous les tests réalisés.

Il ressort de ces expérimentations au laboratoire qu'entre les doses des insecticides ce sont les extraits aqueux de graines de neem macérés pendant 24 h et 48 h et la deltaméthrine 12,5 EC aux doses 8 ml/L et 16 ml/L qui se sont avérés les plus efficaces. En conséquence, leur efficacité et adaptation ont été testées en plein champ. Ainsi de cette expérimentation, les

analyses ont révélé des différences significatives entre les traitements avec un nombre élevé de *C. dregii* et de *Aphthona* spp. vivants dans le témoin qui n'a pas été pulvérisé. Les faibles nombres moyens de *C. dregii* et de *Aphthona* spp. enregistrés avec les doses 16ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC et l'extrait de neem de 48h expliqueraient l'efficacité de ces doses. L'analyse des résultats du nombre moyen des insectes (*C. dregii* et *Aphthona* spp.) a montré également une mortalité élevée causée par ces 2 dernières doses de la deltaméthrine 12,5 EC après chaque traitement. Dans l'ensemble, la deltaméthrine 12,5 EC était plus efficace dans le contrôle des insectes ciblés que les extraits de neem et le témoin. L'efficacité de la deltaméthrine 12,5 EC a été également démontrée par Bambara et Tientoré (2008) sur des cantharides qui sont des coléoptères comme *Aphthona* spp. et des punaises (Hétéroptères comme *C. dregii*). Les analyses hebdomadaires des résultats ont révélé la supériorité de la dose de 16 ml/L de deltaméthrine 25 EC sur celle de 8 ml/L. Pour ce qui concerne les extraits aqueux de graines de neem, la différenciation des 2 doses n'a pas été nette. Le suivi des insectes dans les traitements nous a permis de déterminer de façon approximative la rémanence des insecticides utilisés. Celle-ci était comprise entre 2 et 3 semaines dans les conditions de l'expérimentation. Pour ce qui est du cas spécifique de *Aphthona* spp., la baisse de sa population pourrait être en relation avec le cycle biologique de l'insecte car cette observation a été faite même chez le témoin non pulvérisé et dans les plantations de jatropha avoisinantes. Nagalo (2013) a indiqué une baisse de la population de *Aphthona* spp., dans la deuxième moitié du mois d'octobre. Ceci pourrait expliquer la similarité en termes de populations vivantes de cet insecte observées dans le témoin. Néanmoins, les mortalités dues à ces concentrations de l'extrait de neem au niveau des 2 insectes confèrent à ce produit un caractère insecticide vis-à-vis des adultes de *Aphthona* spp. Ce résultat est en contradiction avec celui rapporté par Ekra (2010) qui estime que l'azadirachtine ne peut pas contrôler les altises comme *Aphthona* spp., mais elle contrôle plutôt les punaises. Les résultats auxquels nous sommes parvenus avec les extraits de graines de neem sont en accord avec ceux rapportés par Gnago *et al.*, (2010) qui ont trouvé que les extraits de graines de neem produisaient des résultats intéressants avec les altises du gombo. La baisse de la population de chaque insecte n'était pas proportionnelle à l'augmentation des mortalités enregistrées, ce qui pourrait s'expliquer d'une part, par le transport des insectes morts par les fourmis une fois tombés de la plante et d'autre part par la migration des insectes d'une rangée à l'autre. Cette migration des insectes s'expliquerait par le caractère insectifuge des insecticides utilisés comme l'illustre la courbe « de populations de *Calidea* vivants ».

Les effets des deux insecticides ont été également remarquables sur les populations des autres insectes associés à *J. curcas*. C'est la deltaméthrine 12,5 EC qui s'est révélée l'insecticide le plus efficace contre les insectes associés au pourghère. Les extraits de neem ont également permis le contrôle de ces insectes dans une certaine mesure. Ils ont été surtout efficaces contre les chenilles de *Pempelia morosalis* ; les adultes de *Nezaras* spp. et *Pachnoda* spp.

En termes financier, pour la dose de 8ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC nous avons utilisé 120ml du produit pour un pulvérisateur de 15 litres. Ce qui signifie que pour le traitement d'un hectare, il a fallu 600ml de deltaméthrine 12,5 EC à la dose 8ml/L contre 1200ml pour la dose 16ml/L. Ce qui revient également à rejeter moins de molécule de la deltaméthrine 12,5 EC pour la dose 8 ml/L dans l'atmosphère qui va causer moins de mortalité (Tableau 13) des insectes bénéfiques associés au *Jatropha* et à faible coût au regard de la quantité qui est utilisée par hectare dont le litre est à 7500F CFA. Pour les graines de neem, la quantité pour un pulvérisateur de 15L correspond à 4,35kg d'où la quantité pour un hectare est de 21,75kg dont le coût total s'élève à 7177,5F CFA en plus des frais de préparation. On constate qu'entre les prix il n'y a pas une grande différence. Mais en termes de quantité utilisée la dose 8ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC coûterait moins chère que les autres doses utilisées. Toutefois, la différence se trouverait également au niveau de leur disponibilité. Dans la zone d'étude, il y a la possibilité de ramasser soi-même les graines de neem du fait qu'elle regorge une grande potentialité en plantes de *Azadirachta indica*. Quant à la deltaméthrine 12,5 EC, il faut forcément payer sur commande.

CONCLUSION / PERSPECTIVES

Jatropha curcas L. est une plante à usages multiples permettant d'améliorer l'environnement et l'économie des pays en voies de développement comme le Burkina Faso. Malheureusement la production de cette plante fait face à des contraintes multiples y compris les ravageurs et les agents pathogènes responsables de maladies. L'objectif de ce travail qui était d'étudier l'efficacité de l'extrait aqueux de graines de neem et la deltaméthrine, sur *C. dregii* G. et *Aphthona* spp., insectes ravageurs du pourghère. Dans un premier temps, les insecticides ont été comparés en laboratoire puis dans un second temps, les deux meilleures doses de chaque insecticide ont été évaluées en plein champ.

