



Etude comparée de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* DC et d'*Ocimum canum* Sims sur *Cylas puncticollis* Boheman, un charançon de la patate douce

Etienne Vama TIA^{1*}, Mohamed CISSE¹, Gondo Bleu DOUAN² et Adama KONE¹

¹ Département de Biochimie, Unité de formation et de Recherche des Sciences Biologiques, Université Péléforo Gon Coulibaly Korhogo BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

² Département de Biologie animale, Unité de formation et de Recherche des Sciences Biologiques, Université Péléforo Gon Coulibaly Korhogo BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

*Corresponding author: etienne.tia@gmail.com; Tel: (00225) 47 47 84 21 / 76 19 49 27

RESUME

L'usage d'insecticides botaniques comme alternatives aux insecticides chimiques constitue une piste prometteuse pour contrôler les ravageurs avec très peu de risque sur la santé humaine et l'environnement. L'objectif de ce travail était d'évaluer *in vitro* l'effet insecticide et anti appétant des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* DC et d'*Ocimum canum* Sims contre *Cylas puncticollis* Boheman, principal ravageur de la patate douce. Les tests de laboratoire ont été conduits pour déterminer l'effet insecticide par fumigation de ces huiles en fonction du temps et à différentes concentrations. Les résultats obtenus ont montré que les huiles essentielles de *O. canum* et *C. citratus* possèdent de remarquables potentiels insecticides contre *Cylas puncticollis*. Elles ont induit 100% de mortalité de *C. puncticollis* Boheman adultes à la concentration de 50 µL/L après 72 h d'exposition. Les concentrations létales causant respectivement la mort de 50% (CL₅₀) et 90% (CL₉₀) des populations testées, ont été déterminées pour chacune des huiles essentielles. L'huile essentielle de *O. canum* a été plus efficace avec des valeurs respectives de CL₅₀ = 19,77 µL/L et CL₉₀ = 68,22 µL/L par rapport à *C. citratus* (CL₅₀ = 33,87 µL/L et CL₉₀ = 72,22 µL/L). Les deux huiles essentielles ont révélé un effet anti appétant se traduisant par la réduction de la consommation des racines de la patate douce comparativement au témoin. D'après ces résultats, les huiles essentielles de ces plantes aromatiques peuvent être utilisées dans la lutte contre les ravageurs de stocks de la patate douce. Cependant, son utilisation en plein champ pourrait être envisagée pour confirmer ces résultats.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Mots clés : Patate douce, *Cymbopogon citratus*, *Ocimum canum*, lutte intégrée, charançon.

Comparative study of the insecticidal effect of the essential oils of *Cymbopogon citratus* DC and *Ocimum canum* Sims on *Cylas puncticollis* Boheman, a weevil of sweet potato grown in Korhogo

ABSTRACT

The use of botanical insecticides as alternatives to chemical insecticides is a promising way to control pests with very little risk to human health and the environment. The objective of this work was to assess *in*

in vitro the insecticidal and antifeeding effect of the two essential oils against adults of *C. puncticollis* Boheman. Laboratory tests were conducted to determine the insecticide effect by fumigation of these oils at different concentrations and time. The results have note a very high toxicity of *O. canum* and *C. citratus* essential oil against *Cylas puncticollis*. They induced 100% mortality of adult *C. puncticollis* Boheman at a concentration of 50 $\mu\text{L/L}$ after 72 hours of exposure. The lethal concentrations causing death of 50% (LC_{50}) and 90% (LC_{90}) of the populations tested, respectively, were determined for each of the essential oil. The essential oil of *O. canum* was more effective with respective values of $\text{LC}_{50} = 19.77 \mu\text{L/L}$ and $\text{LC}_{90} = 68.22 \mu\text{L/L}$ compared to *C. citratus* ($\text{LC}_{50} = 33.87 \mu\text{L/L}$ and $\text{LC}_{90} = 72.22 \mu\text{L/L}$). The two essential oils revealed an antifeedant activity resulting in a reduction of the consumption of sweet potato roots compared to the control. According to these results, the essential oil of these aromatic plants can be used to control pests in sweet potato stocks. However, its use in the field could be considered to confirm these results.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Keywords: Sweet potato, *Cymbopogon citratus*, *Ocimum canum*, integrated pest management, weevil.

INTRODUCTION

La patate douce est cultivée dans la plupart des régions d'Afriques et bien établie en tant que culture assurant la sécurité alimentaire dans de nombreux pays à forte densité de population. Bien que n'atteignant pas le niveau des cultures majeures comme l'igname et le manioc, la patate douce n'en demeure pas moins une culture alimentaire de base en Côte d'Ivoire (Sangaré et al., 2009). Elle possède des qualités nutritionnelles remarquables, des feuilles jusqu'aux racines. Malgré de multiples bénéfices tirés de la patate douce, son niveau de production dans notre pays est marginal.

