

# TOXICITE DES EXTRAITS AQUEUX DE *AZADIRACHTA INDICA* A. JUSS ET DE *JATROPHA CURCAS* L. SUR *PLUTELLA XYLOSTELLA* (L.) (LEPIDOPTERA : PLUTELLIDAE) PAR CONTACT

D. DIABATE<sup>1\*</sup> ; E. A. A. B. KADIO<sup>2</sup>; Y. TANO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université de Man, Département Agronomie et foresterie, UFR Ingénierie Agronomique Forestière et Environnementale, BP 20 Man, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Université Peleforo Gon Coulibaly, UFR Sciences Biologiques, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup>Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

\*Correspondance. E-mail : diabdoh@yahoo.fr/ dohouonan.diabate@univ-man.edu.ci

## RESUME

La teigne du chou *Plutella xylostella* (Linné) (Lepidoptera : Plutellidae) est le principal insecte nuisible des crucifères dans les régions tropicales et subtropicales. Les larves de ce Lépidoptère sont défoliatrices et peuvent causer des pertes importantes de production malgré l'application des pesticides. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet toxique par contact des extraits aqueux de neem (*Azadirachta indica*) et de Jatropha (*Jatropha curcas*) sur les larves de *Plutella xylostella* au stade L2 au laboratoire. Cette toxicité des extraits aqueux de poudres de grains de neem (41,5 g/L ; 25,9 g/L ; 10,3 g/L) et de jatropha (59,1 g/L ; 36,9 g/L ; 14,7 g/L) et de pâtes de feuilles neem et de jatropha à différents concentrations a été évaluée par la détermination des CL50 en 24 heures et par la toxicité de chaque traitement au bout de 72 heures. Les résultats ont montré que les extraits aqueux de poudres de grains, de *Azadirachta indica* 41,5 g/L et de *Jatropha curcas* 59,1 g/L ont été plus toxiques que les insecticides Décis et Cypercal. Par ailleurs, les extraits aqueux, de pâtes de feuilles de jatropha 67 g/L et de feuilles de *Azadirachta indica* 67 g/L ont une toxicité similaire au Décis et au Cypercal. Ces extraits aqueux de *Azadirachta indica* et de *Jatropha curcas* peuvent donc substituer les pesticides Décis et Cypercal dans la lutte contre *Plutella xylostella*.

**Mots clés :** *Azadirachta indica*, *Jatropha curcas*, extraits aqueux, *Plutella xylostella*, toxicité.

## ABSTRACT

CONTACT TOXICITY OF AQUEOUS EXTRACTS OF *AZADIRACHTA INDICA* A. JUSS AND *JATROPHA CURCAS* L. ON *PLUTELLA XYLOSTELLA* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Cabbage moth *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) is a major pest of crucifers in the tropics and subtropics. Their larvae feed on cabbage and reduced cabbage yield despite the application of pesticides. The objective of this study was to determine the contact toxicity effect of aqueous extracts of *Azadirachta indica* and *Jatropha curcas* on the second instar larvae of *P. xylostella*. The toxicity of the various treatments of *Azadirachta indica* and *Jatropha curcas* seeds and leaves powders aqueous extracts were evaluated by determining the LC50 on 24 hours and by the toxicity effect of each treatment after 72 hours. The results showed that the seeds powders aqueous extracts of *Azadirachta indica* 41.5 g/L and of *Jatropha curcas* 59.1 g / L were more toxic than the pesticides Decis and Cypercal on *Plutella xylostella*. Moreover, *Jatropha curcas* and *Azadirachta indica* leaves aqueous extracts 67 g / L have similar toxicity with Decis and Cypercal. The aqueous extracts of *Azadirachta indica* and *Jatropha curcas* can be used against *Plutella xylostella*.

**Key words:** *Azadirachta indica*, *Jatropha curcas*, aqueous extracts, *Plutella xylostella*, toxicity.

## INTRODUCTION

La teigne des crucifères *Plutella xylostella* (Linné, 1758) (Lepidoptera : Plutellidae) est le ravageur le plus important des plantes de la famille des crucifères du genre *Brassica* dans le monde (Seenivasagan et Paul, 2011 ; Diabaté *et al.*, 2014). C'est une espèce spécialiste, oligophage, attirée par les glucosinolates caractéristiques des Brassicacées. Elle a une grande capacité d'adaptation à une large gamme de températures (5 à 35°C) (Ansari *et al.*, 2010). La prolifération des larves de *P. xylostella* est favorisée par leur cycle de vie court, avec 20 générations par an, en région tropicale (Vickers *et al.*, 2004) et par la grande capacité des femelles à se reproduire (Guilloux *et al.*, 2003). La population de *P. xylostella* augmente de façon importante après un mois de culture, atteignant 40 larves par plant et par semaine (Guilloux *et al.*, 2003). Les femelles pondent des œufs isolément ou groupés sur la face inférieure des feuilles des crucifères. Les larves, issues de ces œufs se développent en passant par 4 stades larvaires. Quatre à huit jours après l'éclosion, les larves néonates atteignent le stade L1. Elles creusent des galeries dans le parenchyme foliaire de la plante dans lequel elles vivent en mineuses. Au stade L2, les larves sont de couleur jaune ivoire avec une capsule céphalique noire et mesurent de 2 à 3 mm de long (Chua et Lim, 1979). Elles se nourrissent de l'épiderme des feuilles formant des « fenêtres » caractéristiques de l'espèce (Chua et Lim, 1979). Lors de la pommaison, elles perforent les jeunes feuilles pommées et elles réduisent considérablement le rendement et la qualité marchande du chou (Ansari *et al.*, 2010 ; Diabaté *et al.*, 2014). Dès ce stade, elles vivent sur la face inférieure des feuilles et se laissent tomber de la plante en se suspendant par un fil de soie lorsqu'elles se sentent menacées (Collingwood *et al.*, 1984). Au stade L3, elles sont de couleur jaune-brun, à pilosité plus visible. La capsule céphalique est brun clair à brun foncé. Au stade L4, les larves sont d'un vert vif et peuvent mesurer 8 mm de longueur. Les nymphes, d'une longueur de 5 à 12 mm, de couleur vert claire au début du stade nymphal, brunissent progressivement à l'approche de la mue imaginale. Elles se fixent à la face inférieure des feuilles dans un cocon de soie transparent dans lequel elles effectuent la nymphose (Collingwood *et al.*, 1984 ; Dugravot, 2004).

