

EVALUATION DU POTENTIEL INSECTICIDE ET REPULSIF DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *CYMBOPOGON SCHOENANTHUS* (L.) SPRENG. SUR *APHIS GOSSYPYII* GLOVER (HOMOPTERA : APHIDIDAE), RAVAGEUR DU COTONNIER AU TOGO

E. M. BOKOBANA⁽¹⁾, K. KOB^{(2)*}, W. P. POUTOULI⁽²⁾, P. K. AKANTETOU⁽³⁾, N. A. NADIO⁽¹⁾, B. LABA⁽¹⁾, P. TOZOOU⁽²⁾, C. RAYNAUD⁽⁴⁾, K. SANDA⁽¹⁾

RÉSUMÉ

Afin de contribuer à l'élaboration d'une stratégie de gestion intégrée des ravageurs associés à la culture du coton, et de réduire l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse, les propriétés insecticides et répulsives de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* ont été évaluées sur *Aphis gossypii* en condition de laboratoire.

L'huile essentielle analysée contient la pipéritone (66,40%) et la δ -2-carène (15,08%) comme composés majoritaires. Les tests insecticides in vitro ont montré une toxicité de l'huile essentielle vis-à-vis des pucerons avec une CL_{50} égale à 0,111 ml.L⁻¹. Comparée au témoin positif (Acétamipride) avec une CL_{50} égale à 0,031 ml.L⁻¹, couramment utilisé par les paysans, l'huile essentielle de *C. schoenanthus* s'est révélée légèrement moins toxique. Les tests de répulsion ont révélé un potentiel très répulsif de la pipéritone, répulsif de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* et faiblement répulsif de la δ -2-carène avec respectivement des pourcentages de répulsion de 84,6%, 69,6% et 23%. L'huile essentielle de *C. schoenanthus* pourrait donc être utilisée comme matière première dans la formulation d'un biopesticide, alternative aux insecticides chimiques de synthèse.

Mots clés : Huile essentielle, *Cymbopogon schoenanthus*, *Aphis gossypii*, Insecticide, répulsif, Zone tropicale.

ABSTRACT

In order to contribute to the development of an integrated aphid management strategy, and reduce the use of synthetic chemical pesticides, essential oil was extracted from the leaves of *Cymbopogon schoenanthus* by steam distillation and analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry to determine its chemical composition. Then an insecticide properties and repellent effect in vitro were evaluated on *Aphis gossypii* in laboratory conditions.

Analyzed essential oil contains piperitone (66.40%) and the δ -2-carene (15.08%) as major components. In vitro tests showed insecticidal toxicity of the essential oil to aphids with LC_{50} at 0.111 ml.L⁻¹. Compared to the positive control (Acetamiprid) with an LC_{50} of 0.031 ml.L⁻¹, commonly used by farmers, the essential oil of *C. schoenanthus* was slightly less toxic. Repellency tests revealed a high repellent potential of piperitone, repellent properties of essential oil *C. schoenanthus* and weakly repellent potential of δ -2-carene with repellency percentages of 84.6%, 69.6% and 23% for piperitone, *C. schoenanthus* oil and δ -2-carene. The essential oil of *C. schoenanthus* could therefore be used as raw material in the formulation of a biological control agent and as an alternative to synthetic chemical pesticides.

Keywords: Essential Oil, *Cymbopogon schoenanthus*, *Aphis gossypii*, Insecticide, repellent, tropical zone.

¹ Unité de Recherche sur les Agroressources et la Santé Environnementale, Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé, BP. 20131, Lomé Togo

² Laboratoire de Biologie Animale et de zoologie, Faculté des Sciences, Université de Lomé, B.P. 1515 Lomé, Togo.

³ Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), BP 1163, Lomé, Togo.