Les contraintes de production les plus fréquentes sont les aléas climatiques, les conditions édaphiques et les attaques des charançons au champ et en stock. Le charançon de la patate douce de l'espèce *C. puncticollis* Boheman a été identifié comme le principal ravageur des racines tubéreuses de la patate douce (Koussoubé et al., 2018). Cette espèce exerce une forte pression aussi bien sur la culture que sur les racines. La culture de la patate douce est par nature saisonnière. Il est donc nécessaire de stocker la récolte afin de la mettre à la disposition du consommateur au moment voulu. Cette production ne subissant normalement pas de transformation, ce sont les racines entières, contenant selon les cas de 60 à 80% d'eau, qui sont conservées pendant toute la période précédant la commercialisation ou l'autoconsommation. Les pertes des racines tubéreuses peuvent

atteindre 100% selon les variétés de la patate douce au cours du stockage (Baimey et al., 2017). En déposant les œufs à l'intérieur des racines tubérisées, les larves se développent en creusant des trous, ce qui se traduit par d'énormes pertes à la production et par conséquent la réduction des revenus des producteurs. La place prépondérante dans l'alimentation des familles notamment dans le Nord du pays nécessite un stockage prolongé. Les producteurs sont impuissants face aux dégâts causés par ce ravageur sur les racines en post-récolte car les moyens de lutte sont essentiellement basés sur des pratiques endogènes et sur l'utilisation des insecticides de synthèse. L'engouement grandissant pour les lignes de production biologique a fait naître un intérêt pour les traitements de désinfection non chimiques car l'utilisation de produits chimiques pour la gestion des insectes est devenue problématique (FAO, 2015). La recherche de méthodes alternatives de protection des racines tubéreuses de la patate douce stockées par l'usage des extraits de plantes telles que les huiles essentielles à effet insecticide est prometteuse dans la gestion du charançon de la patate douce.

Ces dernières années, de nombreux travaux ont mis en évidence les potentiels insecticides, insectifuges et acaricides des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques (Bouzouita et al., 2008, Camara, 2009 ; Mostafa et al., 2014 ; Kanko et al., 2017 ; Asmae et al., 2018). Les huiles essentielles et leurs constituants sont

biologiquement actifs par contact direct ou par inhalation avec un spectre d'action très diversifié (Cissokho et al., 2015 ; Asmae et al., 2018).

Cymbopogon citratus DC et *Ocimum canum* Sims sont deux plantes aromatiques herbacées annuelles appartenant respectivement à la famille des Poaceae et des Lamiaceae, sélectionnées pour évaluer les propriétés insecticides de leurs huiles essentielles dans le cadre de la recherche d'alternatives à la lutte chimique. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet insecticide par fumigation des huiles essentielles de *C. citratus* DC et d'*O. canum* Sims contre *C. puncticollis* Boheman, principal ravageur de la patate douce.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée au Laboratoire de Biochimie de l'Université Péléféro Gon Coulibaly de Korhogo (8°26 et 10°27 de latitude Nord et 5°17 et 6°19 de longitude Ouest).

Matériel végétal

Les parties aériennes de *C. citratus* et d'*O. canum* ont été récoltées en Mars 2017 dans la région de Korhogo. Les racines tubéreuses utilisées pour la réalisation des tests d'efficacité proviennent d'une culture mise en place au jardin botanique de l'Université de Korhogo.

Matériel Animal

Le charançon de la patate douce de l'espèce *C. puncticollis* Boheman adulte a été utilisé pour les tests biologiques. Les populations utilisées sont issues d'un élevage de masse au laboratoire.

Extraction d'huile essentielle

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{masse (g) d'huile essentielle}}{\text{masse (g) de matière végétale}} \times 100$$

Les feuilles de *C. citratus* et d'*O. canum* ont été séchées au moins sept jours à la température ambiante du laboratoire (28 ± 2

°C) avant l'extraction de l'huile essentielle. Les huiles essentielles ont été obtenues par entraînement à la vapeur d'eau à l'aide d'un alambic en Inox (250 litres). Le principe de l'entraînement à la vapeur utilisé dans cette étude est similaire à celui décrit dans le précédent article (Tia et al., 2013). Le rendement en huile essentielle a été déterminé par traitement de 5 kg de matière végétale sèche, puis l'échantillon d'huile a été stockés à 4 °C à l'abri de la lumière jusqu'à leurs utilisations. Le rendement d'extraction de l'huile essentielle est déterminé suivant la formule ci-après :

Elevage en masse des insectes

Les racines tubéreuses de la patate douce infectées par *C. puncticollis* Boheman ont été achetées au marché de Korhogo. Au laboratoire, tous les adultes ont été éliminés et les échantillons infectés dépourvus d'adultes sont conservés dans des bocaux en plastiques (80 cm x 30 cm x 50 cm) dans des conditions optimales de température de 26 ± 2 °C, d'humidité relative 60 ± 5% et de photopériode naturelle (12 h : 12 h L/D). Les adultes obtenus à partir des larves sont récupérés et mis en culture de masse sur des racines fraîches et saines pour leur multiplication. Les adultes collectés 7 à 14 jours après sont utilisés pour la réalisation des tests biologiques.