Des deux insecticides, la deltaméthrine 12,5 EC s'est montrée plus efficace par rapport à l'extrait aqueux de graines de neem. Ainsi dans le souci de faire un traitement efficace et économique tout en préservant l'environnement, la dose 8ml/L de la deltaméthrine 12,5 EC semble donner également de meilleurs résultats en milieu naturel comme il l'avait été au laboratoire. Pour les extraits de graines de neem celui, de 48h de macération s'est montré efficace contrairement aux résultats avancés par les expérimentations au laboratoire. Cela témoigne une bonne adaptation de cette dose par rapport à celle de 24h de macération en milieu naturel.

En perspectives, il serait souhaitable de poursuivre les recherches sur:

- l'étude de la biologie et l'écologie de *C. dregii* et *Aphthona* spp. Ce qui permettra de lutter de manière efficace contre ces insectes;
- l'évaluation du niveau d'incidence de ces insectes afin de mener une lutte écologique et économique;
- la reprise de cette étude en la conduisant en pleine saison pluvieuse pour voir l'influence des eaux de pluie sur les traitements, dans ce cas, en ajoutant un additif aux extraits aqueux de graine de neem comme le savon pour favoriser leur fixation sur les organes de la plante.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABBOTT W. S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18.265-267.

ACHTEN W. M. J., VERCHOT L., FRANKEN Y. J., MATHISS E., SINGH V. P., AERT S., et MUYS B., 2008. *Jatropha* biodiesel production and use: review, *Biomass and Energy*. 32: 1063-1084.

ALLARD B., 2010. Evaluation de la rentabilité économique de la filière *Jatropha* dans la région de Tériya Bugu (Mali). *Mémoire de fin d'étude*. Institut des Régions Chaudes, Supagro, Montpellier-France. 123p.

APTIVA., 2004. Fiche technique Deltavic SC 25. France. 2p.

BAMBARA D., et TIEMTORE T., 2008. Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A.Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguiculata* L. Walp. *TROPICULTURA*, 26, 1 ; 53-55.

BARBIER J., CISSAO M., CISSE C., LOCHT F., et GRAND C., 2012. Intérêts de mettre en place une filière courte basée sur la culture de *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.), Dialacoto, Sénégal. 138p.

BELANGER A., et MUSABYIMANA T., 2010. Le Neem contre les insectes et les maladies. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de Recherche et de Développement en Horticulture. ASPRO. 13p.

BRITTAINE R., et LUTALADIO N., 2010. *Jatropha*: A Smallholder Bioenergy Crop. The Potential for Pro-Poor Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations; Integrated Crop Management Vol. 8. Rome-Italy 114p.

CARLE P. R., 1985. Mode d'action et utilisation des *pyréthrinoïdes*. In : Insectes, insecticides, santé : colloque national Anger, 19-22 Novembre 1985, Paris, Acta. Publication, 239-240pp.

CHIKARA J. A. G., PATOLIA J. S., CHAUDHARY D. R., et ZALA A., 2007. Productivity of *Jatropha curcas* under different spacings. In: Expert seminar on *Jatropha*

curcas L. Agronomy and Genetics. Discipline of Phytosalinity, central Salt and Marine Chemicals Research Institute. G. B. Marg. Bhavnagar 364002. India.

CILSS., 2007. Biocarburants au Burkina (Contraintes, Atouts et Perspectives). PREDAS, 22p.

CIRAD., 2009. *Jatropha curcas*, un carburant d'avenir pour le Sud? 2p.

CORROYER N., et ROMET L., 2008. Le neem. Le dossier du CRAB. 2p.

CRAK., 2010. Guide pratique pour la réussite du Pourghère (*Jatropha curcas*) en milieu rural-De la Plantation au Revenu Paysan. SNV/Programme de Développement Economique Rural de la Région de Koulikoro-Mali. 9p.

CSD., 2007. Small-Scale Production and use of Liquid Biofuel in sub Saharan Africa: Perspectives for sustainable development. Energy and Transport Branch Division for Sustainable Development United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York. 10 p.

DAO C., TOURE A. I., TOURE S., 2009. *Jatropha*, plant d'huile et biocarburant. Rapport de recensement des plants de Pourghère dans la zone de l'Union des Agriculteurs du Cercle de Tominian (UACT). Intercoopération Délégation IC au Sahel-Mali, 36p.

DOMERGUE M., et PIROT R., 2008. *Jatropha curcas* L. Rapport de synthèse bibliographique CIRAD, UPR. Agro-Génération –Biomasse Energie-Synthèse de cultures Annuelles. Montpellier, Paris, France. 118p

EFFENDI Z., RAMLI R., and GHANI J. A., 2010. A Back Propagation Neural Networks for grading *Jatropha curcas* Fruits Maturity. *American Journal of Applied Sciences* 7(3), 390-394.

EKRA K A., 2010. Etude comparée de l'efficacité des extraits aqueux de graines de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) et de feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) dans la lutte contre les insectes du gombo (*Abelmoschus esculentus* L). Institut national polytechnique Félix Houphouët- Boigny (école supérieure d'agronomie)-Côte d'Ivoire. 52p.

GABORET E., 2008. Evaluation des impacts de l'introduction du Pourghère, en fonction des modes d'implantation dans la région de Tériya Bugu. Mémoire de fin d'études, Mali. 60p+ Annexes.

GAGNAUX P. C., 2009. Entomofauna associada à cultura dor *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) em Moçambique. Universidade Eduardo Mondlane. 26p.

GNAGO J. A., DANHO M., ATCHAM AGNEROH T., FOFANA I. K., et KOHOU A. G., 2010. Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (*Brassica oleracea*) en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(4): 953-966.

GOUR V.K., 2006. Production practices including post-harvest management of *Jatropha curcas*, *In*: Proceedings of biodiesel conference toward energy independence-Focus of *Jatropha*. India. pp 223-251.