⁴ Laboratoire de Chimie Agro-Industrielle, Arômes et Métrologie Sensorielle, UMR 1010, INP-ENSIACET, 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse cedex, France

* E-mail :danielkkoba@yahoo.fr

I- INTRODUCTION

La culture cotonnière est sujette à de nombreuses attaques d'insectes ravageurs en Afrique de l'Ouest. Ces insectes sont à la base de pertes énormes de rendement. Le puceron de l'espèce *Aphis gossypii*, un puceron piqueur-suceur est l'un des ravageurs du coton causant des dommages par transmission des virus aux plants lors de l'ingestion de la sève, Les pucerons souillent le coton grain par la production du miellat ce qui provoque la formation du « coton collant » (Deguine et Ferron, 2004 ; Cauquil, 1993). Le coton collant est déprécié à la vente et est source d'une baisse de rendement. Pour résoudre ce problème, les agriculteurs utilisent toute une gamme des produits chimiques de synthèse à

fort pouvoir insecticide (Wood et Pearce, 1991). De nombreuses études ont montré que ces produits sont rémanents et ont une forte toxicité sur la santé humaine et sur l'environnement (Hoyer et al., 2002 ; Lajide et al, 1995). En outre, le développement d'une résistance de ces ravageurs à l'égard des produits chimiques de synthèse utilisé est un des problèmes à résoudre.

Dans ce contexte, il s'avère important de développer des alternatives de lutte efficace, économiquement et écologiquement fiables qui respectent la santé humaine et de l'environnement. C'est dans cette perspective que des recherches sur les biopesticides intégrant l'évaluation des potentiels insecticides des plantes aromatiques de la flore togolaise sont entreprises (Ketoh et al., 2004 ; Sanda et al.,

2006 ; Akantétou et al., 2011 ; Nadio et al., 2013).

Dans le souci de valoriser les plantes aromatiques locales dans la lutte contre les ravageurs du cotonnier dont *A. gossypii* et de réduire l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse et des risques qui leur sont liés, nous avons choisi d'évaluer le potentiel insecticide et répulsif de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* sur *A. gossypii*, un redoutable ravageur du cotonnier au Togo.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel végétal et extraction de l'huile essentielle

Le matériel végétal utilisé (*Cymbopogon schoenanthus*), provient d'une parcelle de culture de la Station d'Expérimentation Agronomique de Lomé (Université de Lomé, Togo). Il a été récolté durant la phase de floraison (juin à juillet) puis séché sur paille au laboratoire à la température de 28°C.

L'extraction de l'huile essentielle a été réalisée par hydrodistillation à l'aide d'un dispositif en verre de type Clevenger modifié (Clevenger, 1928). L'huile essentielle brute extraite a été conservée dans des flacons en actinite hermétiquement fermés par des bouchons en caoutchouc et recouverts par du papier aluminium afin de la protéger contre l'effet de la lumière et est ainsi conservée au réfrigérateur à 4 °C jusqu'à son usage.

2.2. Méthodes d'analyse et identification des constituants de l'huile essentielle

L'analyse et l'identification des constituants de l'huile essentielle obtenue ainsi que la détermination de sa composition centésimale relative ont été effectuées par chromatographie en phase gazeuse (CPG) équipée d'un détecteur à ionisation de flamme (CPG-FID) et par chromatographie en phase gazeuse couplée et à la spectrométrie de masse (CPG-SM).

Les analyses par CPG-FID ont été effectuées à l'aide d'un chromatographe de type Hewlett- Packard 5890 série II, équipé d'une colonne capillaire apolaire: 50 m x 0,22 mm ; épaisseur du film: 1 µm, BPX-5 (polysilphélinène-siloxane, SGE). La température du four était programmée de 50°C à 150°C (3°C/min) et de 150°C à 240°C (5°C/min) puis maintenue en isothermie (5 min). La température de l'injecteur et du détecteur étaient respectivement de 280°C et 300°C. Les échantillons d'huile ont été injectés en utilisant un mode split/splitless (10/1) et l'hélium comme gaz vecteur (débit 1 ml/min). La composition centésimale est calculée à partir de l'aire de chaque pic chromatographique.