Toxicité par fumigation des huiles essentielles

Cinq (5) doses d'huiles essentielles correspondant aux concentrations respectives suivantes (0 ; 25 ; 50 ; 75 et 100 µL/L air), calculées par rapport au volume d'air dans les bocaux (µL/L), sont utilisées en application unique. Les tests de toxicité sont effectués par fumigation dans des bocaux à canette (verre) de 1 L en déposant une charge d'huile essentielle sur un disque de papier filtre de 6 cm de diamètre (disque adapté à la base du bocal) pour favoriser son évaporation dans les bocaux. A la suite, des lots de dix (10) insectes adultes non sexés de *C. puncticollis* sont introduits dans les bocaux contenant une racine tubéreuse fraîche et saine de la patate

douce. Les bocaux sont immédiatement fermés. Chaque essai est répété quatre fois (4 répétitions). Le nombre d'insectes morts dans chaque lot (bocaux traités et non traités) est compté toutes les 24 h d'exposition et pendant 3 jours (24 h, 48 h et 72 h) par observation à l'aide d'une loupe à manche et le pourcentage de mortalité corrigé est exprimé selon la formule d'Abbott (1925).

$$Mc (\%) = \frac{Mt - M_o}{100 - M_o}$$

Avec :

Mc : mortalité corrigée en pourcentage

Mt : mortalité dans le lot traité

M_o : mortalité dans le lot témoin non traité

Effet résiduel des huiles essentielles sur le comportement de *C. puncticollis* adultes

L'évaluation de l'effet résiduel des huiles essentielles sur le comportement (consommation) a porté sur la mesure des attaques occasionnées sur chaque racine tubéreuse de la patate douce mise en contact avec les insectes adultes ayant survécus après leur exposition à la concentration (25 µL/L) pendant 24 h. La mesure des dégâts a été basée sur la note de sévérité ou de score comme proposée par Gouet et al. (1985) et adaptée dans notre cas aux attaques de la patate douce. L'échelle de notation va de 0 à 9 (Tableau 1) en lien avec le pourcentage de surface de la racine présentant les dégâts

provoqués par l'insecte ravageur. Cette échelle a été définie grâce à l'échelle proposée par Gouet et al. (1985) et suite aux observations visuelles de l'état des racines tubéreuses de la patate douce attaquée au cours des essais. Dix (10) adultes ayant survécus après exposition ont été introduits dans des bocaux à canette de 1 litres non traités contenant une racine tubéreuse fraîche et saine de patate douce.

Ces bocaux sont conservés pendant sept (7) jours dans des conditions optimales de température de 26 ± 2 °C et d'humidité relative 60 ± 5%. Chaque essai a été répété quatre fois (4 répétitions). Les racines tubéreuses ont été retirées une semaine plus tard et observées à la loupe à manche pour évaluer les scores ou indices de dégâts.

Analyse statistique

Toutes les données collectées ont été soumises à des traitements statistiques avec le logiciel STATISTICA pour les analyses de variances (ANOVA) au seuil de significativité de 5%. Le test de la différence vraiment significative (HSD) de Tukey a été utilisé pour la ségrégation des moyennes en cas de différence significative au seuil de 5%. La régression du logarithme de la dose en fonction des probits des mortalités a permis de déterminer les DL₅₀ et DL₉₀.

Tableau 1 : Echelle des indices d'attaques proposée par Gouet et al. (1985).

Indices	Pourcentage de tubercule attaqué	Observations
0	Tubercules sains, ne présentant aucune attaque	Pas d'attaque visible
1	Tubercules ayant 1 à 10% d'attaques	Attaques isolées
2	Tubercules ayant 10 à 20% d'attaques	Attaques faibles
3	Tubercules ayant 20 à 35% d'attaques	Attaques médiocres
4	Tubercules ayant 35 à 50% d'attaques	Attaques moyennes
5	Tubercules ayant 50 à 65% d'attaques	Attaques moyennement fortes
6	Tubercules ayant 65 à 80% d'attaques	Attaques fortes
7	Tubercules ayant plus de 80% d'attaques	Attaques très fortes
8	Tubercules ayant toute la surface attaquée	Tubercules endommagés
9	Tubercules totalement détruits	Tubercules détruits

RESULTATS

Rendement en huile essentielle

Les rendements en huile essentielle des feuilles de *C. citratus* et d'*O. canum* de couleur jaune pâle sont consignés dans le Tableau 2. En effet, l'huile essentielle de *C. citratus* présente un rendement d'extraction de 1,2%. Par contre le rendement en huile essentielle d'*O. canum* est de 0,5% qui est bien très faible par rapport à celui rapporté dans la littérature.