GRAINGE M., et AHMED S., 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley & Sons, New York. 470p.

GUEYE M.T., SECK D., WATHELET J-P., et LOGNAY G., 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale: synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(1), 183-194.

HABIBA K., 2007. Étude des potentialités d'utilisation d'huiles essentielles pour le contrôle de deux insectes ravageurs des grains *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) au Nord Cameroun. Thèse de doctorat: Faculté des Sciences, Centre de Recherche sur la Biodiversité, Université Catholique de Louvain, Belgique.

HELLER J., 1996. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop. Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 66p.

HENNING R. K., 2006. *Jatropha curcas* L. in Africa. Assessment of the impact of the dissemination of the "Jatropha System" on the ecology of the rural area and the social and economic situation of the rural population in selected countries in Africa. 49p.

HENNING R. K., 2007. Identification, selection and multiplication of high yielding *Jatropha curcas* plants and economic keys points for viable *Jatropha* oil production cost, (Henning paper), in site www.jatropha.de.

HENNING R. K., et RAMORAFENO T., 2005. Le Manuel *Jatropha* : un guide pour l'exploitation intégrée de la plante *jatropha* à Madagascar. PLAE Unité de Coordination. 20p.

HENNING R., et SISSOKO M., 1988. Méthodes de plantation du pourghère, PSE/Mali. 6 p.

HENNING R., SIDIBE Y., SANANKOUA O., 1994. Production et utilisation de l'huile végétale comme carburant. Rapport intermédiaire du projet-Projet Pourghère. PN 93 2202.5-01-100.25p.

HERVE I. J., 1982. Le mode d'action des pyréthriinoïdes et le problème de résistance à ces composés. In Deltaméthrine monographie. ROUSSEL-UCLAF. 67-107pp.

INRS., 1987. Deltaméthrine. Fiche toxicologique N°193. Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS. 4p.

JONES N., and MILLER J. H., 1992. *Jatropha curcas*: a multipurpose species for problematic sites. Land Resources Series N°1. Asia Technical Department, World Bank, Washington.

KABORE E., et POUSGA J-C., 2006. Bilan énergétique et maîtrise de l'énergie au Burkina Faso. Connaissance pour le développement-Burkina Faso. 17p.

KANOUTE N. A., 2009. Acceptabilité sociale et impacts socio-économiques de l'introduction du *Jatropha*. « Appui à la mise en place d'une filière locale de *Jatropha curcas* pour l'autonomie énergétique de Tériya Bugu ». Mémoire de fin d'études, AgroSup Dijon-Mali. 126p.

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

KOBILKE H., 1989. Méthodes de production de plants de Pourghère (*Jatropha curcas* L.). Mémoire de fin d'études. Université de Hohnhein. 8-11 pp.

KONE S., 1987. Les activités précédentes sur le Pourghère au Mali. Unpublished project report, Programme spécial Energie Mali, 17p.

LATAPIE R., 2007. La culture du Pourghère: une activité génératrice de revenus qui permet de faire face aux enjeux énergétiques du Mali. Cas du Projet GARALO BAGANI YELEN. Mémoire de Master. Université de Rennes 1, option Sciences Economiques, France. 107p.+ Annexes.

LAUDE J. P., 2009. Situation de la filière Jatropha au Burkina Faso: Perspectives pour le court terme. 17p.

LEGENDRE B., 2008. *Jatropha curcas* (tabanani). Note Agronomique. Technology For Human Development. 8p.

LEGENDRE B., MERGEA I. G., et TERREN M., 2009. Note Agronomique N°3. Technologies of Human Development-Programme Energie Eau Solidarité Foundiougne. 9p.

MAKKAR H. P. S., et BECKER K., 1997. Potential of *Jatropha curcas* seed meal as a protein supplement to livestock feed, constraints. In Biofuels and Industrial Products from *Jatropha curcas*. Edited by: G. M. Gübitz, M. Mittelbach & M. Trabi. Symposium "Jatropha 97", Managua, Nicaragua. pp 3152-3157.

MDRA., 2007. Programme spécial « biocarburant » Nouvelle Orientation de la Politique Agricole. Sénégal, 24p.

MOKHTARI O., ABDERRAHIM L., EL HALOUANI H., 2012. Etude de la plantation de *Jatropha curcas* valorisant les eaux usées de la ville de Oujda. Publié par Science Lib, édition Mersenne: vol 4,N°120601 du 01-06-2012. 16p.

MOUFFOK B., RAFFY E., URRUTY N., et ZICOLA J., 2008. Le NEEM, un insecticide biologique efficace. Université Paul-Sabatier-IUT- S2, 16p.

MUNCH E., et KIEFER J., 1986. Le Pourghère (*Jatropha curcas* L.), Botanique, écologie, culture (1^{ère} partie), produits de récolte, filières de valorisation, réflexions économiques (2^{ème} partie), Université de Stuttgart-Hohenheim, Allemagne, 276p.

MUNDIKE J., 2009. Jatropha-Zambia's First Bio-diesel Feedstock. Royal Institute of Technology, 90 p.

NAGALO E., 2013. Variation d'abondance des principaux insectes ravageurs du pourghère (*Jatropha curcas* L.) en fonction du mode de plantation en zone sub-soudanienne du Burkina

Faso. Mémoire de Master. Master en Production et Amélioration des Plantes/Université de Ouagadougou. Burkina Faso. 54p.

OUEDRAOGO M., 2000. Etude biologique et Physiologique du Pourghère, *Jatropha curcas* L. thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 290p.

PAPACHRISTOS D.P., & STAMOPOULOS D.C., 2002. Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say)(Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.*, **38**,365-373.

PAUL U.V., LOSSINI J.S., EDWARDS P.J. & HILBECK A., 2009. Effectiveness of products from four locally grown plants for the management of *Acanthoscelides obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (both Coleoptera: Bruchidae) in stored beans under laboratory and farm conditions in Northern Tanzania. *J. Stored Prod. Res.*,**45**,97-107.