Un volume de 0,2 µL d'huile essentielle diluée dans l'hexane dans une proportion de 5 µL d'huile essentielle dans 1 ml de solvant hexane soit un facteur de dilution de 5% a été injecté manuellement.

Les analyses en CPG-SM ont été réalisées à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse de type Hewlett Packard 5890 SERIE II couplé au spectromètre de masse de type Hewlett Packard 5971 SERIES. La colonne capillaire (SGE, BPX – 5 (50 m x 0,22 mm; épaisseur du film: 1 µm) était connectée à la source du spectromètre de masse. Les spectres de masse ont été enregistrés en mode scan à 70eV (35-350 amu). La température

de la source était de 230°C. La programmation du four était la même que pour les analyses CPG-FID. Les échantillons d'huile ont été injectés en utilisant un mode split/splitless (10/1) et l'hélium comme gaz vecteur (débit 1 ml/min). L'injection a été effectuée dans les mêmes conditions analytiques qu'en CPG-FID à savoir 0,2 µl d'échantillon d'huile essentielle diluée dans l'hexane à 5%.

2.3 L'identification des constituants de l'huile essentielle :

Les composés ont été identifiés (i) par la détermination de leur indice de rétention (RI) selon la série des *n*-alcanes (C5-C18) et par comparaison aux bases de données de la littérature (Kondjoyan et Berdague, 1996), (ii) par la recherche de correspondance de leur spectre de masse avec ceux de la bibliothèque de spectre Wiley 275 et NIST, 2005 (iii) par comparaison de leur spectre de masse avec ceux rapportés dans la littérature (Adams, 2001 ; McLafferty, 1994)

2.4. Tests biologiques

2.4.1 Dispositif expérimental

2.4.1.1 Activité insecticide

Une culture du cotonnier a été mise en place sur une parcelle de la Station d'Expérimentation Agronomique de Lomé et a servi pour le piégeage d'*A. gossypii*. Des feuilles saines et celles infestées par le puceron ont été récoltées dans de différents bacs en plastique de dimensions (30cm x 20cm x 5,5cm) puis amenées au laboratoire. Six différentes concentrations (0 ; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5 et 1 ml/L) d'huile essentielle de *C. schoenanthus* et de l'insecticide chimique commercial Mospilan (Acétamipride) ont été préparées pour les différents tests. La concentration zéro (0) constituée de l'eau distillée a servi de témoin négatif (contrôle).

Les bioessais ont été effectués en utilisant la méthode IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) N°1 Version 2 (IRAC, 2009). Ils ont été effectués sur les adultes non ailés. Les feuilles saines de cotonniers collectées ont été soigneusement nettoyées pour servir, après leur trempage dans les différentes solutions, de support aux pucerons au cours des différents tests.

Les solutions tests ont été préparées chaque jour juste avant les tests, en diluant l'huile essentielle dans de l'eau distillée additionnée d'une petite quantité du Tween 80 comme émulsifiant à la concentration de 0,1% non toxique pour les insectes.

Les solutions ont été bien agitées avant le trempage des feuilles de cotonnier pendant 5 secondes. Les feuilles ainsi trempées dans les différentes solutions ont été ensuite séchées pendant 5 minutes à l'air libre pour évaporer l'eau de leurs surfaces. Enfin vingt (20) pucerons adultes aptères de stade 4 récoltés sur des plants de cotonniers sans aucune protection phytosanitaire ont été transférés sur la face inférieure de chaque feuille ainsi traitée à l'aide d'une brosse fine. Chaque feuille correspondant à une concentration donnée et portant 20 pucerons a été placée dans une boîte de Petri. Les tests ont été répétés 5 fois. Un petit morceau de coton hydrophile imbibé d'eau est placé à la base du pétiole de chaque feuille pour la maintenir fraîche pendant 24 heures. Les boîtes de

Petri et leurs contenus ont été ensuite placés dans les conditions de laboratoire (Température ambiante : 28 °C; humidité relative 80%) pour les différentes observations.