Test de fumigation

Huile essentielle de C. citratus

Les résultats des bio essais présentés sur le Tableau 3, indiquent que la mortalité de *C. puncticolis* varie significativement avec la concentration appliquée et la durée d'exposition. Ainsi, la concentration de 25 µL/L a induit des mortalités inférieures à 50% à partir du premier jour (24 h) après le test jusqu'au troisième jour (72 h). Par contre, les concentrations allant de 50 à 100 µL/L ont causé des mortalités comprises entre 60% et 100% jusqu'à la fin des observations. La concentration minimale de l'huile essentielle de *C. citratus* permettant d'obtenir 100% de mortalité des insectes adultes a été de 50 µL/L après trois (3) jours d'exposition. Par ailleurs, les valeurs moyennes des taux de mortalité, la population de l'acararien) et CL₉₀ (Concentration causant la mortalité de 90% de la population de l'acararien) (Tableau 5).

Les DL₅₀ et CL₉₀ de chaque produit confirment les résultats obtenus au niveau des tests. En effet, les DL₅₀ et CL₉₀ obtenues ont montré que l'huile essentielle de *O. canum* a donné la dose létale la plus faible (19,77µL/L et 62,98µL/L respectivement). Les DL₅₀ et CL₉₀ sont de 33,87µL/L et 72,20µL/L respectivement pour l'huile essentielle *C. citratus*. L'huile essentielle de *O. canum* est plus toxique sur *C. puncticolis* après 48 h car les DL₅₀ et CL₉₀ obtenues sont environ deux (2) fois moins élevées que celles observées avec *C. citratus*.

toutes concentrations confondues (excepté 25 µL/L) ont été élevées (plus de 90%) 48 h après le test.

Huile essentielle d'O. canum

Les résultats des tests de l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*O. canum* indiquent également une relation significative entre la concentration, le temps d'exposition et le taux de mortalité des adultes de *C. puncticolis* (Tableau 4). En effet, les valeurs moyennes des taux de mortalité ont été élevées du deuxième jour (48 h) jusqu'au dernier jour d'observation (72 h), à toutes les concentrations. Toutefois, les taux de mortalité moyens obtenus avec la concentration de 25 µL/L restent inférieurs à 50% pendant les deux (2) premières observations. La concentration minimale de l'huile essentielle de *O. canum* permettant d'obtenir 100% de mortalité des insectes adultes a été de 50 µL/L après trois (3) jours d'exposition.

Comparaison entre la toxicité des huiles essentielles de C. citratus et d'O. canum

La transformation des pourcentages de mortalité après exposition en probit et la régression de ces données en fonction du logarithme de la concentration des huiles essentielles a permis de déterminer les CL₅₀ (Concentration causant la mortalité de 50% de *Effet résiduel des huiles essentielles sur le comportement de C. puncticolis adultes*

L'analyse de variance, effectuée sur les indices de dégât, a montré une différence significative entre les indices obtenus avec les huiles essentielles et celui du témoin. Cependant, les indices des dégâts calculés 7 jours après les tests, a révélé que les indices moyens ont varié de 0 (*O. canum*) ou 1 (*C. citratus*) à 5 pour le témoin (Tableau 6). Les deux (2) huiles essentielles ont considérablement influencé l'alimentation des adultes de *C. puncticolis* vu que les racines tubéreuses ne présentaient relativement pas d'attaques (*O. canum*) contre 10% d'attaque (*C. citratus*).

Tableau 2 : Quelques caractéristiques physico-chimiques et rendement des huiles essentielles.

Huiles essentielles	<i>C. citratus</i>	<i>O. canum</i>
Couleur	Jaune pâle	Jaune pâle
Odeur	Persistante et agréable	Persistante et agréable
Rendement (%)	1,2	0,5

Tableau 3 : Moyennes des mortalités corrigées des différentes concentrations *C. citratus* en fonction du temps d'exposition.

Concentration	24 h	48 h	72 h
25 µL/L	7,5 ± 15,0 ^b	35 ± 20,81 ^b	52 ± 26,85 ^a
50 µL/L	50 ± 57,74 ^{ab}	50 ± 57,74 ^{ab}	50 ± 57,74 ^a
75 µL/L	95 ± 5,78 ^a	100 ± 0,00 ^a	100 ± 0,00 ^a
100 µL/L	100 ± 0,0 ^a	100 ± 0,00 ^a	100 ± 0,00 ^a

A l'intérieur d'une même colonne, les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas statistiquement au seuil de 5% (test de Tukey).

