

Effet du mode de conservation de l'huile de *Jatropha curcas* L. sur son efficacité dans la lutte contre les principaux insectes ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. au Niger

Z. Abdoul Habou^{1,4}, T. Adam³, G. Mergeai², E. Haubruge¹ & F.J. Verheggen^{1*}

Key words: Conservation- Oil- *Jatropha curcas*- Insect pests- Cowpea- Insecticidal effect- Niger

Résumé

L'huile de *Jatropha curcas* possède une activité insecticide mise à profit par les agriculteurs nigériens. Dans cette étude, nous avons comparé l'activité insecticide de deux lots d'

huile conservés pendant 70 jours, l'un exposé à la lumière et l'autre conservée à l'obscurité. L'effet insecticide a été évalué dans un essai au champ avec trois concentrations (5, 10 et 15%) sur les principaux ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) et au laboratoire sur *Megalurothrips sjostedti* Trybon (Thysanoptère: Thripidae) à différentes doses d'huile brute (50, 100, 150 et 200 µl). Aucune différence d'effet insecticide n'a été mise en évidence entre les deux modes de conservation de l'huile, tant au laboratoire qu'au champ. Au champ, que soit le mode de conservation, les concentrations de 10% d'huile de *J. curcas* permettent une réduction de plus de 80% des population de thrips, pucerons, et punaises par rapport au témoin. Elles ont aussi permis, une augmentation de rendement en graines de 50%. La concentration de 15% donne un effet insecticide comparable à celui du produit de référence (deltaméthrine) mais induit des symptômes de phyto- toxicité sur les feuilles du niébé.

Summary

Influence of the Conservation Mode of *Jatropha curcas* L. oil on its Efficacy in the Control of Major Insect Pests of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in Niger

Jatropha curcas oil has an insecticidal activity harnessed by the farmers in Niger. In this study, we compared the insecticidal activity of two batches of oil conserved during 70 days, one exposed to light and the other kept in the dark. The insecticidal efficacy was evaluated in a field with three concentrations (5, 10 and 15%) trial on the main pests of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and in a laboratory test on *Megalurothrips sjostedti* Trybon (Thysanoptera: Thripidae) with different concentrations of crude oil (50; 100; 150 and 200 µl). No difference in insecticidal effect was found between the two modes of oil conservation, both in the laboratory and in the field. In the field, regardless of the mode of conservation, the concentrations of 10% of *J. curcas* oil enables a reduction of over than 80% of thrips, aphids, and bugs compared to the control. Its increased seeds yield more than 50%. The concentration of 15% gives an insecticidal effect comparable to that of the reference treatment (deltaméthrine) but induces phytotoxicity symptoms on the leaves of Cowpea.

Introduction

Jatropha curcas L. est un arbuste de la famille des Euphorbiacées originaire d'Amérique centrale. Le genre *Jatropha* est largement distribué dans les pays tropicaux (8). Les graines de *J. curcas* sont riches en huile utilisée comme biocarburant, ce qui

rend cette plante importante dans les perspectives de recherche d'énergies renouvelables. Outre son utilisation comme agocarburant, l'huile de *Jatropha* peut également être employée comme bio-pesticide (12). L'effet insecticide de l'huile de *J. curcas* a été démontré sur des insectes nuisibles du cotonnier

1 Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive, Gembloux, Belgique.

2 Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Unité de Phytotechnie de régions Tempérées et tropicales, Gembloux, Belgique.

3 Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, Niamey, Niger.

4 Institut national de recherche agronomique du Niger, Niamey/, Niger.

*Auteur correspondant : email : fverheggen@ulg.ac.be

(12), des foreurs de mil (11), les insectes des denrées stockées (2, 4, 5, 12) et sur les insectes ravageurs du niébé au champ (2, 9). A travers ces travaux, l'efficacité des molécules toxiques contenues dans l'huile de *J. curcas* a été démontrée sur *Helicoverpa armigera* Hübner (Lépidoptère: Noctuidae); *Aphis gossypii* Glover (Homoptère: Aphididae); *Callosobruchus chinensis* Linn, (Coléoptère: Bruchidae); *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coléoptère: Bruchidae); *Sitophilus zeamays* Linn (Coléoptère: Curculionidae); *Sesamia calamistis* Hampson (Lépidoptère: Noctuidae); *Busseola fusca* Fuller (Lépidoptère: Noctuidae) *Aphis craccivora* Koch (Homoptère: Aphididae); *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptère: Thripidae); *Clavigralla tomentosicollis* Stal (Hémiptère: Coreidae); *Riptortus dentipes* Fabricius (Hémiptère: Alydidae); *Anoplocnemis curvipes* Fabricius (Hémiptère: Coreidae) et *Mylabris senegalensis* Voigts (Coléoptère: Meloidae).