La lutte contre *P. xylostella* est difficile du fait

de la résistance qu'il développe aux pesticides (Kirsch et Schmutterer, 2009 ; Zhao *et al.*, 2006). Les larves développent des mécanismes physiologiques, biochimiques ou anatomiques leur permettant de réduire les effets des produits appliqués sur les cultures. Ces mécanismes disparaissent ensuite lors de la nymphose, durant laquelle de nouvelles structures et de nouveaux mécanismes adaptés à la vie imaginale se mettent en place (Dugravot, 2004). Elles infestent et causent 2,5 % de perte de récolte malgré l'application des pesticides au niveau des cultures des crucifères du genre *Brassica* (Mohan et Gujar, 2003). Dans certaines régions du monde (Europe, Amérique et Afrique) ces pertes de récolte peuvent atteindre plus de 90 % (Cartea *et al.*, 2009 ; Zalucki *et al.*, 2012). Ainsi, pour le contrôle de *P. xylostella*, les maraîchers utilisent de façon abusive les pesticides dont le coût est plus d'un milliard de dollar US\$ par an (Grzywacz *et al.*, 2010). Le coût des pesticides représente 30 à 50% des coûts de production (Zalucki *et al.*, 2012). Cette utilisation intensive a conduit à un développement de la résistance de *P. xylostella* à une large gamme de pesticides chimiques (Zhao *et al.*, 2006 ; Pu *et al.*, 2010 ; Neto *et al.*, 2016 ; Shen *et al.*, 2020), notamment les cyperméthrines (Sayyed et Wright, 2006 ; Nehare *et al.*, 2010). De plus, de graves dommages sont causés aux ennemis naturels de ce ravageur (Shi *et al.*, 2004b). Des bio-essais ont montré que de nombreux pesticides notamment, les indoxacarbés n'agissent pratiquement que par contact sur les larves de *P. xylostella* (Liu *et al.*, 2003). En outre, les populations de *P. xylostella* collectées dans les champs en Malaisie (Sayyed et Wright, 2006) et au Pakistan (Khaliq *et al.*, 2007) ont présenté une résistance importante aux cyperméthrines et aux deltaméthrines par rapport aux non traités élevés au laboratoire. Les CL50 sont passées de 0,19 à 1,88 mg/L pour la cyperméthrine et de 0,31 à 2,64 mg/L pour la deltaméthrine. Les travaux de Zhao *et al.* (2006) ont également montré que la résistance des populations du champ de *P. xylostella* augmente progressivement. La présente étude vise à rechercher des produits alternatifs, biodégradables et non nocifs à l'environnement, compatibles avec la gestion intégrée des ravageurs. Ainsi, l'objectif général de ce travail est d'évaluer l'efficacité des extraits aqueux de poudres de grains et de pâtes feuilles de neem *Azadirachta indica* A. Juss et de *Jatropha curcas* L. par contact sur les larves de *Plutella xylostella*.

## MATERIEL ET METHODES

### PREPARATION DES DIFFERENTES CONCENTRATIONS DES INSECTICIDES ET DES BIOPESTICIDES

Pour les tests par contact au laboratoire, les solutions mères des insecticides (Décis T4 et Cypercal T7) et des biopesticides (extrait aqueux de poudres de grains de neem 41,5 g/L, extrait aqueux de poudres de grains de jatropha 59,1 g/L, extraits aqueux de pâtes de feuilles de neem 100 g/L et extrait aqueux de pâtes de feuilles de jatropha 67 g/L) sont diluées pour obtenir pour chaque produit deux autres

concentrations (Tableau 1) en utilisant la formule :  $C_1V_1 = C_2V_2$  (Gupta *et al.*, 2011), où  $C_1$  : concentrations de la première solution,  $C_2$  : concentrations de la seconde solution,  $V_1$  : volume de la première solution et  $V_2$  : volume de la seconde solution. De plus, les extraits aqueux T et T' ont été préparés pour les tests au laboratoire afin d'évaluer l'effet synergique des extraits aqueux de plantes. En effet, l'extrait aqueux T est constitué du mélange d'un litre d'extrait aqueux de poudres de grains de jatropha 59,1 g/L et d'un litre d'extrait aqueux de pâtes de feuilles de neem 67 g/L (V/V). Quant à l'extrait T', il est composé du mélange d'un litre d'extrait aqueux de poudres de grains de jatropha 36,9 g/L et d'un litre d'extrait aqueux de pâtes de feuilles de neem 67 g/L (V/V).