Tableau 4 : Moyennes des mortalités corrigées des différentes concentrations d'*O. canum* en fonction du temps d'exposition.

Concentration	24h	48h	72h
25 µL/L	22,5 ± 15,0 ^c	41,67 ± 37,0 ^b	45,63 ± 41,2 ^b
50 µL/L	60 ± 24,5 ^a	95 ± 10,0 ^a	100 ± 0,00 ^a
75 µL/L	72,5 ± 9,6 ^{ab}	100 ± 0,00 ^a	100 ± 0,00 ^a
100 µL/L	97,5 ± 5,00 ^b	100 ± 0,00 ^a	100 ± 0,00 ^a

A l'intérieur d'une même colonne, les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas statistiquement au seuil de 5% (test de Tukey).

Tableau 5 : CL₅₀ et CL₉₀ en % de *C. puncticolis* traité par les huiles essentielles 48 h après d'exposition.

Temps (en heure)	Concentration létales (µL/L)			
	<i>C. citratus</i>		<i>O. canum</i>	
	CL ₅₀	CL ₉₀	CL ₅₀	CL ₉₀
48 h	33,87	72,2	19,77	62,98

Tableau 6 : Effet résiduel des huiles essentielles sur le comportement de *C. puncticolis*.

Traitement	Indice de dégâts	% d'attaque	Observation
Témoin (0 µL/L)	5	Tubercules ayant 50 à 65% d'attaques	Attaques moyennement fortes
<i>C. citratus</i> (25 µL/L)	1	Tubercules ayant 1 à 10% d'attaques	Attaques isolées
<i>O. canum</i> (25 µL/L)	0	Tubercules sains, ne présentant aucune attaque	Pas d'attaque visible

DISCUSSION

Les feuilles de *C. citratus* produisent plus d'huile essentielle que celle d'*O. canum*. En effet, elle présente un rendement d'extraction de 1,2%. Celui-ci est bien supérieur à celui de la plupart de cette espèce de plante aromatique qui présente généralement un rendement d'extraction de moins de 1% (entre 0,2 et 0,8%) (Noudjou, 2007 ; Kanko, 2010). Un rendement similaire en huile essentielle a été obtenu avec une espèce béninoise qui est de $1,10 \pm 0,04\%$ (Degnon et al., 2016). Par contre le rendement en huile essentielle d'*O. canum* qui est de 0,5% est bien très faible par rapport à celui obtenu par Akantetou et al. (2011) qui est de 3,5%. Certains auteurs ont aussi rapporté la faible teneur en huile essentielle de l'espèce *O. canum* du Cameroun (Tchoumboungang et al., 2009).

Bien que l'origine des plantes (lieux et périodes de récolte), qui indique des conditions climatiques différentes, puisse justifier de tels écarts, l'existence de variétés à haute teneur en huile essentielle n'est pas à exclure.

Les bio essais réalisés ont montré que les huiles essentielles des deux plantes aromatiques ont un effet insecticide par fumigation sur les adultes de *C. puncticolis* Boheman. Les résultats obtenus après ces tests ont montré une relation directe entre les taux de mortalité des adultes du charançon de la patate douce d'une part et la concentration des huiles essentielles et la durée d'exposition d'autre part. En effet, ces huiles essentielles entraînent 100% de mortalité des insectes adultes à la concentration de 50 $\mu\text{L/L}$ après trois (3) jours d'exposition. Toutefois, toutes les concentrations testées se sont révélées relativement efficace contre les insectes. Des études antérieures avaient démontré que les huiles essentielles de *C. citratus* et d'*O. canum* ont une activité insecticide significative contre certains insectes notamment les larves d'*Anopheles gambiae* Giles (Tchoumboungang et al., 2009), les insectes adultes de *Pectinophora gossypiella* Saunders (Kobenan et al., 2018), les puceron *Aphis gossypii*. (Akantetou et al., 2011). Bien

documentée dans le cas des extraits des plantes sur les insectes de stock de céréales et légumineuses (Cissokho et al., 2015 ; Ilboudo et al., 2010 ; Coitinho et al., 2010), l'activité acaricide par fumigation des huiles essentielle contre le charançon de la patate douce (*C. puncticolis*) reste relativement peu étudiée.