Cette étude vise à évaluer l'effet de deux modes de conservation (avec et sans exposition à la lumière) sur l'efficacité de l'huile de *J. curcas* dans la lutte contre les déprédateurs du niébé (*Vigna unguiculata*) en bio-essai au laboratoire et au champ.

Matériel et méthodes

Extraction et conservation de l'huile

L'huile est extraite à l'aide d'une presse mécanique à partir de dix kilogrammes de graines de *J. curcas*. Elle est répartie dans des flacons scellés en raison de 50 ml par flacon puis stockée selon deux modes de conservation: dans des flacons enroulés de papier aluminium et dans des flacons sans papier aluminium. La durée de conservation est de 70 jours.

Essai au laboratoire

Des doses de 0, 50, 100, 150 et 200 µl d'huile de *J. curcas* pour chaque mode de conservation ont été étalées sur du papier buvard dans des boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre selon la méthode de Boateng et Kusi (5). Le couvercle de chaque boîte est muni d'une ouverture de 3 cm de diamètre, garnie d'une toile afin de permettre l'aération des thrips. Chaque dose est répétée six fois. Dix thrips adultes récoltés à partir d'une pépinière de niébé infestée naturellement ont été introduits dans chaque boîte de Pétri. Le nombre d'insectes morts ou vivants a été dénombré après 2, 4, 6 et 8 heures. Un thrips est considéré comme mort lorsqu'il ne réagit pas au toucher par le pinceau. La mortalité moyenne de thrips est exprimée en

mortalité corrigée en tenant compte de la mortalité naturelle observée au sein du témoin, selon la formule d'Abott (1). Le calcul des doses létales 50 et 90 est réalisé à partir de l'équation linéaire de la régression logistique binaire avec le model probit (7).

Essai en plein champ

La formulation à base d'huile de *J. curcas* est composée de 50% d'huile, 30% d'éthanol à 96% et de 20% de gomme arabique (diluée à 10%). L'éthanol pur a un rôle stabilisateur tandis que la gomme arabique est un adjuvant pour fixer les molécules actives sur la plante. A partir cette solution 5, 10 et 15% d'huile ont été établies et l'activité insecticide de ces concentrations a été évaluée sur les principaux ravageurs du niébé et comparée à un témoin (eau + alcool+ gomme arabique) et à un insecticide de référence, la deltaméthrine (25 g/l) appliquée à la dose recommandée. Pour chaque concentration, 50 ml de produit sont apportés sur la parcelle de 25 m². Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher à quatre répétitions. Chaque parcelle est constituée de 10 plantes de niébé séparées de 1 m. Il n'y a pas eu de plants manquants dans les parcelles unitaires mais plutôt un développement non homogène des plants. Le matériel végétal utilisé est la variété TN 121-80, obtenue à la faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Les observations ont eu lieu, deux fois par jour: le matin de 8 à 10 heures et le soir de 16 à 18 heures. Les insectes ravageurs ont été évalués la veille du traitement, le troisième et le septième jour après le traitement. Les insectes ont été collectés comme suit:

-Pour les thrips *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptère: Thripidae): trois fleurs ont été collectées par plant et mises dans un flacon contenant l'éthanol à 70 °C. Le dénombrement de thrips est effectué sous une loupe binoculaire.

-Les punaises sont *Clavigralla tomentosicollis* Stal (Hémiptère: Coreidae); *Riptortus dentipes* Fabricius (Hémiptère: Alydidae) et *Anoplocnemis curvipes* Fabricius (Hémiptère: Coreidae). Le nombre des punaises est compté directement sur les plantes.

-Les pucerons: *Aphis craccivora* Koch (Homoptère: Aphididae): est compté sur 3 feuilles de chaque plant.