**Tableau 1** : Différentes concentrations des biopesticides et insecticides utilisés pour les tests au laboratoire.

*Different concentrations of biopesticides and insecticides used for bioassays.*

Extrait aqueux de neem		Extrait aqueux de jatropha		Insecticide	
Graines	Feuilles	Graines	Feuilles	Décis	Cypercal
41,5 g/L (T1)	100 g/L (T'3)	59,1 g/L (T2)	67 g/L (T8)	0,042 g/L (T4)	0,13 g/L (T7)
25,9 g/L (T5)	67 g/L (T3)	36,9 g/L (T6)	50 g/L (T'8)	0,025 g/L (T'4)	0,10 g/L (T'7)
10,3 g/L (T''1)	35 g/L (T''3)	14,7 g/L (T''2)	35 g/L (T''8)	0,016 g/L (T''4)	0,06 g/L (T''7)

T1: Poudres de grains de neem 41,5 g/L ; T5 : Poudres de grains de neem 25,9 g/L ; T'' : Poudres de grains de neem 10,3 g/L ; T'3 : Pâtes de feuilles de neem 100 g/L ; T3 : Pâtes de feuilles de neem 67 g/L ; T3 : Pâtes de feuilles de neem 35 g/L ; T2: Poudres de grains de jatropha 59,1 g/L ; T6: Poudres de grains de jatropha 36,9 g/L ; T''2: Poudres de grains de jatropha 14,7 g/L ; T8 : Pâtes de feuilles de jatropha 67 g/L ; T'8 : Pâtes de feuilles de jatropha 50 g/L ; T''8 : Pâtes de feuilles de jatropha 35 g/L , Décis : T4 : 0,042 g/L de deltaméthrine, T'4 : 0,025 g/L de deltaméthrine ; T''4 : 0,016 g/L de deltaméthrine Cypercal : T7 : 0,13 g/L de cyperméthrine ; T'7 : 0,10 g/L de cyperméthrine ; T''7 : 0,06 g/L de cyperméthrine

### COLLECTE DES LARVES *PLUTELLA XYLOSTELLA* AU STADE L2

Les larves de *Plutella xylostella*, utilisées pour les tests de toxicité par contact au laboratoire, ont été prélevées au stade L2 (deuxième stade larvaire) sur les parcelles expérimentales de choux non traitées. Le choix des larves de *P. xylostella* au stade L2 est dû au fait que celles-ci performent les jeunes feuilles pommées et réduisent considérablement le rendement et la qualité marchande du chou.

### TEST DE TOXICITE PAR CONTACT AU LABORATOIRE

Cette étude a été réalisée au laboratoire à l'Institut National polytechnique Félix Houphouët-Boigny pour mettre en évidence l'activité insecticide des extraits aqueux de neem et de jatropha, et des insecticides Décis et Cypercal par leur toxicité par contact. Cette

toxicité des différents traitements a été évaluée par la détermination des CL50 en 24 heures et par la toxicité de chaque traitement au bout de 72 heures. Les tests ont été effectués à une température de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  et à une humidité relative  $75 \pm 5\%$ .

Des lots de 20 larves de *P. xylostella* ont été imprégnés avec 250  $\mu\text{l}$  des différents produits à différentes concentrations auxquels 1 ml d'eau distillée a été ajouté dans chaque boîte de Pétri pendant 10 secondes. Cette dilution des différents produits a facilité l'application homogène des matières actives sur les larves (Diabaté & Tano, 2014 ; Shen *et al.*, 2020). Chaque lot de larves traitées a été ensuite transféré sur du papier whatmann pour absorber le produit supplémentaire. Après 30 minutes de séchage, les vingt larves ont été placées dans une nouvelle boîte de Pétri (9 cm de diamètre, 1,5 cm de hauteur) contenant un disque de 9 cm de papier whatmann sur lequel est placé un disque de feuille de chou non traitée de 5 cm de

diamètre (Liu *et al.*, 2003 ; Shao *et al.*, 2013 ; Shen *et al.*, 2020). Ce disque de chou sert de nourriture aux larves (Liu *et al.*, 2003, Diabaté &Tano, 2014 ; Shen *et al.*, 2020). La mortalité des larves est notée chaque 24 heures pendant trois jours. Chaque traitement comprend 3 répétitions. Pour chaque produit, trois concentrations différentes sont utilisées pour effectuer les tests.

Les taux de mortalité évalués par contact sont corrigés par la formule d'Abbott (1925) comme recommandé par la FAO et l'OMS dans les tests effectués avec des insecticides :

Mc = x 100, avec :

$$Mc = \frac{Mo - Me}{100 - Me} \times 100$$

Mc : mortalité corrigée (%),

Mo : mortalité observée pour chaque test (%) ;

Me : moyenne de la mortalité observée pour le témoin (eau distillée) (%).

La concentration létale 50 (CL50) et le rapport CL50/CU sont déterminés pour chaque produit en 24 heures. Le biopesticide ou l'insecticide est d'autant plus efficace que le rapport CL50/CU est faible.

CL50 : Concentration en g/L de l'insecticide ou du biopesticide nécessaire pour tuer la moitié de la population initiale des insectes en 24 heures ;

CU : Concentration en g/L de l'insecticide ou du biopesticide utilisé au champ.

#### TRAITEMENTS STATISTIQUES

Deux types de logiciels ont été utilisés pour

traiter les résultats obtenus. Il s'agit des logiciels STATISTICA, version 7.1 (2005) et XLSTAT 2013. Le taux de mortalité de *P. xylostella* pour les différents traitements a été soumis à une analyse de variance (ANOVA effet principaux) au seuil de 5 % et les moyennes discriminées avec le test de Newman-Keuls (NK) à l'aide du logiciel STATISTICA, version 7.1 (2005). La méthode de Finney (1971) basée sur l'analyse probit utilisant le logiciel XLSTAT 2013 a permis la détermination de la CL50 en 24 heures à partir des mortalités corrigées par la formule d'Abbott (1925).