PETIT L. M. I. 2002. Efficacité comparée en laboratoire, du fipronil et de la deltaméthrine par contact Tarsal sur *Glossina morsitans* et *Glossina palpalis gambiensis*. Thèse d'Etat. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse-Université Paul-Sabatier de Toulouse, France. 101p + Annexes.

PHILLIPS S., 1976. A new record of Pestalotiopsis Verticola on Leaves of *Jatropha curcas*.Ind. Phytophath. 28:546p.

RAJU A. J. S., et EZRADANUM V., 2002. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha* Current Science, 83. 11p.

REGNAULT-ROGER C., 2002. De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire? In : *Biopesticides d'origine végétale*. Philogène B.J.R, Regnault-Roger C.& Vincent C., coord.. Paris Lavoisier-Éditions, Tec & Doc, France. pp 19-39.

RGPH., 2006. Résultats définitifs. Ministère de l'Economie et des Finances du Burkina Faso. 52 p.

RIJSSENBEEK W. H. R., JONGSCHAAP R., LUTZEYER H. J., VENTURI, P., 2007. Expert Meeting *Jatropha*, Brussels.

RIJSSENBEEK W., 2007. *Jatropha* in Developing countries-A sustainable bio-energy production 2^{ème} EPOBIOworkshop: Products from Plants-from Crop and Forests to zero-waste biorefineries. Athènes, Grèce.

ROUAMBA W. M., 2011. Inventaire des insectes ravageurs et des maladies fongiques du pourghère (*Jatropha curcas* L.) au Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle-Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso-Burkina Faso. 68p.

SANOUE F., 2010. Productivité de *Jatropha curcas* L. et impact de la plante sur les propriétés chimiques du sol: cas de Bagré (Centre Est du Burkina Faso). Mémoire de fin de cycle, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso-Burkina Faso. 72p+ annexes.

SATURNINO H. M., PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; et GONÇALVES, N. P., 2005. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuário, Belo Horizonte, vol. 26, n° : 229, p. 44-78.

SECK M., 1997. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur la population de Thrips et le rendement du niébé (*Vigna unguiculata*). Rapport de stage, ISRA/CNRA, Sénégal. 40p.

SHANKER C., et DHYANI S. K., 2006. Insect pests of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) and the potential for their management-India. vol 91, N°2. 162-163.

SHARMA N., 2007. *Jatropha* Soil Conditions and Fertilization-Reclamation of ash ponds and cultivation of *Jatropha curcas* using arbuscular *mycorrhiza fungi* as technology demonstration for biofuel production and environmental cleaning in chattisgarh state. In expert Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and Genetics-Wageningen.

SHARMA N., et al., 2003. Genetic variability and divergence studies in seed trait and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.). Accessious . Biomass bioenergy. 31(2). 449-454 pp.

SINGH I. D., 1983. New leaf spot diseases of two medicinal plants. Madras Agriculture. 70p.

TCHIBOZO S., 1996. Information sur quelques plantes insectifuges et nématicides de l'Afrique tropicale: note technique. *Bulletin de la Recherche Agronomique*. 18-26pp.

THIAM, A. et DUCOMMUN, G. 1993. Protection naturelles des végétaux en Afrique, Enda Tiers-Monde, Dakar, Sénégal, 212 p.

ÜLLENBERG A., 2008. *Jatropha* à Madagascar-Rapport sur l'état actuel du secteur- GTZ. 43p.

VAGO C., 1986. Activité antiplasmodique intravectorielle d'un pyréthrianoïde: la deltaméthrine-PARASITOLOGIE ANIMALE. Note de Carle P. R., COZ J., ELISSA N., GASQUET M., SANNIER C., RICHARD A., et TIMON-DAVID P., C. Paris, Série III N°13. 565-568.

VALLET C., 2006. Le Neem....Un « insecticide » naturel "Petit guide pratique". HSF-France. 8p.

VAN DER VOSSEN H. A. M., et MKAMILO G. S., 2007. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 14. Oléagineux, édition Prota. 116-120pp.

ZAN T., 1985. *Jatropha curcas* et *Jatropha gossypifoliasous* différentes conditions climatiques du Burkina Faso: cultures et exploitations. Institut Supérieur Polytechnique. Université de Ouagadougou. 120p.

ANNEXES

Annexe 1 : Usages médicaux du *Jatropha*

Maladies	Parties de la plantes	Références
Filariose (ver de Guinée)	En Côte d'Ivoire les Baoules incorporent les feuilles et les graines dans des médicaments	Kerharo et Bouquet (1949)
Syphilis et maladies pulmonaires	Au Sénégal les feuilles sont utilisées contre la syphilis et les maladies pulmonaires	Kerharro et Adam (1974)
Maux de ventre et toux	Ecorce additionnée de sel	Kerharo et Adam (1974)
Propriétés contraceptives	Une administration dans la ration de rates, de 3,3% de poudre de fruits secs ou graines, arrête leur fécondité durant le traitement	Mameesh et al. (1983)
Propriétés abortives	Les extraits de l'exocarpa ont des effets abortifs chez les rates en gestation	Goonasekera et al. (1995°)
Propriétés contraceptives	Les graines ont des effets contraceptifs chez les rongeurs	Makonnen et al. (1997)
Poisons	Les Bobo (ethnie burkinabé) utilisent l'amande dans la confection de poison	Chevalier (1900)
Poisons pour rongeurs	Les graines écrasées additionnées à l'huile de palme, constituent un poison mortel pour les rongeurs (souris et rats)	Tschirch (1959)
Poisons	La toxicité est démontrée sur des chèvres, des veaux, des poussins	Adam et Magzoub (1975) ; Ahmed et Adam (1979) ; Liberalino et al. (1988) ; El-Badwi et al. (1995)