Résultats

Pendant la période de conservation d'huile de *J. curcas*, la température moyenne journalière est de 30±3 °C. L'humidité relative de l'air (HR%) varie de

25%±4 en juin à 46±2% en fin juillet. Elle est restée stable entre août et début septembre avec une moyenne hebdomadaire de 40±05%.

Essai au laboratoire

L'analyse de variance ne montre aucune différence significative quand à l'efficacité des modes de conservation (protégée ou non protégée contre la lumière) sur les thrips au seuil de 5%. Par contre des différences significatives de mortalité des thrips sont observées entre les doses. Les doses de 50 µl engendrent une mortalité de 38,3±0,70% et de 38,3±1,6% de thrips pour l'huile non protégée et protégée respectivement (Tableau 1).

La dose de 200 µl permet une mortalité de 70±1,7 et de 88,3±0,9% de thrips respectivement pour non protégée et protégée. Ces moyennes ne sont pas significativement différentes car elles appartiennent à un même groupe. Tel que soit le mode de conservation, la dose d'huile de *J. curcas* donne les mêmes effets de toxicité sur les thrips. La mortalité moyenne des thrips varie en fonction de la dose d'huile de *J. curcas* ($p < 0,05$). Il existe une relation linéaire entre la dose d'huile de *J. curcas* et la mortalité des thrips. Les doses létales (DL) 50 et 90 pouvant permettre une mortalité de 50 et 90% des thrips respectivement sont calculées à partir des

coefficients de régression donnés par la régression logistique binaire. Les résultats de l'analyse logistique binaire sont présentés dans le tableau 2.

Le signe (positif) des coefficients de régression β_1 montre que la variable nombre d'individus morts permet la création du model. L'odds ratio indique que si la dose d'huile de *J. curcas* augmente d'une unité, la chance d'accroître la mortalité des thrips sera de 1,01% pour 2 heures; 1,03% pour 4 heures; 1,01% pour 6 et 8 heures après le traitement. Les coefficients de régression sont de 0,014, 0,025, 0,029 et 0,097 pour 2, 4, 6 et 8 heures respectivement. Les DL_{50} sont de 127,85; 58; 31,37; 7, 83 (µl) respectivement pour 2, 4, 6 et 8 heures. Les DL_{90} sont de 195, 96,4; 64,13; et 17,62 (µl) respectivement pour les mêmes temps d'observations.

Essai en plein champ

L'analyse statistique des données ne montre aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les deux modes de conservation d'huile de *J. curcas* pour tous les ravageurs collectés au cours de l'essai. Par contre, la différence est significative ($p < 0,05$) entre les concentrations du même lot. La figure 1 montre l'évolution du niveau d'infestation des pucerons en fonction des jours d'observation

Tableau1

Mortalité moyenne corrigée des thrips en fonction des doses d'huile pure de *J. Curcas*.

Doses (µl)	2h*	4h*	6h*	8h*
0	00±00d	0,2±0,7d	2,1±2,4d	2,4±3,4b
50 np	38,3±0,7bc	61,6±1,1c	78,3±1,4bc	98,3±0,4a
100 np	53,3±2,4bc	81,6±1,4b	91,6±1,3ab	100±0a
150 np	51,6±2,1bc	86,6±1,0b	93,3±1,0ab	100±0a
200 np	70±1,7ab	91,6±0,7ab	96,6±0,5ab	100±0a
50 p	38,3±1,6bc	65,0±1,6bc	93,3±1ab	100±0a
100 p	55±1,50bc	82,3±0,9b	100±0a	100±0a
150 p	68,3±1,3ab	96,6±0,5a	100±0a	100±0a
20 0p	88,3±0,9a	100±0a	100±0a	100±0a
Decis	100±0a	100±0a	100±0a	100±0a

(Sur une même colonne les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Turkey). (np: non protégée; p: protégée avec du papier aluminium; * signification $p < 0,05$).

Tableau2

Résultats de la régression binaire logistique des nombres de thrips morts en fonction de temps d'observation.

LOGIT	2h	4h	6h	8h
Probabilité	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.001$
Constant (β_0)	-1,79	-1,46	-0,91	-0,76
Coefficient de regression (β_1)	0,014	0,025	0,029	0,097
Odds ratio	01/01/14	1,03	1,01	1,01
Wald's test (z)	7,1	8,71	7,91	4,69
Probability ratio (G)	61,39	127,88	120,22	157,87

avant et après le traitement.