2.4.1.2. Détermination des taux de mortalité

Les taux de mortalité des insectes soumis aux différents produits à différentes concentrations, ont été évalués après 24 heures. Une loupe binoculaire a été utilisée pour dénombrer les insectes morts. Un insecte est considéré comme mort quand il ne réagit plus à un contact à l'aide d'une aiguille légèrement chauffée et posée sur les parties sensibles comme les antennes. La mortalité a été calculée et corrigée selon la formule d'Abbott (1925) :

$$M_c = \frac{M_e - M_t}{100 - M_t} \times 100$$

M_c = mortalité corrigée en pourcentage

M_e = mortalité de l'échantillon testé

M_t = mortalité dans le témoin non traité

2.5. Effet répulsif de l'huile essentielle sur papier filtre

L'effet répulsif de l'huile essentielle vis-à-vis des adultes aptères a été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par McDonald *et al.* (1970). Ainsi, les disques de papier filtre Wattman n°2 de 9 cm de diamètre utilisés à cet effet ont été coupés en deux parties égales. Cinq concentrations d'huile essentielle ont été préparées (0,2; 0,4; 0,6; 0,8 et 1 µl.L⁻¹) par dilution dans l'acétone. Ensuite, 0,5 ml de chacune des solutions ainsi préparées a été répandue uniformément sur une moitié du disque tandis que l'autre moitié a reçu uniquement 0,5 ml d'acétone. Cinq répétitions ont été effectuées pour chaque concentration.

Après quinze minutes, temps nécessaire pour l'évaporation complète du solvant de dilution, les deux moitiés des disques ont été ressoudées au moyen d'une bande adhésive. Le disque de papier filtre ainsi reconstitué a été placé dans une boîte de Pétri et un lot de 20 insectes, a été placé au centre de chaque disque.

Au bout de deux heures, le nombre d'insectes présents sur la partie de papier filtre traitée à l'huile essentielle (N_t) et le nombre de ceux présents sur la partie traitée uniquement à l'acétone (N_c) ont été relevés. Le pourcentage de répulsion (PR) a été calculé en utilisant la formule de McDonald *et al.* (1970) ci-après:

$$PR = \frac{N_c - N_t}{N_c + N_t} \times 100$$

2.6 Analyse des résultats

Les résultats obtenus ont été analysés statistiquement à l'aide du logiciel STATISTICA puis discriminés au test de Duncan au seuil de 5 %.

La concentration létale à 50 %, (CL₅₀) de chaque produit a été estimée après 24 heures d'exposition des insectes aux différentes concentrations testées. Ces valeurs ont été déterminées à partir d'une courbe étalon donnant les variations de la mortalité en fonction des concentrations croissantes des produits.

Le pourcentage moyen de répulsion pour l'huile essentielle a été calculé et attribué selon le classement de McDonald *et al.* (1970) à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à 5

III. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Analyse de l'huile essentielle

L'huile essentielle de *C. schoenanthus* utilisée est obtenue à partir de la biomasse sèche avec un rendement de 2,8% (m/m), elle est incolore et contient vingt trois composés représentant 98,56% des composés identifiés avec la pipéritone (66,40%) et la δ-2-carène (15,08%) comme composés majoritaires (Tableau I). Cet échantillon d'huile essentielle de *C. schoenanthus* est constitué essentiellement d'hydrocarbures monoterpéniques (23,77%) avec huit composés dont la δ-2-carène (15,08%) qui représente à elle seule 64% des hydrocarbures monoterpéniques identifiés. Cette huile contient aussi les monoterpènes oxygénés (70,97%) constitués par cinq composés avec principalement la pipéritone (66,40%) qui représente à elle seule 93,5 % de cette classe de composés. Enfin cet échantillon contient accessoirement les hydrocarbures sesquiterpéniques (1,71%) et les sesquiterpènes oxygénés (2,14%).