Annexe2: Récapitulatif des ravageurs du jatropha observés au Burkina Faso (Rouamba, 2011)

Ordre	Famille	Espèces	Dégâts
Coléoptères	<i>Alticinae</i>	<i>Aphthona spp</i>	Feuilles
	<i>Coccinellidae</i>	<i>Epilegna sp</i>	Feuilles
	<i>Coccinellidae</i>		Feuilles
	<i>Chrysomelidae</i>		Feuilles, tiges, inflorescences
	<i>Cetoniidae</i>	<i>Pachnoda sp</i>	
	<i>Scarabeïdae</i>	<i>Scarabeïs sp</i>	Feuilles, tige, inflorescences
	<i>Apionidae</i>	<i>Apion sp</i>	
	<i>Cantaridae</i>		
Hétéroptères	<i>Scutelleradae</i>	<i>Calidea dregii</i>	Fruits, graines
	<i>Scutelleradae</i>	<i>Scutelleradae nobilis</i>	
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Nezara veredugala</i>	Fleurs, fruits, graines
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Nezara sp</i>	
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Nezara viridula</i>	
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Euschistus sp</i>	
	<i>Coreidae</i>	<i>Dysdertus sp</i>	
	<i>Alydidae</i>	<i>Hyalymenus tarsatus</i>	
Orthoptères	<i>Coreidae</i>	<i>Leptoglossus gonagra</i>	
	<i>Gryllotalpidae</i>	<i>Gryllotalpa sp</i>	
	<i>Pirocorcorae</i>	<i>Zonocerus variegatus</i>	
	<i>Gryllidae</i>	<i>Grillus sp</i>	
	<i>Gryllotalpidae</i>	<i>Gritalpa sp</i>	
	<i>Piesocoridae</i>		
	<i>Acrididae</i>	<i>Cataloïpus sp</i>	
	<i>Acrididae</i>	<i>Acrididus sp</i>	
	<i>Acrididae</i>	<i>Acrida sp</i>	
	<i>Acrididae</i>	<i>Hieroglypaus daganensis</i>	
Lépidoptères	<i>Acrididae</i>	<i>Oedalus</i>	
	<i>Crisalidae</i>		
	<i>Gometridae</i>		
	<i>Noctuidae</i>	<i>Spodoptera litura</i>	
	<i>Pyralidae</i>	<i>Pempelia morosalis</i>	
Hyménoptères	<i>Noctuidae</i>	<i>Achaea janata</i>	
	<i>Formidae</i>	<i>Campenetens</i>	
Isoptères	(Termites)		

Annexe 3: Mode d'action des pyréthriinoïdes (d'après Carle, 1985)

Types d'action	Sites	Mécanismes physiologiques	Effets
SYSTEMES NEURAU			
Niveau membranaire	<i>Ionophores Na+</i>	Modification des courants ioniques	Blocage ou activité répétitive
	<i>ATPases</i> Na+/K+dépendant Ca ⁺⁺ /Mg ⁺⁺ dépendant	inhibition d'activité épuiement énergétique cellulaire	épuiement énergétique libération d'acides aminés excitateurs endogènes
Niveausynaptique	<i>Récepteurs de l'acide kainique</i> postsynaptiques présynaptiques		inhibition d'entrée des ions Ca ⁺⁺
	<i>Récepteurs nicotiques</i> postsynaptiques	modification des courants ioniques	blocage neuromusculaire
	<i>Récepteurs GABA</i> présynaptiques	inhibition du GABA	libération de neurohormones
Niveau neurohormonal	<i>Ionophores Ca⁺⁺</i> <i>Ionophores Na+</i>	modification des courants ioniques	
SYSTEMESNON NEURAU			
Actifs durant pharmacodynamique (pénétration, transport, distribution, stockage excrétion)	<i>tous tissus</i>		
	hémolymphe corde nerveuse tissus adipeux cuticule etc.	estérases oxydases	détoxication détoxication
	<i>tous tissus</i>	?	autotoxines

Annexe 4 : Toxicité et utilisation de la deltaméthrine

La toxicité de la deltaméthrine envers les mammifères est faible (le tableau 3 ci-dessous donne à titre indicatif les DL50 (les Doses Létales pour 50%) chez le rat). La molécule de deltaméthrine est dégradée rapidement même si elle peut parfois être stockée dans la graisse et donc être éliminée plus lentement (Vago, 1986 ; Petit, 2002).

Toxicité de la deltaméthrine		
DL50 par voie orale chez le rat	DL50 par voie percutanée chez le rat	DL50 par inhalation (4h) Chez le rat
135 à 5000mg/kg	>2000mg/kg	2.2mg/l

Tableau 1 : Toxicité de la deltaméthrine chez le rat (d'après The Pesticide Manual, 1997 *in* Petit, 2002)