Avant le traitement, le niveau d'infestation des pucerons estimé par feuille de niébé varie de 20 à plus de 100 individus. Trois jours après l'application du produit, une baisse de niveau d'infestation des pucerons est observée pour toutes les concentrations alors qu'il augmente avec le témoin. Au bout de 7 jours l'infestation des pucerons est nulle pour les concentrations d'huile de *J. curcas* tandis que dans les parcelles non traitées elle est à un niveau de 100 pucerons par plant. La figure 2 montre l'évolution du nombre de thrips avant et après l'application du produit en fonction des doses et du mode de conservation.

Le nombre moyen de thrips est estimé entre 3 et 4 par fleur de niébé avant l'application du produit alors qu'il décroît au 3^e jour pour chuter complètement au bout de 7 jours après l'application de produit. L'évolution du nombre de punaises en fonction du mode de conservation et de la durée de traitement est donnée à la figure 3.

Les punaises apparaissent généralement sur le niébé au stade de formation des gousses. Le nombre d'individus compté par plante est compris entre 1 et 3 insectes. On observe une réduction importante de ce nombre au 3^e jour après l'application des produits, l'infestation devient quasi nulle au 7^{ème} jour, alors que le niveau d'infestation est compris entre 2 et 1 insecte chez le témoin au 3^{ème} jour et 7^{ème} jour respectivement. Le tableau 3 donne les moyennes des insectes ravageurs collectés et le poids de graines en fonction de concentration d'huile de *J. curcas* appliquée.

L'effet toxique de l'huile de *J. curcas* reste inchangé tel que soit le mode de conservation. La concentration de 10% d'huile de *J. curcas* par exemple donne $1,25 \pm 0,50$ et $1 \pm 0,00$ de thrips pour l'huile non protégée ou protégée respectivement. Les valeurs des poids des graines récoltées par plant, obtenus avec cette même concentration sont de $44,20 \pm 10,09$ et $60,61 \pm 7,31$ g respectivement pour l'huile non protégée et protégée. Ces deux moyennes ne sont pas significativement différentes

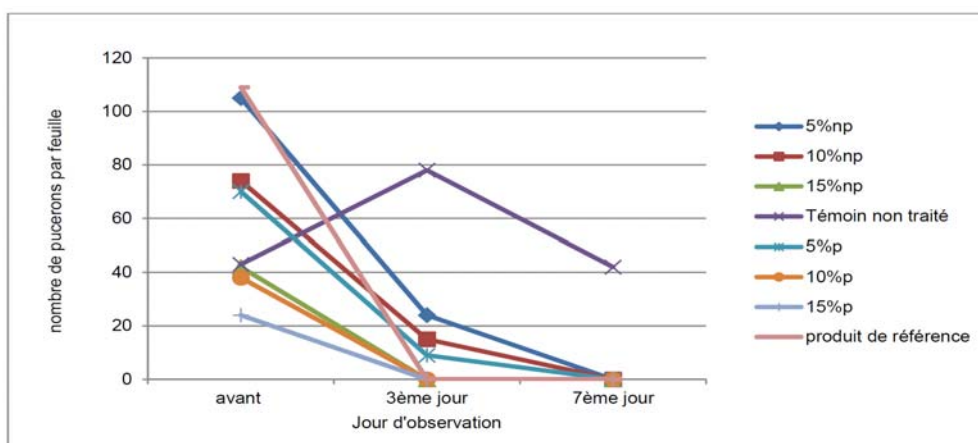


Figure 1: Evolution du nombre des pucerons avant et après le traitement (stade 35 jours après le semis). (np: non protégée; p: protégée avec du papier aluminium).