## RESULTATS

### CONCENTRATION LETALE 50 (CL50) PAR CONTACT

Les CL50 par contact des insecticides Décis et Cypercal sont respectivement 0,06 et 0,14 g/L. Celles des extraits aqueux de poudres de grains de neem, de poudres de grains de jatropha, de pâtes de feuilles de neem, et de pâtes de feuilles de jatropha sont respectivement 35,57 ; 73,63 ; 114,03 et 107,83 g/L. Par ailleurs, le rapport CL50/CU montre que le Cypercal a une toxicité supérieure à celles des extraits aqueux de feuilles et de grains de neem et de jatropha en 24 heures. Par contre, les extraits aqueux de poudres de grains de neem et de jatropha sont plus toxiques par contact que le Décis sur les larves de *P. xylostella*. Quant au Décis, il est plus toxique que les extraits aqueux de pâtes de feuilles de jatropha et les extraits aqueux de pâtes de feuilles de neem. Les extraits aqueux de pâtes de feuilles de neem sont les moins toxiques par contact sur les larves de *P. xylostella* (Tableau 2).

**Tableau 2** : Classement par ordre décroissant d'efficacité des biopesticides à base de neem et de jatropha, et des insecticides Décis et Cypercal sur les larves de *P. xylostella* (stade L2) dans le test de toxicité par contact.

*Ranking in decreasing order of effectiveness of biopesticides based on neem and jatropha, and pesticides Decis and Cypercal on P. xylostella larvae (stage L2) in contact toxicity test.*

Ordre d'efficacité	Traitement	CL50 en 24 h par contact (g/L)	Concentration utilisée (g/L) pour les essais (CU)	CL50/CU
1	Cypercal	0,14	0,13	1,07
2	Extrait aqueux de poudres de grains de jatropha	42,44	36,9	1,15
3	Extrait aqueux de poudres de grains de neem	35,57	25,9	1,37
4	Décis	0,06	0,042	1,42
5	Extrait aqueux de pâtes de feuilles de jatropha	107,83	67	1,61
6	Extrait aqueux de pâtes de feuilles de neem	114,03	67	1,70

CL50 : Concentration en g/L de l'insecticide ou du biopesticide nécessaire pour tuer la moitié de la population initiale des insectes en 24 heures

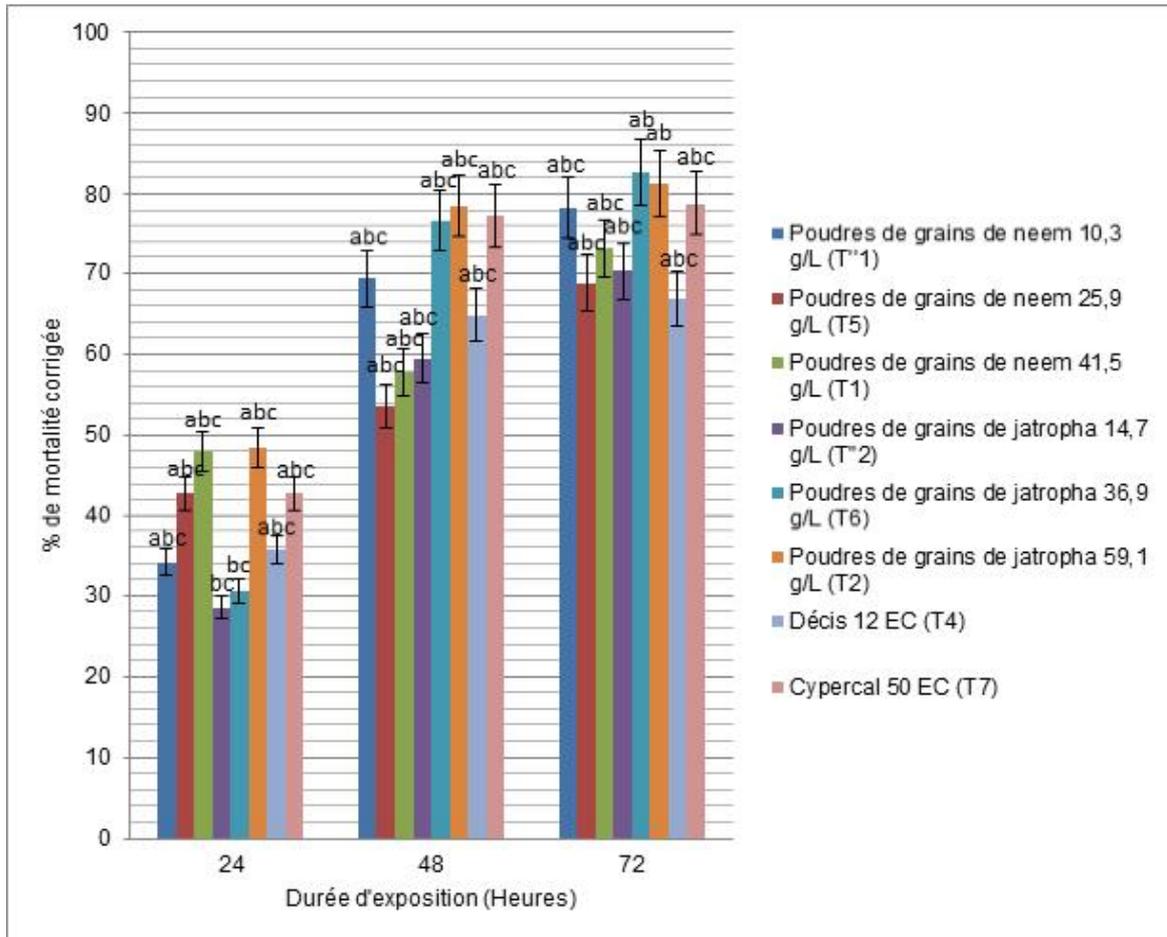
CU : Concentration en g/L de l'insecticide ou du biopesticide utilisé au champ.