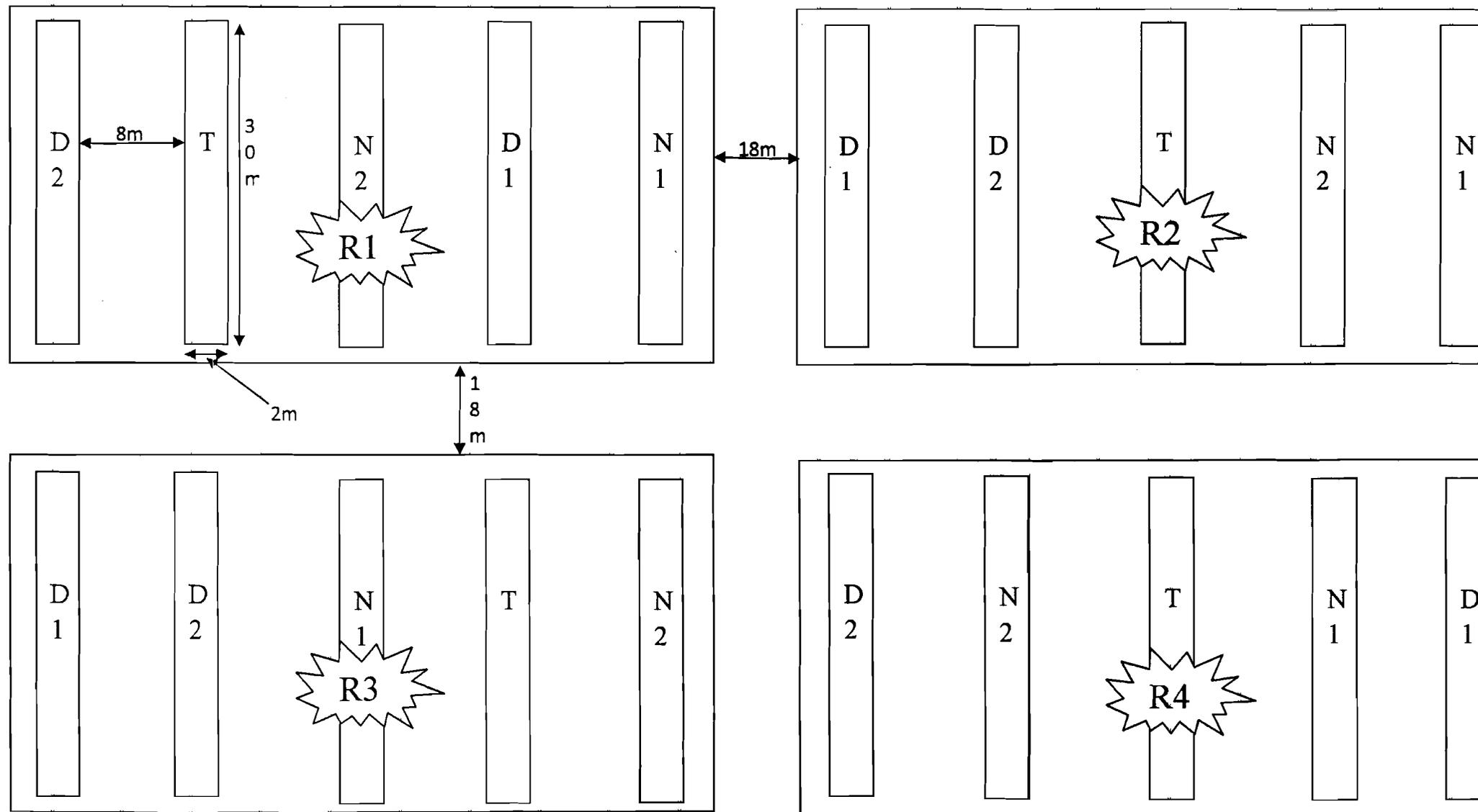
A moyen et long terme il n'y a donc pas d'effet toxique majeur. Une irritation des muqueuses et de la peau est possible si des précautions ne sont pas prises lors de l'utilisation de l'insecticide. Par voie orale une symptomatologie classique (par action sur le système nerveux) est observée : troubles digestifs, contractions musculaires... Aucun pouvoir tératogène, mutagène ou cancérigène n'a pu être mis en évidence (Glomot, 1982).

La deltaméthrine est utilisée dans de nombreux domaines comme celui de la protection des cultures (vignes, cultures maraîchères, vergers, coton, colza, tabac etc.); on l'utilise également dans l'hygiène publique en usage domestique contre les mouches, moustiques et blattes (peintures, papiers peints...). Enfin elle permet la destruction de nombreux vecteurs de grandes endémies telles que la dengue, le paludisme, l'onchocercose et également les trypanosomoses (INRS, 1987 ; Vago, 1986). La deltaméthrine est très efficace dans la lutte contre les glossines (Djiteye *et al.*, 1998). Mais selon Thybaud (1990), il n'est pas raisonnable d'envisager l'utilisation répétée de deltaméthrine, même à de faibles doses, aux abords des écosystèmes aquatiques.

Annexe 5 : Toxicité et utilisation de neem

Produits Critères	neem (huile)	pesticide X type
Toxicité envers les organismes non-visés	Faible pour les mammifères, oiseau, toxique pour la faune aquatique	Touche la faune non ciblée, résidus dans les produits alimentaires, dangers d'empoisonnement, effets secondaires, dangers à faible dose, risque d'inefficacité
Résistance des insectes	Encore non connu pour l'azadirachtine pure (extrait de neem), mais très faible pour l'huile (synergie de nombreuses molécules)	Résistance des insectes
Impact sur l'environnement	Le temps de dispersion à 50 % (TD) de l'azadirachtine dans le feuillage des forêts, le sol et la litière est compris entre 24 et 48 heures, le devenir du produit en milieu anaérobique et aquatique est mal connu	Toxicité contre la faune non ciblée, développement de résistance par les ravageurs, pollution, concentration de ses résidus dans la chaîne alimentaire
Mode d'action	Action hormonale et anti-nutritive (au stade larvaire et imago)	Mode d'action dépendant de l'insecticide
Utilisation	Utilisable en agriculture biologique ou conventionnelle	Utilisable uniquement en agriculture conventionnelle