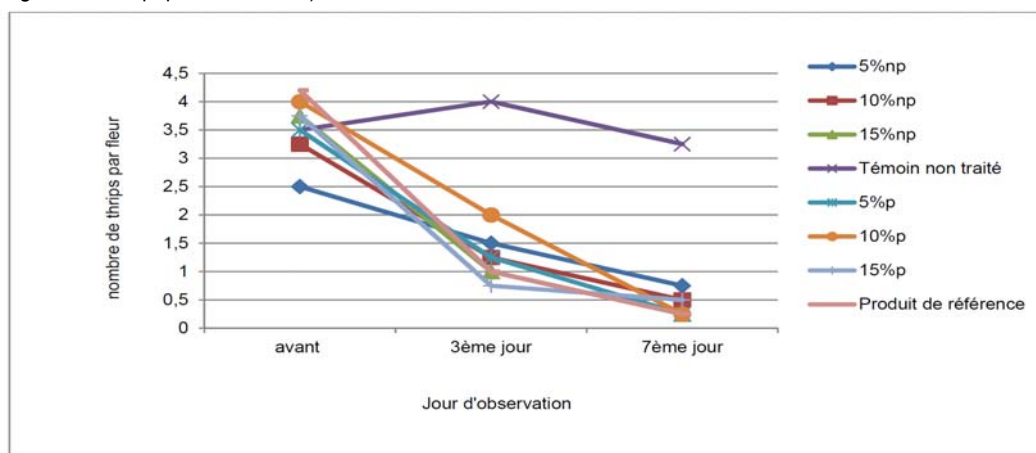


Figure 2: Evolution du nombre de thrips par fleur du niébé avant et après l'application de produit au stade 50% floraison. (np : non protégée ; p : protégée avec du papier aluminium).

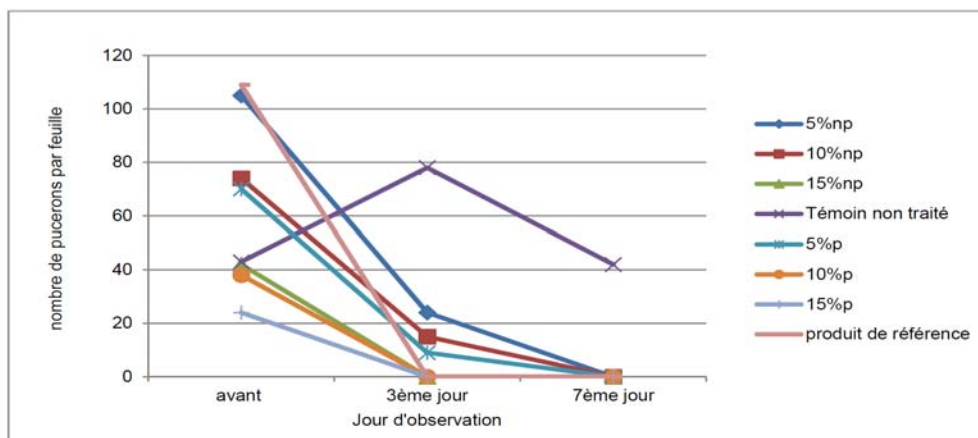


Figure 3: Evolution du nombre de punaises par plante de niébé en fonction du mode de conservation et de la durée de traitement (stade formation des gousses). (np: non protégée; p: protégée avec du papier aluminium).

Tableau 3

Moyenne des principaux insectes ravageurs du niébé et poids moyen des graines de niébé récoltées par plante en fonction des concentrations de l'huile de *J. curcas*.

Concentrations	Thrips*	Pucerons*	Punaise*	Poids moyen grain/plant (g)*	Rdt grain (kg.ha ⁻¹)
0,00%	5,25±0,9a	250±2,9a	7,75±3,09a	34,86±8,84b	697,3±176,8b
5%np	2,25±0,5b	35±0,1bc	1,25±1,25b	44,18±6,38ab	883,7±127,6ab
10%np	1,25±0,5c	28±5,7bc	0,25±0,50bc	44,20±10,09ab	884,1±202,0ab
15%np	1±25,5bc	00±00d	0,00±00cd	60,39±3,52a	1207,8±70,0a
5%p	2,25±0,5b	15±2,5bc	0,75±0,50bc	48,73±8,53ab	974,6±170,7ab
10%p	1±0,00c	00±0cd	00±00cd	60,61±7,31a	1212,3±146,2a
15%p	0,75±0,5cd	00±0d	0,75±0,95bc	55,23±4,18a	1104,8±83,6a
Décis	00±0d	00±0d	0,25±0,50cd	58,89±9,30a	1177,8±186,2a

(Dans la même colonne les moyennes ayant la même lettre ne sont pas significativement). (np: non protégée; p: protégée avec du papier aluminium; * signification $p < 0,05$)

car le test statistique leur affecte une même lettre. Elle permet une réduction de plus de 80% de thrips, pucerons et punaises. Les concentrations de 15% de *J. curcas* de deux modes de conservation montrent les effets toxiques semblables à ceux de l'insecticide de référence. Mais des symptômes de phytotoxicité sont observés sur les feuilles de niébé des parcelles traitées avec ces concentrations. On constate une baisse légère des ravageurs du niébé par rapport au témoin et une augmentation du poids moyen des graines produites par plante de niébé.