#### EVALUATION DE LA TOXICITE DES EXTRAITS AQUEUX DE POUDRES DE GRAINS DE NEEM ET DE JATROPHA SUR LES LARVES DE *P. XYLOSTELLA* PAR CONTACT

Le premier jour, les taux de mortalité des larves de *P. xylostella* par contact avec les extraits aqueux de poudres de graines de neem et de jatropha sont compris entre 28 et 50 %. Les taux de mortalité des larves de *P. xylostella* par contact sont statistiquement identiques pour les insecticides Décis et Cypercal, les extraits aqueux de poudres de grains de neem 10,3 ; 25,9 ; 41,5 g/L et pour l'extrait aqueux de poudres de grains de jatropha 59,1 g/L. Ces taux de mortalité sont plus élevés que ceux des extraits aqueux de poudres de grains de jatropha 14,7 et 36,9 g/L. Le deuxième jour, les taux de

mortalité des larves de *P. xylostella* par les insecticides Décis et Cypercal, et les extraits aqueux de poudres de grains de neem et de jatropha sont statistiquement identiques. Les taux de mortalité sont compris entre 62 et 80 %. Le troisième jour, les extraits aqueux de poudres de grains de jatropha 36,9 g/L et 59,1 g/L présentent les taux de mortalité les plus élevés par contact par rapport aux autres extraits aqueux testés et par rapport aux insecticides Décis et Cypercal. Leurs taux de mortalité sont respectivement 81,39 % et 82,68 %. Par ailleurs, les extraits aqueux de poudres de grains de jatropha 14,7 g/L, les extraits aqueux de poudres de grains de neem et les insecticides Décis et Cypercal causent des taux de mortalité similaires par contact (Figure 1).

Ces résultats montrent donc que les larves de *P. xylostella* sont plus sensibles aux extraits aqueux de poudres de grains de jatropha 36,9 g/L et 59,1 g/L par contact que les insecticides Décis et Cypercal. Par ailleurs, tous les autres extraits aqueux de poudres de grains de neem ou de jatropha ont une toxicité similaire aux insecticides Décis et Cypercal sur *P. xylostella* par contact.



**Figure 1** : Effet par contact des insecticides et d'extraits aqueux de poudres de grains de neem et de jatropha sur les larves de *P. xylostella*.

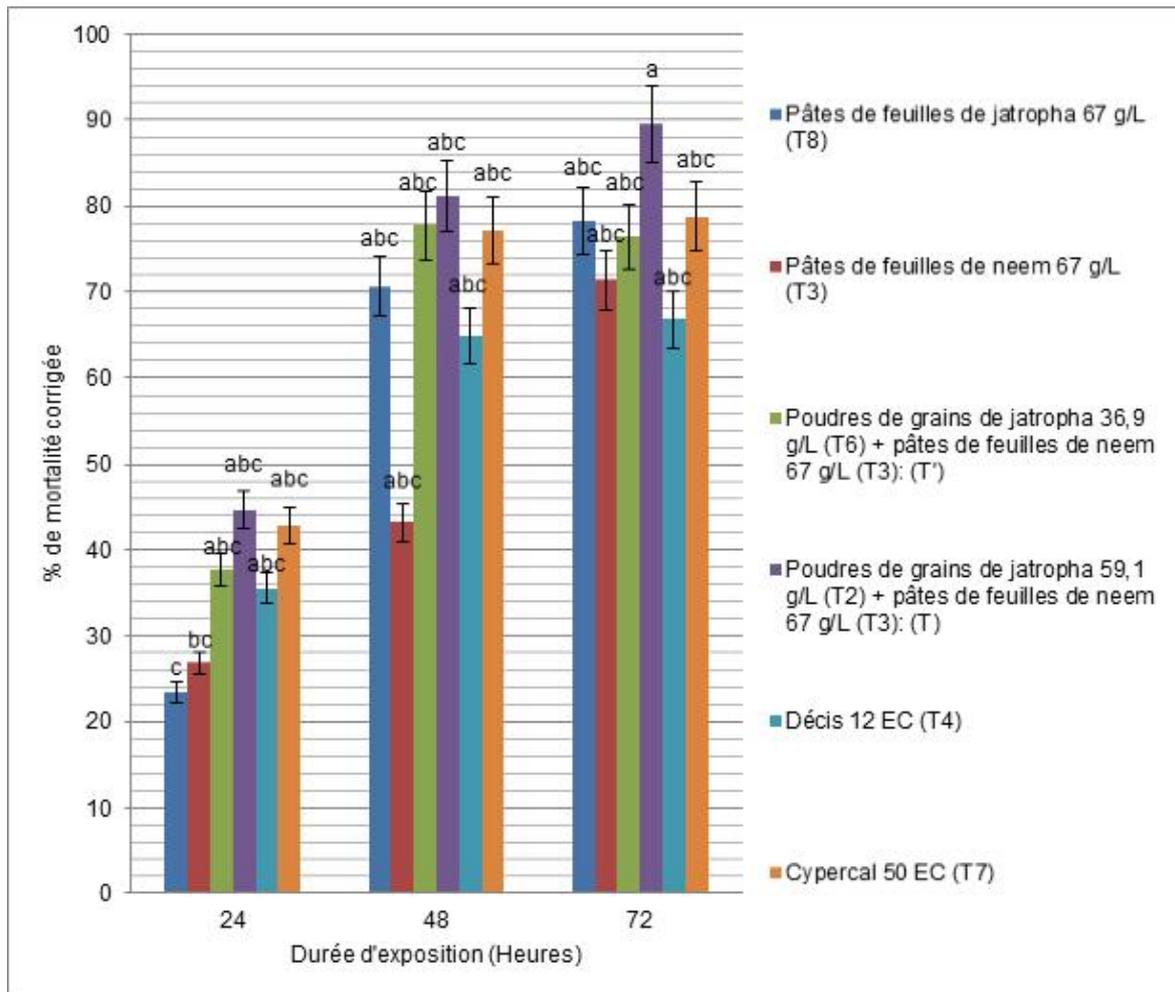
Contact effect of insecticides and aqueous extracts of neem and jatropha seed powders on *P. xylostella* larvae.