Les valeurs de CL_{50} après 48 h ont montré cependant que l'huile essentielle d'*O. canum* ($\text{CL}_{50} = 19,77 \mu\text{L/L}$) est largement plus toxique que celle de *C. citratus* ($\text{CL}_{50} = 33,87 \mu\text{L/L}$) sur *C. puncticolis*. Cette potentialité insecticide remarquable d'*O. canum* serait due à la présence de l'Eucalyptol ou le 1,8-cinéole (41,75%), comme l'ont prouvée contre *P. gossypiella* Saunders (Kobenan et al 2018). De même, plusieurs auteurs ont démontré les propriétés insecticides du 1,8-cinéole à l'égard des ravageurs de stock de maïs (Rokhaya et al., 2017 ; Félicia et al., 2018). Par ailleurs, des études similaires réalisées par Akantetou et al. (2011) ont démontré l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*O. canum* sur *A. gossypii*. Ces auteurs ont indiqué que le terpinéol-4 (36,40%) était à l'origine de cette activité. Le potentiel insecticide de l'huile essentielle de d'*O. canum* décrit par ces auteurs qu'ils ont lié respectivement à leur composé majoritaire laisserait penser à un effet de synergie entre les constituants chimiques de cette huile essentielle. Ces observations sont en accords avec ceux de Bakkali et al. (2008) et de Kanko et al. (2017), qui témoignent que l'action biologique d'une huile essentielle ne dépend pas seulement de l'effet d'un seul composé majoritaire mais d'un ensemble de molécules quelle renferme. Selon Hoet et al. (2006), il est possible que l'activité des composants principaux soit modulée par d'autres molécules mineures.

L'huile essentielle de *C. citratus* ($\text{CL}_{50} = 33,87 \mu\text{L/L}$) a été également toxique sur *C. puncticolis* après deux (2) jours d'exposition. Cette activité insecticide serait intimement liée à la présence des composés chimiques de cette huile essentielle. La littérature rapporte que le néral et le géranial sont caractéristiques du lemongrass, quelle que soit son origine géographique. La présence des mêmes composés et leur proportion notable

expliqueraient l'activité insecticide contre *C. maculatus* (Kanko et al., 2017) et *Anopheles gambiae* (Tchoumboungang et al., 2009).

Les résultats de notre étude indiquent que les échantillons des huiles essentielles de *C. citratus* et d'*O. canum* réduisent le taux d'attaques des adultes de *C. puncticolis* ayant été exposés à une faible concentration (25 µL/L) pendant 24 h. Ces résultats confirment les propriétés insecticides des huiles essentielles de ces deux espèces végétales utilisées dans cette étude. Les insectes étant exposés, dans notre étude, à la phase vapeur des huiles essentielles testées, nous pouvons supposer que leur action se fait par l'intermédiaire de leur système respiratoire. Néanmoins, l'effet résiduel des huiles essentielles de *C. citratus* et d'*O. canum* observé contre *C. puncticolis* peut indiquer un mode d'action neurologique. En effet, d'après Pamo et al. (2002) les constituants des huiles essentielles comme les précocènes sont des substances chimiques hautement sélectives qui s'attaquent aux aspects spécifiques du système endocrinien de l'insecte provoquant non seulement un effet toxique mais aussi des désordres dans le processus de développement et de reproduction. Il est probable que les constituants des huiles testées agissent de la même manière sur *C. puncticolis*. Des résultats similaires ont été rapportés dans la littérature sur *Drosophila* et sur *Periplaneta americana* (blatte américaines) (Enan, 2005a ; 2005b). Ces auteurs ont indiqué que les constituants des huiles essentielles comme l'eugénol, l'alcool cinnamique et le *trans*-anethole lient et activent la protéine G couplée aux récepteurs neurologiques et olfactifs, déclenchant une perturbation importante du système métabolique de l'insecte pour induire sa mort. Ce phénomène pourrait justifier le potentiel insecticide des huiles essentielles de *C. citratus* et d'*O. canum* contre les adultes *C. puncticolis*. Il ne s'agit ici que d'une hypothèse que seules d'autres études notamment l'électroanténnographie pourraient confirmer.

Conclusion

Les études *in vitro* ont permis de mettre en évidence l'effet insecticide par fumigation des huiles essentielles de *C. citratus* et d'*O. canum* sur *C. puncticolis*. Ces essences ont eu non seulement une action létale mais ont aussi provoqué chez l'insecte une réduction notable des attaques des racines tubéreuses de la patate douce. En tenant compte de la concentration et de l'indice de dégâts, l'huile essentielle d'*O. canum* est relativement plus efficace contre *C. puncticolis* que de l'huile de *C. citratus*. Les vapeurs de ces huiles essentielles sont capables d'éradiquer la totalité des adultes et de perturber le métabolisme de *C. puncticolis* après exposition. D'une manière générale, les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle de *C. citratus* et d'*O. canum* sont toxiques sur *C. puncticolis* et peuvent réduire, de façon importante, ces populations à la concentration minimale de 50 µL/L. Les deux biopesticides apparaissent donc comme potentiellement utilisables pour une gestion intégrée de *C. puncticolis*. Bien qu'étant moins rémanents que les insecticides de synthèse, ils peuvent présenter moins de risques d'accoutumance pour les insectes. Nous envisageons de poursuivre cette étude afin de démontrer l'effet de ces huiles essentielles sur tous les stades de développement et préciser leur mode d'action sur *C. puncticolis* Boheman.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

EVT est l'investigateur principal de cette étude. Il a participé à la mise en place du protocole et à la rédaction du manuscrit ; MC a participé à l'analyse des données ; GBD a participé à l'élevage de masse du charançon et à la rédaction du manuscrit.