Tableau I: Composition chimique de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* du Togo

Composés identifiés	Indice de rétention IR ²	Aires des pics [%] ¹ <i>C. schoenanthus</i>
Hydrocarbures		23,77
monoterpéniques		
α-thujène	931	1,30
α-pinène	941	0,42
β-pinène	990	0,14
δ-2-carène	1002	15,08
α-phellandène	1010	0,49
α-terpinène	1023	1,65
limonène	1036	2,29
γ-terpinène	1068	2,40
Monoterpènes oxygénés		70,97
Trans hydrate de pinène	1123	1,28
Cis hydrate de pinène	1144	0,53
terpinéol-4	1171	0,84
α-terpinéol	1189	1,56
pipéritone	1253	66,4
Hydrocarbures		1,71
sesquiterpéniques		
β-élémane	1338	0,82
β-caryophyllène	1420	0,10
α-farnésène	1443	0,09
Tr-β-farnésène	1457	0,20
germacrene D	1487	0,32
σ-cadinène	1523	0,18
Sesquiterpènes oxygénés		2,14
oxyde de caryophyllène	1579	0,20
β-eudesmol	1651	0,78
α-eudesmol+ γ-eudesmol	1654	0,31
α-tiglate de citronnellyle	1658	0,82
Total identifié (%)		98,56

La composition chimique de cet échantillon d'huile essentielle est proche de celle précédemment décrite par certains auteurs au Togo (Koumaglo *et al.*, 1996 ; Koba *et al.*, 2003 ; Nadio *et al.*, 2013), mais différente de celle décrite par Shahi et Tava en Inde en 1993 avec le 2-undecanone (14,68%), la limonène (19,54%) et le camphène (7,98%) comme composés majoritaires.

¹ Les pourcentages des aires des pics sont calculés à partir de la colonne apolaire DB-5 et les valeurs sont les moyennes de trois répétitions

² Indices de rétention sur la colonne apolaire DB-5

Elle est aussi différente de celle décrite au Burkina- Faso par Onadja *et al.* en 2007 avec des proportions plus faibles en pipéritone (42%) et en δ -2-carène (8,2%).

L'essence obtenue au cours de notre étude présente aussi une grande différence avec celles décrites en Tunisie par Khadri *et al.* en 2007 avec la limonène (10,5–27,3%), le β -phellandrène (8,2–16,3%), σ -terpinène (4,3–21,2%) et α -terpinéol (6,8–11,0%) comme composés majoritaires. Cet échantillon présente aussi une très grande différence de celui décrit tout récemment par Katiki *et al.* en 2011 au Brésil dont les principaux composés sont le géraniol (62,5%), le géraniol (12,5%) et le néral (8,2%).

Les différences observées dans la composition chimique dans cet échantillon d'huile essentielle de *C. schoenanthus* du Togo comparé à celles de différentes origines pourraient être attribuées à leur potentiel génétique, aux conditions écologiques, aux variations climatiques et aux conditions de récolte, d'extraction et d'analyse.

3.2. Etude de la variation des taux de mortalité en fonction des concentrations après 1h, 3h, 5h et 24h d'exposition

Les figures 1 montrent les variations des taux de mortalité en fonction des concentrations pour chaque durée d'exposition à l'huile essentielle de *C. schoenanthus* et à l'insecticide chimique de synthèse, l'acétamipride.

Nous remarquons pour chaque figure, que quelle que soit la substance testée, on obtient une mortalité de 100% après 1 heure d'exposition. L'analyse de variance au seuil de 1% montre une corrélation parfaite pour l'ensemble des résultats (coefficient de corrélation égale à 0,816).

L'analyse statistique des résultats obtenus après 1h d'exposition à l'huile essentielle et la discrimination des moyennes au test de Duncan au seuil de 5 % permettent de distinguer deux groupes homogènes (tableau II). En effet de l'analyse de ce tableau, il en ressort que l'activité de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* à la concentration de 0,1 ml.L⁻¹, est statistiquement identique à celle obtenue à 0,2 ml.L⁻¹. Les effets de cette substance à des concentrations de 0,3, 0,5 et 1 ml.L⁻¹ sont aussi statistiquement

Tableau II : Discrimination des moyennes de mortalité au test de Duncan sur la sensibilité d'*A. gossypii* après 1h d'exposition à l'huile essentielle de *C. schoenanthus*.