#### EFFETS DES EXTRAITS AQUEUX DE PÂTES DE FEUILLES DE NEEM ET DE JATROPHA, ET DU MELANGE DES EXTRAITS AQUEUX DE PÂTES DE FEUILLES DE NEEM ET DE POUDRES DE GRAINS DE NEEM

Les taux de mortalité des larves de *P. xylostella* traitées avec les insecticides Décis et Cypercal, les extraits aqueux de pâtes de feuilles de neem 67 g/L et de jatropha 67 g/L, et les extraits aqueux T et T' sont compris entre 22 et 46 % le premier jour. Les extraits aqueux T et T' ont la même efficacité que les insecticides Décis et Cypercal par contact. Par ailleurs, ces traitements sont plus toxiques par contact que les extraits aqueux de pâtes de feuilles, de neem

67 g/L et de jatropha 67 g/L (23,39 %).

Le deuxième jour, les taux de mortalité des larves de *P. xylostella* par contact sont compris entre 42 et 82 %. Les extraits aqueux T, T' et les extraits aqueux de pâtes de feuilles de neem et de jatropha 67 g/L causent des taux de mortalité similaires au Décis et au Cypercal. Au bout de trois jours, les taux de mortalité des larves de *P. xylostella* par contact sont compris entre 66 et 90 %. Le plus fort taux de mortalité des larves est obtenu avec l'extrait aqueux T. Par ailleurs, les extraits aqueux, de pâtes de feuilles de neem 67 g/L et de jatropha 67 g/L, et l'extrait aqueux T'ont une efficacité similaire au Décis et au Cypercal (Figure 2).



**Figure 2** : Effet par contact des insecticides et d'extraits aqueux de pâtes de feuilles de neem, de poudres de grains et de pâtes de feuilles de jatropha sur les larves de *P. xylostella*.

*Contact effect of insecticides and aqueous extracts of neem and jatropha leaves, and of jatropha grain powders on *P. xylostella* larvae.*

## DISCUSSION

Cette étude a montré que les extraits aqueux de neem et de jatropha, et les insecticides Décis et Cypercal exercent une activité insecticide par leur toxicité sur les larves de *P. xylostella* par contact. L'efficacité des insecticides Décis et Cypercal et des extraits aqueux de neem et de jatropha par contact serait liée à leur activité neurotoxique. Les substances actives des insecticides et des extraits aqueux de neem et de jatropha pénètrent dans le corps des insectes par les cuticules et provoqueraient des effets toxiques au niveau des insectes (Senthil-Nathan *et al.*, 2008 ; Diabaté & Tano, 2014 ; Diabaté *et al.*, 2014).

L'efficacité des extraits aqueux de poudres de

grains de neem par contact serait liée à la forte concentration et à la persistance des métabolites secondaires à effets insecticides des grains *A. Azadirachta* au niveau de la cuticule des insectes (Diabaté & Tano, 2014). Ces métabolites pénétreraient facilement dans le corps des insectes par contact via la cuticule et causeraient des effets létaux. Ils réduisent la libération de phosphore pour le métabolisme énergétique, le taux de transport des métabolites, et inhibent l'activité de l'adénosine triphosphatase (ATPase) et celle de l'acétylcholinesterase (AChE) chez les insectes (Senthil-Nathan *et al.*, 2008). Cela pourrait être la cause de l'activité insecticide de l'extrait aqueux de neem sur les insectes. L'azadirachtine serait un perturbateur majeur de la croissance et du développement des insectes

par l'inhibition de leur système endocrinien. Cela concorde avec les travaux de Mordue-Luntz et Nisbet (2000) qui ont montré que l'azadirachtine inhibe la biosynthèse des ecdystéroïdes par l'inhibition de l'hormone prothoracicotrope (PTTH), un polypeptide produit par les cellules du cerveau neurosécréteurs des insectes qui est responsable de la production d'ecdysone par les glandes prothoraciques. Lorsque l'azadirachtine pénètre dans le corps de la larve, il est médié par sa liaison au récepteur de l'ecdysone (EcR), en présence d'un partenaire hétérodimère, protéine ultraspiracle (Usp) (Orlowski *et al.*, 2004 ; Zhao *et al.*, 2014). L'activité de l'ecdysone est supprimée et la larve est incapable de muer et reste au stade larvaire et, finit par mourir (Zhao *et al.*, 2014). La faible toxicité de l'extrait aqueux de feuilles de neem par rapport à celles de l'extrait aqueux de grains de neem s'expliquerait par la faible concentration des métabolites secondaires toxiques dans les feuilles par rapport aux graines.