Discussion

Après 70 jours de conservation, l'huile de *J. curcas* s'est montrée toxique contre les insectes ravageurs du niébé au laboratoire et au champ quel que soit le mode de conservation. La toxicité de l'huile de *J. curcas* est due à la présence des esters de phorbol (10). Il n'y a pas des travaux portant sur l'altération de l'effet insecticide de l'huile de *J. curcas* après conservation. D'après nos résultats, il n'y avait pas de dégradation de l'activité insecticide de ces esters au cours du temps. Selon Abulude *et al.* (3), les propriétés physiques et chimiques de l'huile de *J. curcas* en stockage dans différents récipients, en

conditions ambiantes, ne changent pas au bout quatre mois de conservation. Mais ces auteurs n'ont pas quantifié les esters de phorbol avant et après la conservation, ils se sont limités uniquement aux caractères physiques et chimiques de l'huile. Par contre les travaux menés par Devappa *et al.* (6) montrent que les esters de phorbol contenu dans l'huile de *J. curcas* peuvent être complètement dégradés au bout de 12 à 19 jours à la température ambiante une fois incorporés dans de la silice. Les esters de phorbol contenus dans le tourteau sont dégradés au bout de 17 à 21 jours dans les mêmes conditions.

Au champ, une réduction importante des insectes ravageurs du niébé (*Aphis craccivora*; *Megalurothrips sjostedti*; *Anoplocnemis curvipes*; *Mylabris senegalensis*; *Coryna argentata* *Decapotoma affinis*; *Riptortus dentipes*; *Clavigralla tomentosicollis*) est obtenue avec les concentrations 5, 10 et 15% pour les deux modes de conservation. Des résultats similaires sur *Aphis fabae*, pucerons ravageurs de la fève, et sur les insectes ravageurs du niébé ont été obtenus par Abdoul Habou *et al.* (2). Les deux essais mettent en évidence un effet biocide des traitements appliqués qui augmente avec la concentration en

huile de *J. curcas*. Solsoloy *et al.* (12) a testé deux niveaux de concentration d'huile de *J. curcas* (800 et 1250 ml/ha) par pulvérisation. L'huile a été comparée à des insecticides commerciaux fréquemment utilisés (profenofos à 400 g/ha et deltaméthrine à 12,5 g/ha). Trois insectes furent concernés par les tests: la sauterelle *Amrarsca biguttula*, le puceron *Aphis gossypii* et une chenille *Helicoverpa armigera*. Les populations d'insectes (nuisibles et utiles) ont été mesurées avant et après les traitements. Selon les études menées, les insecticides de synthèse auraient un effet plus rapide que l'huile de *J. curcas* qui met un certain temps avant d'être au maximum de son efficacité car elle agit sur la croissance des insectes. Les insecticides de synthèse montrent également un effet néfaste sur les insectes utiles les plus importants que l'huile de *J. curcas* qui, néanmoins serait responsables de phytotoxicité pour la plus importante des concentrations mentionnées. Cependant, il existe d'autres facteurs biologiques et physiques qui contribuent à la réduction des populations de ces insectes. Ainsi les coccinelles et les fortes précipitations réduisent considérablement les pucerons tandis que les mylabres sont des prédateurs des thrips (12). La différence de poids de grains obtenue entre les parcelles traitées avec le decis et les concentrations de 15% d'huile de *J.*

curcas peut être expliquée par le gradient de fertilisation du terrain qui entraîne un mauvais développement des plants mais aussi par les prélèvements de gousses réalisés par des enfants au cours de l'essai malgré la vigilance du gardien.