Annexe 6: Schéma du dispositif expérimental



ANNEXE 7 : Les courbes de regression

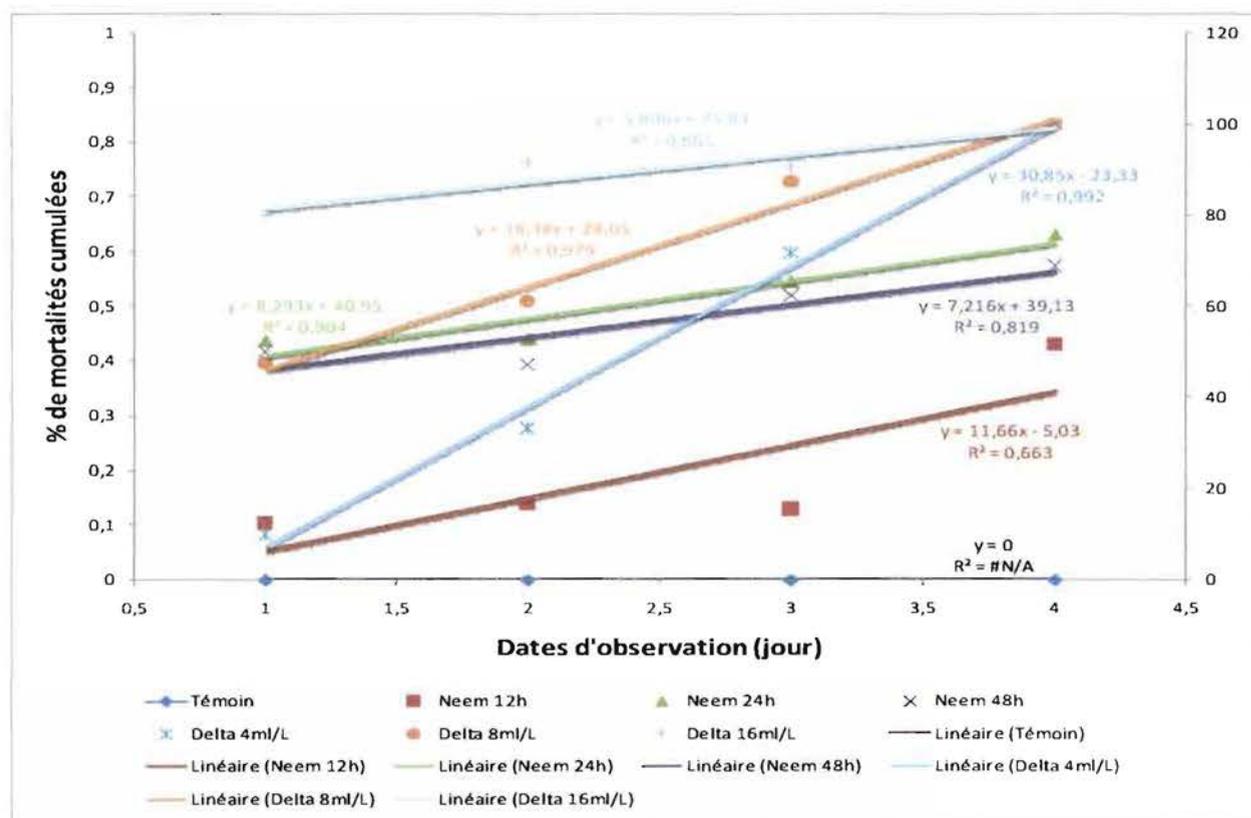


Figure a : Effets des différentes doses de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine sur *C. dregii* après contact.

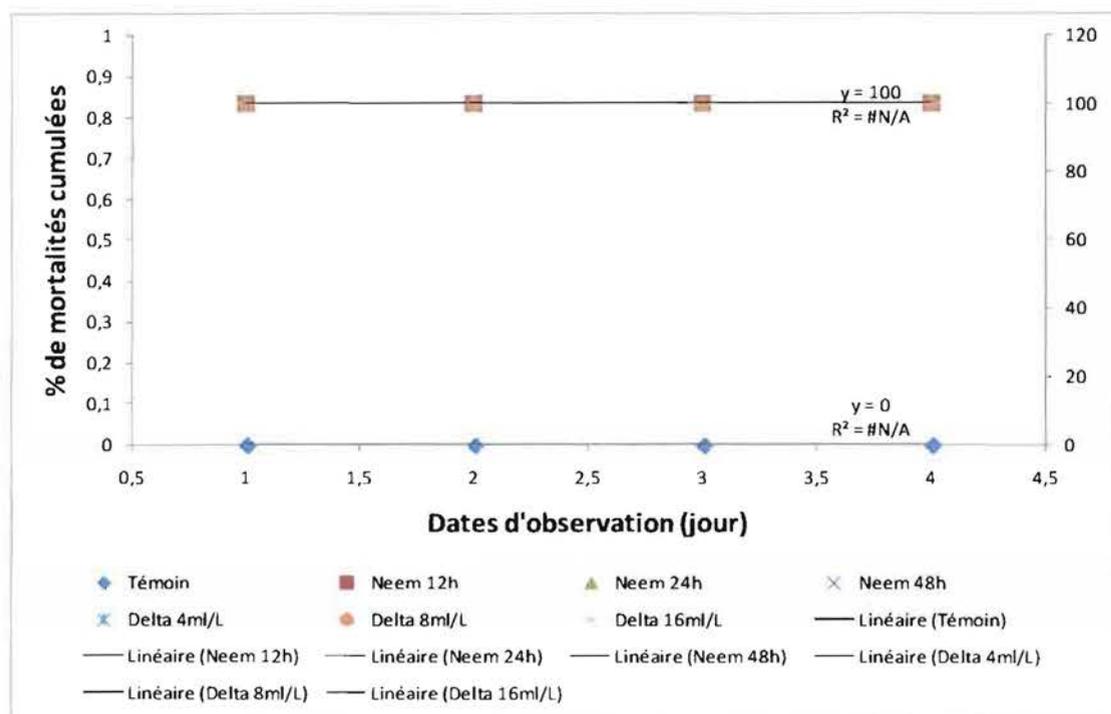


Figure b : Effets des différentes doses de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine sur *A. aptona* spp. après contact.