Les extraits aqueux de jatropha sont toxiques par contact. La toxicité des extraits aqueux de jatropha serait liée à la présence de métabolites primaires et secondaires à effets insecticides dans ces extraits. Les extraits de grains de jatropha contiennent la curcine à activité lectinique, le phorbol ester (Li *et al.*, 2010), l'inhibiteur de la trypsine et des saponines (Devappa *et al.*, 2010). Ces composés toxiques des extraits aqueux de *J. curcas* auraient un impact négatif sur la biologie des insectes et seraient responsables de la mortalité des larves et des adultes des insectes. La toxicité des extraits aqueux de pâtes de feuilles de jatropha est liée à la présence de terpénoïdes, de flavonoïdes, de tannins, de saponines, des composés phénoliques et de la curcine dans les feuilles (Devappa *et al.*, 2010). De plus, elles sont plus riches en saponines que les grains de jatropha (Jide-Ojo, 2013). Les saponines sont amers et constituent des facteurs antinutritionnels pour les insectes pour les insectes (Nesseim *et al.*, 2012). Leur ingestion provoquerait des retards de croissance et une valeur énergétique réduite de la ration (Nesseim *et al.*, 2012). La faible toxicité des extraits aqueux de poudres de grains de jatropha par contact au bout de 24 s'expliquerait aussi par la faible quantité de l'ester de phorbol qui agirait en synergie avec la curcine et amplifierait la toxicité de la curcine. Par ailleurs, la curcine est une N-glycosidase à faible liaison cellulaire et est plus concentrée dans les grains (Devappa

*et al.*, 2010 ; Jide-Ojo, 2013), ce qui rendrait l'extrait aqueux de poudres de grains de jatropha moins toxique par contact en 24 heures. Cependant, au bout de 72 heures, une quantité suffisante de curcine et de terpénoïdes (ester de phorbol) a pu pénétrer par la cuticule et engendrerait la mort de *P. xylostella* par contact. Selon Solsoloy (1993), les extraits aqueux de poudres de grains de jatropha sont très toxiques par contact sur de nombreux insectes du cotonnier et empêchent la métamorphose chez les insectes. Selon Goel *et al.* (2007), les esters de phorbol s'intercalent dans la membrane cellulaire par le biais de récepteurs dont l'occupation active de la protéine kinase C (PKC) présente dans tous les tissus mais plus concentrée dans les tissus neuronaux des insectes. L'activation la protéine kinase C conduit à la prolifération et à la différenciation cellulaire qui se manifestent par une inflammation (Goel *et al.*, 2007).

## CONCLUSION

Les extraits aqueux de neem et de jatropha, et les insecticides Décis et Cypercal exercent une activité insecticide par leur toxicité par contact. Les larves de *P. xylostella* sont plus sensibles aux extraits aqueux de poudres de grains de *Azadirachta indica* 41,5 g/L et de *Jatropha curcas* 59,1 g/L par contact que les insecticides Décis et Cypercal. Ces extraits aqueux causent plus de 70 % de mortalité des larves de *P. xylostella* au stade L2 en 72 heures. Le plus fort taux de mortalité des larves est obtenu avec l'extrait aqueux T. Par ailleurs, les extraits aqueux, de pâtes de feuilles de jatropha 67 g/L, de pâtes de feuilles de neem 67 g/L ont une efficacité similaire au Décis et au Cypercal. Ces extraits aqueux de neem et de jatropha peuvent donc substituer les pesticides Décis et Cypercal dans la lutte contre *P. xylostella*.

## REFERENCES

- Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18 : 265 - 267.
- Ansari M. S., T. Ahmad and H. Ali. 2010. Effect of Indian mustard on feeding, larval survival and development of *Plutella xylostella* at constant temperatures. *Entomol. Res.* 40: 182 - 188.