Conclusion

Au terme de cette étude, il ressort que quel que soit le mode de conservation, l'huile de *J. curcas* présente les mêmes effets toxiques sur les déprédateurs du niébé testés au laboratoire et au champ. Ainsi la concentration de 10% (2 l.ha⁻¹), l'huile de *J. curcas* permet une réduction de plus de 80% des thrips, des pucerons et des punaises par rapport au témoin. A 15% (3 l.ha⁻¹), l'effet insecticide de l'huile de *J. curcas* est comparable à l'insecticide de référence (Decis: deltaméthrine 25 g/l), mais un effet de phytotoxicité est observé sur les feuilles du niébé. Un accroissement de rendement en graines par plante de plus de 50% est enregistré par les concentrations de 10 et de 15% par rapport au témoin.

Les producteurs peuvent donc conserver l'huile de *J. curcas* sans protection contre la lumière pendant deux mois et demi sans perdre son effet insecticide.

Références bibliographiques

1. Abbot W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, **18**, 265-267.
2. Abdoul Habou Z., Haougui A., Mergeai G., Haubruge E., Adam T. & Verheggen F.J., 2011. Insecticidal effect of *Jatropha curcas* oil on the aphid *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae) and on the main insect pests associated with cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Niger, *Tropicultura*, **29**, 4, 225-229.
3. Abulude F.O., Ogunkoya M.O. & Ogunleye R.F., 2007. Storage properties of oils of two Nigerian oil seeds *Jatropha curcas* (physic nut) and *Helianthus annuus* (sunflower). *Am. J. Food Technol.*, **2**, 3, 207-211.
4. Adebowale K.O. & Adedire C.O., 2006. Chemical composition and insecticidal properties of the underutilized *Jatropha curcas* seed oil. *Afr. J. Biotechnol.*, **5**, 10, 901-906.
5. Boateng B.A. & Kusi F., 2008. Toxicity of *Jatropha* Seed Oil to *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its Parasitoid, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *J. Appl. Sci. Res.*, **4**, 8, 945-951.
6. Devappa R.K., Makkar H.P., Becker K., 2010. Biodegradation of *Jatropha curcas* phorbol esters in soil. *J. Sci. Food Agric.*, **90**, 12, 2090-2097.
7. Duyme F. & Clautriaux J.J., 2006. *La régression logistique binaire*. Notes statistique et d'informatique, Gembloux Agro Bio-Tech, Belgique, 24 p.
8. Heller J., 1996. Physic nut, *Jatropha curcas* L., Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops (IPGRI). *Biodivers. Int.*, **1**, 66 p
9. Katoune H.I., Malam Lafia D., Salha H., Doumma A., Yaye Drame A., Pasternak D. and Ratnadass A., 2011. Physic nut (*Jatropha curcas*) oil, as a protectant against field insect pests of cowpea in Sudano-Sahelian cropping systems. *J. Sat Agric. Res.*, **9**, 1-6.
10. Makkar H.P.S., Becker K., Sporer F., Wink M., 1997. Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas*, *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 3152-3157
11. Ratnadass A., Cissé B., Diarra A., Mengual L., Taneja S.L. & Thiéro C.A.T., 1997. Perspectives de gestion bio intensive des foreurs des tiges de sorgho en Afrique de l'Ouest, *Sc. Appl.*, **17**, 2, 227-233.
12. Solsoloy A.D. & Solsoloy T.S., 1997. Pesticidal efficacy of formulated product *J. curcas* oil on pests of selected field crops. In: Gubitz G.M., Mithelbach M. and Trabi M., *Symposium on Biofuel and Industrial Products from Jatropha curcas and other Tropical Oil Seed Plants*, February 23-27, Managua, Nicaragua.

Z. Abdoul Habou, Nigerien, PhD, Chargé de recherche, Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey, Niger.

T. Adam, Nigerien, PhD, Professeur, Doyen de la faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.

G. Mergeai, Belge, PhD, Professeur, Université de Liège, Gembloux Agro Bio-Tech, Unité Phytotechnie tropicale, Gembloux, Belgique.

E. Haubruge, Belge, PhD, Professeur, Université de Liège, Gembloux Agro Bio-Tech, Unité d'entomologie évolutive et fonctionnelle, Gembloux, Belgique.

F.J. Verheggen, Belge, PhD, Enseignant-chercheur, Université de Liège, Gembloux Agro Bio-Tech, Unité d'entomologie évolutive et fonctionnelle, Gembloux, Belgique.