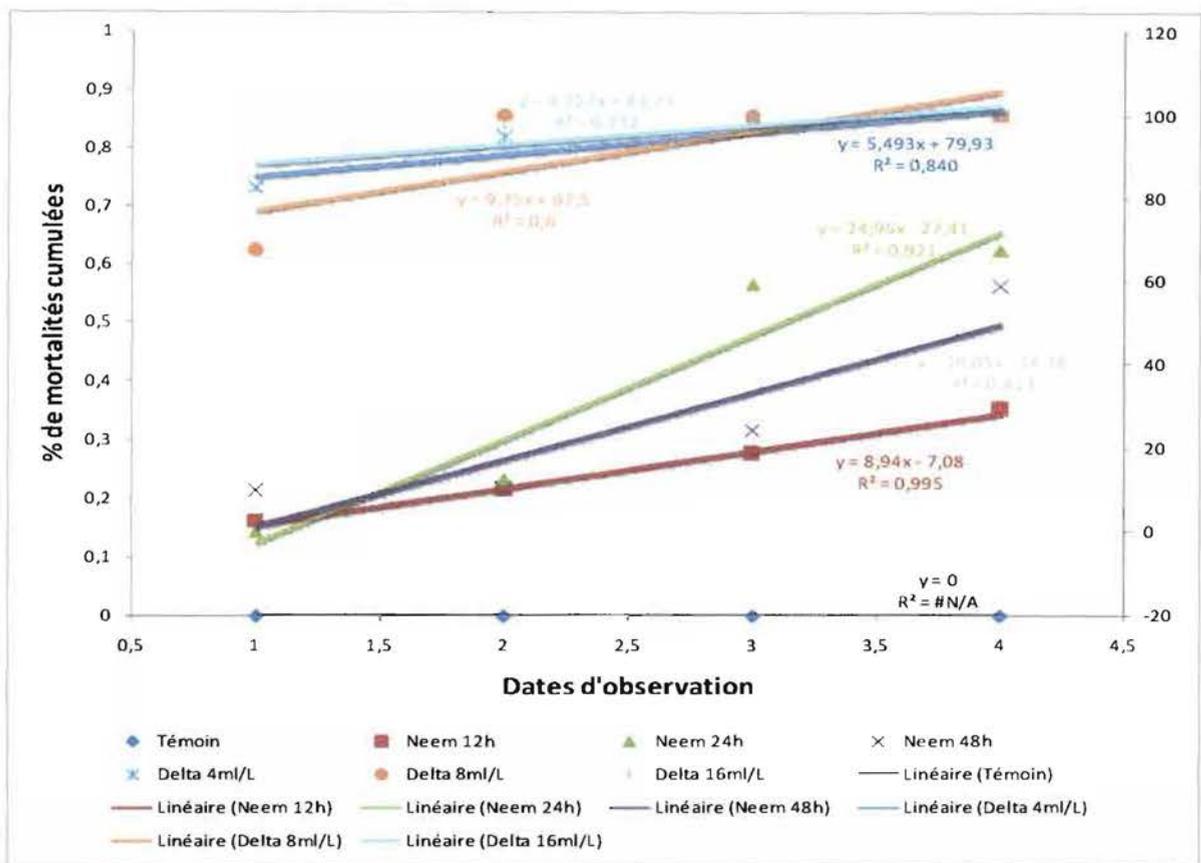


Figure c : Effets des différentes doses de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine sur *C. dregii* après ingestion des fruits du pourghère.

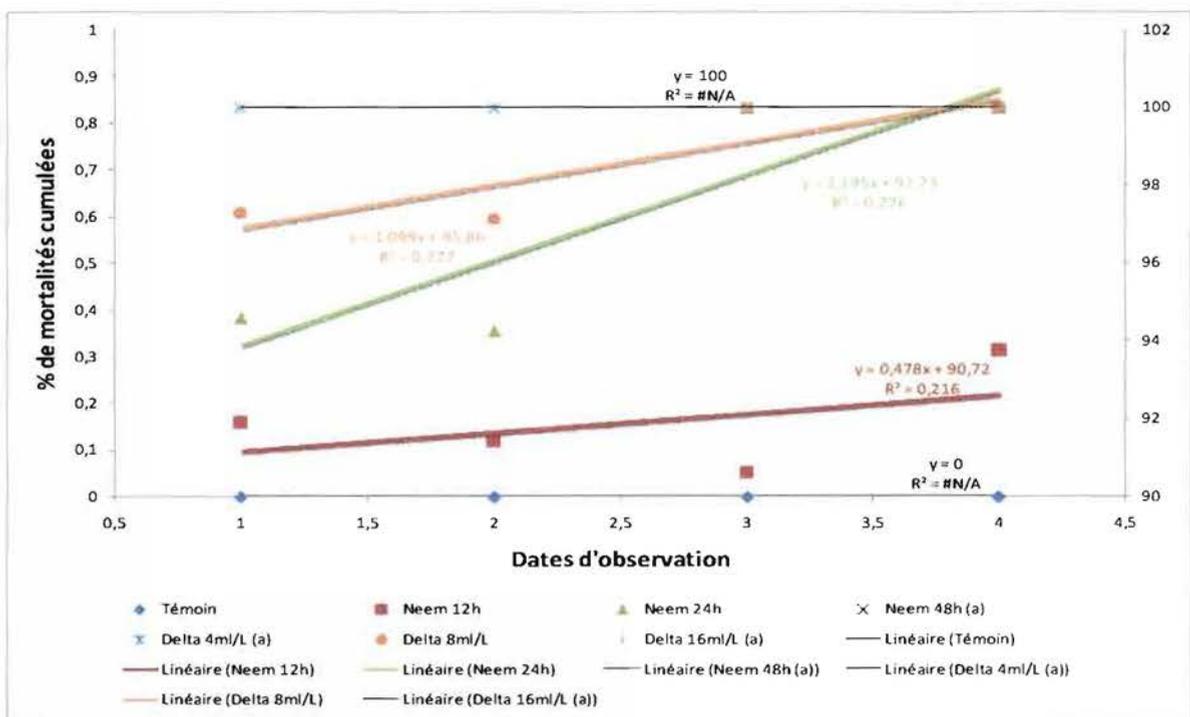


Figure d : Effets des différentes doses de l'extrait aqueux de graines de neem et de la deltaméthrine sur *Calidea dregii* après ingestion de la sève des feuilles du pourghère.