- Cartea M. E., G. Padilla, M. Vilar et Velasc P. 2009. Incidence of the major *Brassica* pests in northwestern Spain. *J. Econ. Entomol.* 102 : 767 - 773.
- Chua T. H. and B. H. Lim. 1979. Distribution pattern of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on choy-sum plants. *Z. Angewandte Entomol.* 88 : 170 - 175.
- Collingwood E. F., L. Bourdouxhe et M. Defrancq. 1984. Les principaux ennemis de cultures maraichères au Sénégal. 2<sup>e</sup> édition, CDH-Dakar, Sénégal : pp 1 - 95.
- Devappa R. K., H. P. S. Makkar and R. K. Becker. 2010. *Jatropha* toxicity-A Review. *J. toxicol. Environ. Health Part B.* 13 (6) : 476 - 507.
- Diabaté D., A.J. Gnago and Y. Tano. 2014. Toxicity, antifeedant and repellent effect of *Azadirachta indica* (A. Juss) and *Jatropha curcas* L. aqueous extracts against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Basic. Appl. Sci. Res.* 4 (11) :51 - 60.
- Diabaté D. and Y. Tano. 2014. Biopesticide Efficacy of Aqueous Extracts of *Jatropha curcas* L. and *Azadirachta indica* (A. Juss) on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on field in Côte d'Ivoire. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 4 (9) : 183 - 190.
- Dugravot S. 2004. Les composés secondaires soufrés des *Allium* : rôle dans les systèmes de défense du poireau et actions sur la biologie des insectes. Thèse de Doctorat, France : 41 - 61.
- Goel G., H. P. S. Makkar, G. Francis and K. Becker. 2007. Phorbol esters: structure, biological activity, and toxicity in animals. *Int. J. Toxicol.* 26 (4) : 279 - 288.
- Grzywacz D., A. Rossbach, A. Rauf, D. A. Russel, R. Srinivasan and A.M. Shelton. 2010. Current control methods for diamondback moth and other brassica insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant Bt vegetable brassicas in Asia and Africa. *Crop Prot.* 29: 68-79.
- Guilloux T., R. Monnerat, M. Castelo-Branco, A. Kirk and D. Bordat. 2003. Population dynamics of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae) and its parasitoids in the region of Brasilia. *J. Appl. Entomol.* 127: 288-292.
- Gupta S., Jafar S., Jaiwal V., Raman Singh P., Maithani M. 2011. Review on titrimetric Analysis. *Int. J. Comprehensive Pharm.* 2: 1-6.
- Jide-Ojo C. C., T. Daniel, D. T. Gungula, O. O. Ojo. 2013. Extracts of *Jatropha curcas* L. exhibit significant insecticidal and grain protectant effects against maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Stored Prod. Postharvest Res.* 4(3): 44-50.
- Khaliq A.M., N.R. Attique and A. Sayyed. 2007. Evidence for resistance to pyrethroids and organophosphate in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) from Pakistan. *Bull. Entomol. Res.* 97 : 191-200.
- Kirsch K. and H. Schmutterer. 2009. Low efficacy of a *Bacillus thuringiensis* (Berl.) formulation in Controlling the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), in the Philippines. *J. Appl. Entomol.*, 105: 249-255.
- Li C-Y., J.-X. Devappa, J.-M. Lv, Lui, H. P. S. Makkar and K. Becker. 2010. Toxicity of *Jatropha curcas* phorbol esters in mice. *Food Chem. Toxicol.* 48: 620-625.
- Mohan M. and G. T. Gujar. 2003. Local variation in susceptibility of the diamondback moth, *P. xylostella* (L.) to insecticides and detoxification enzymes. *Crop Prot.* 22: 495-504.
- Mordue-Luntz A. J. and A. J. Nisbet. 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *An. Soc. Entomol. Bras.* 29: 615-632.
- Nehare S., B. S. Ghodki, G. K. Lande, V. Pawade, A.S. Thakare. 2010. Inheritance of resistance and cross resistance pattern in indoxacarb-resistant diamondback moth *Plutella xylostella* L. *Entomol. Res.* 40: 18-25.
- Nesseim T. D. T., M. Fillet, G. Mergeai, A. Dieng and L. Jean- Hornick. 2012. Principes toxiques, toxicité et technologie de détoxification de la graine de *Jatropha curcas* L. (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 16(4): 531-269.
- Neto J. E. L., M. H. P. Amaral, Siqueira H. A. A., R. Barros, P. A. F. Silva. 2016. Resistance monitoring of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) to risk-reduced insecticides and cross resistance to spinetoram. *Phytoparasitica.* 44: 631-640.
- Orlowski M., M. Szyszka and A. Kowalska. 2004. Plasticity of the Ecdysone Re-ceptor DNA Binding Domain[J]. *Mol. Endocrinol.* 18(9): 2166-2184.
- Pu X., Y. H. Yang, S. W. Wu and Y. D. Wu. 2010. Characterization of abamectin resistance in a field-evolved multi-resistant population of *Plutella xylostella*. *Pest Manag. Sci.* 66: 371-378.

- Sayed A. H. and D. J. Wright. 2006. Genetics and evidence for an esterase associated mechanism of resistance to Indoxacarb in field population of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Pest Manag. Sci.* 62: 1045-1051.
- Seenivasagan T. and N.A.V. Paul. 2011. Electroantennogram and flight orientation response of *Costesia plutallae* to hexane extract of cruciferous host plants and larvae of *Plutella xylostella*. *Entomol. Res.* 41: 7-17.
- Senthil-Nathan S., M.-Y. Choi, C. H. Paik, H. Y. Seo, K. Kalaivani, J. D. Kim. 2008. Effects of azadirachtin on acetylcholinesterase (AChE) activity and history of the Brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae). *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 70: 244-250.
- Shao Z. R., X. Feng, S. Li, Z. Y. Li, J. D. Huang, H. Chen and Z. D. Hu. 2013. Guideline for Insecticide Resistance Monitoring of *Plutella xylostella* (L.) on Cruciferous Vegetables; China Agriculture Press: Beijing.
- Shen J., Z. Li, D. Li, R. Wang, S. Zhang, H. You and J. Li. 2020. Biochemical Mechanisms, Cross-resistance and Stability of Resistance to Metaflumizone in *Plutella xylostella*. *Insects.* 11: 311-320.
- Shi Z-h., S-j. Guo S-j., W-c. Lin and S-s. Liu. 2004. Evaluation of selective toxicity of five pesticides against *Plutella xylostella* (Lepidoptera) and their side-effects against *Cotesia plutellae* (Hym: Braconidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hym: Eulophidae). *Pest Manag. Sci.* 60: 1213-1219.
- Solsoloy A.D. 1993. Insecticidal efficacy of the formulated product and aqueous extract from physic nut, *Jatropha curcas* L. seed kernel oil on cotton insect pests. *J. Cotton Res. Dev.* 6: 28-34.
- Vickers R. A., M. J. Furlong, A. White and J. K. Pell. 2004. Initiation of fungal epizootics in Diamondback moth populations within a large field cage: proof of concept of auto-dissemination. *Entomol. Exp. Appl.* 111: 1-17.
- Zalucki M. P., A. Shabbir, R. Silva, D. Adamson, S. S. Liu and M. J. Furlong. 2012. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella*: Just how long is a piece of string? *J. Econ. Entomol.* 105: 1115-1129.
- Zhao J-c., T-m. Wu, L-h. Liu, Y. Wang and L. He. 2014. EcR-RNAi and azadirachtin treatments induced the abnormal proleg development in *Spodoptera litura*. *J. East China Normal University (Natural Science)*. 1: 133-141.
- Zhao J. Z., H. L. Collins, Y. X. Li, R. F. Mau, G. D. Thompson, M. Hertlein. 2006. Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad, indoxacarb and emamectinbenzoate. *J. Econ. Entomol.* 99: 176-181.