REFERENCES

Abbott WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, **18**: 265-267.

- Akantetou PK, Koba K, Nenonene AY, Poutouli WP, Raynaud C, Sanda K. 2011. Evaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle de *Ocimum canum* Sims sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **5**(4): 1491-1500. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i4.15>.
- Asmae BA, Amal El A, Said Z, Larbi T. 2018. Activité Acaricide des huiles essentielles du *Mentha Pulegium*, *Origanum Compactum* et *Thymus Capitatus* sur l'acarien phytophage *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae). *European Scientific Journal*, **14**(3) : 119-124. DOI : 10.19044/esj.2018.v14n3p1.
- Avoseh O, Oyedeji O, Rungqu P, Nkeh-Chungag B, Oyedeji A. 2015. *Cymbopogon* Species; Ethnopharmacology, Phytochemistry and the Pharmacological Importance, 7438-53 pp.
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. 2008. Biological effects of essential Oils- A review. *Food Chem. Toxicol.*, **46**: 446-475.
- Bassole IHN, Ouattara AS, Nebie R., Ouattara CAT, Kabore Z, Traore SA. 2001. Composition chimique et actlvites antibacteriennes des huiles essentielles des feuilles et des fleurs de *Cymbopogon proximus* (stapf.) et d'*Ocimum canum* (sims). *Pharm. Méd.Trad. Afr.*, **11**: 37-51.
- Bouzouita N, Kachouri F, Ben Halima M, Chaabouni MM. 2008. Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phænicea*. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, **10**: 119-25.
- Baimey H, Fanou A, Adandonon A, Behoundja-Kotoko O, Aganda N, Houssou G, Dossou R. 2017. Sweet potato *Ipomoea batatas* (L.) storage practices used in southern Benin and the use of entomopathogenic nematodes to control sweet potato weevil (*Cylas puncticollis* Boheman) under laboratory conditions. *Journal of Entomology and Zoology*, **5**(6): 549-556.
- Camara A. 2009. Lutte contre *sitophilus oryzae* l. (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. doctorat thesis. université du Quebec, Canada. 121 pp.
- Cissokho PS, Gueye MT, Sow EH, Diarra K. 2015. Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(3): 1644-1653. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.43>.
- Coitinho RLBC, Oliveira JVD, Gondim JMGC, Camara CAGD. 2010. Persistence of essential oils in stored maize submitted to infestation of maize weevil. *Cienc Rural*, **40** (7): 1492-1496.
- Coleacp. 2011. Guide de bonnes pratiques phytosanitaires pour la patate douce (*Ipomea batatas*) en pays acp. 55 p.
- Degnon GR, Adjou ES, Metome G, Dahouenon-Ahoussi E. 2016. Efficacité des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et de *Mentha piperita* dans la stabilisation du lait frais de vache au Sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Science*, **10**(4): 1894-1902. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.37>.
- Denon D, Mauleon H. 2004. Le charançon de la patate douce en Guadeloupe. *Phytoma*, **573**: 14-15.
- Djibo AK. 2000. Analyse des huilles essentielles de quelques plantes de la flore du burkina faso appartenant aux familles des lamiaceae (*Hyptis spigera* lam., *Hyptis sueveolens* poit., *Ocimum americanum*) et des poaceae (*Cymbopogon schoenanthus* (l) spreng., *Cymbopogon giganteus* chiov et *Cymbopogon citratus* (dc) stapf.).

- doctarat thesis. Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 115 pp.
- Enan EE. 2005a. Molecular and pharmacological analysis of an octopamine receptor from American cockroach and fruit fly in response to plant essential oils. *Archive of Insect Biochemistry and Physiology*, **59**(3): 161-171.
- Enan EE. 2005b. Molecular response of *Drisophila melanogaster* tyramine receptor cascade to plant essential oils. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, **35**(4): 309-321.
- FAO. 2015. Etude sur le suivi de l'effet des pesticides sur la sante humaine et l'environnement, rapport final, 72 p.
- Félicia J, Kouamé RO, Coffi K, Zanahi FT et al. 2017. Bioefficacité des huiles essentielles de trois espèces végétales (*Ocimum gratissimum*, *Ocimum canum* et *Hyptis suaveolens*) de la famille des Labiees dans la lutte contre *Sitophilus zeamais*. *European Journal of Scientific Research*, **150**(3) : 273-284
- Gouet JP, Richard M, Bloc D, Camhaji E, Desecures JP, Dolz J, Madelon J, Tranchefort J, Weiss P. 1985. Élaboration d'un protocole d'essai ; proposition d'un plan type et quelques commentaires. Paris : ITCF (Institut Technique des Céréales et des Fourrages), 47 p.
- Hoet S, Stevigny C, Herent M.F, Quetin-Leclercq J. 2006. Antitrypanosomal compound from leaf essential oil of *Strychnos spinosa*. *Planta Med.*, **72**: 480-482.
- Ilboudo Z, Dabiré LCB, Niébé RCH, Dicko IO, Dugravot S, Costesero AM, Sanon A. 2010. Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, **46** (2): 124-128.
- Kanko C, Oussou KR, Akcah J, Boti JB, Seri-Kouassi BP. 2017. Structure des composés majoritaires et activité insecticide des huiles essentielles extraites de sept plantes aromatiques de Côte d'Ivoire. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, **4**: 2394-3661.
- Kanko C. 2010. Contribution à l'étude phytochimique de plantes médicinales et aromatiques de Côte d'Ivoire. Activité analgésique et anti-inflammatoire de stérols isolés de l'écorce de *Parkia biglobosa*. Thèse de doctorat, Université de Cocody-Abidjan, Abidjan, 224p.
- Kobenan KC, Tia VE, Ochou GEC, Kouakou M, Bini KKN, Dagnogo M, Dick AE, Ochou OG. 2018. Comparaison du potentiel insecticide des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L. et de *Ocimum canum* Sims sur *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera : Gelechiidae), insecte ravageur du cotonnier en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, **14** (21): 236-301.
- Koussoubé S, Traore F, Some K, Binso-dabire C, Sanon A. 2018. Perception paysanne des principales contraintes et pratiques culturelles en production de patate douce au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, **126**:12638-12647. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v126i1.2>.
- Kpatinvoh B, Adjou SE, Dahouenon-Ahoussi E, Konfo CTR., Atrévi B. 2017. Efficacité des huiles essentielles de trois plantes aromatiques contre la mycoflore d'altération du niébé (*Vigna unguiculata* L., Walp) collecté dans les magasins de vente du Sud-Bénin. *J. Appl. Biosci*, **109**: 10680-87.
- Mayer F. 2012. Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : Etude de cas en maison de retraite. Doctorat thesis. Université de Lorraine, France. 73 pp.
- Mostafa EI, Elhourri M, Amechrouq A, Boughdad A. 2014. Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Dysphania ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) *J. Mater. Environ. Sci.*, **5** (4): 989-94.

- Noudjou-Wandji Félicité E. 2007. Utilisation des huiles essentielles pour la protection des grains contre les insectes ravageurs au nord du Cameroun. Thèse de doctorat, Gembloux, Belgium. Gembloux agricultural université, 201 p.
- Pamo TE, Taponjoui L, Tenekeu, Tendonkeng F. 2002. Bioactivité de l'huile essentielle des feuilles de l'*Ageratum houstonianum* Mill sur les tiques (*Rhipicephalus appendicalatus*) de la chèvre naine de Guinée dans l'Ouest-Cameroun. *Tropicultura*, **20**(3): 109-112.
- Rokhaya F, Saliou N, Abdoulaye S, Mbacké S. 2017. Activité insecticide par fumigation des huiles essentielles de *Callistemon viminalis*, *Melaleuca leucadendron* et *Hyptis suaveolens* contre *Sitophilus* spp., ravageur du maïs. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, **43** : 31 – 36.
- Sangaré A, Koffi E, Akamou F, Fall CA. 2009. Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, République de Côte d'Ivoire. 64 p.
- Stathers T, Carey E, Mwanga R, Njoku J, Malinga J. et al. 2013. Tout ce que vous avez toujours voulu savoir à propos de la patate douce: Atteindre les agents du changement, manuel de formation des formateurs (FdF) 4: Production et gestion de la patate douce. Nairobi, Kenya. 395 pp.
- Tchoumboungang F, Dongmo JMP, Sameza LM, M'Bamdjo NGE, Fotso TBG. 2009. Activité Lavicide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatres plantes cultivées au Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **13**(1): 77-87.
- Tia VE, Lozano P, Menut C, Lozano YF, Martin T, Niamké S, Augustin AA. 2013. Potentialité des huiles essentielles dans la lutte biologique contre la mouche blanche *Bemisia tabaci* Genn. *Phytothérapie*, **11**(1): 31–38.