Concentration (en ml.L ⁻¹)	Moyenne (%)	Groupe homogène
0,1	0	a
0,2	9	a
0,3	70	b
0,5	86	b
1	99	b

identiques. Les mêmes observations sont faites après 3h, 5h et 24h d'exposition.

En ce qui concerne l'insecticide chimique de synthèse, les résultats issus de l'analyse de la discrimination des moyennes au test de Duncan au seuil de 5% après 1h d'exposition permet de distinguer cinq groupes homogènes (tableau III).

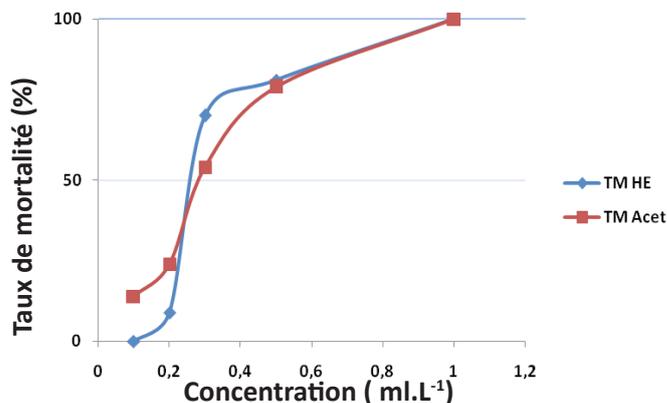


Fig. 1a : Variation du taux de mortalité en fonction de la concentration après 1h d'exposition

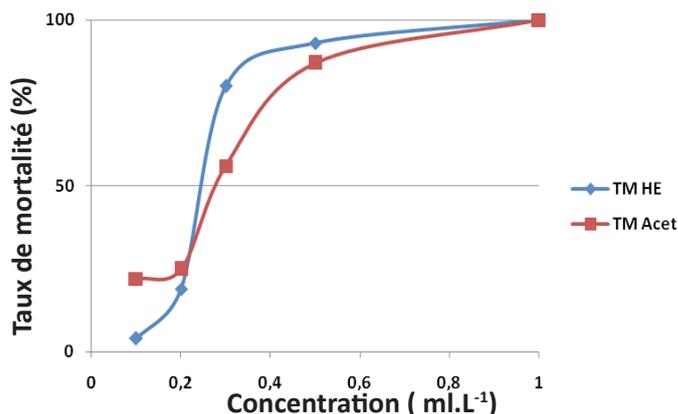


Fig. 1b : Variation du taux de mortalité en fonction de la concentration après 3h d'exposition

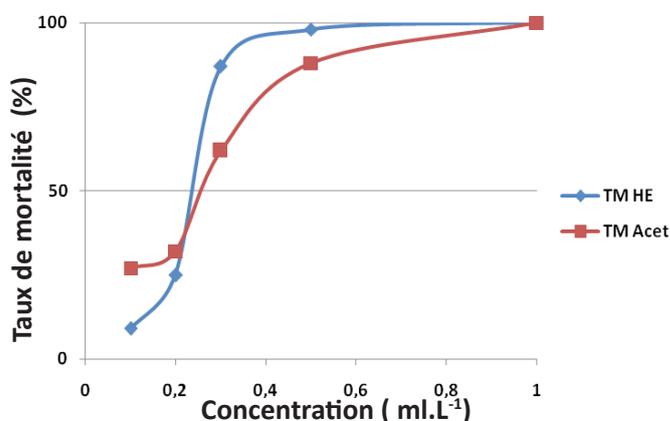


Fig. 1c : Variation du taux de mortalité en fonction de la concentration après 5h d'exposition

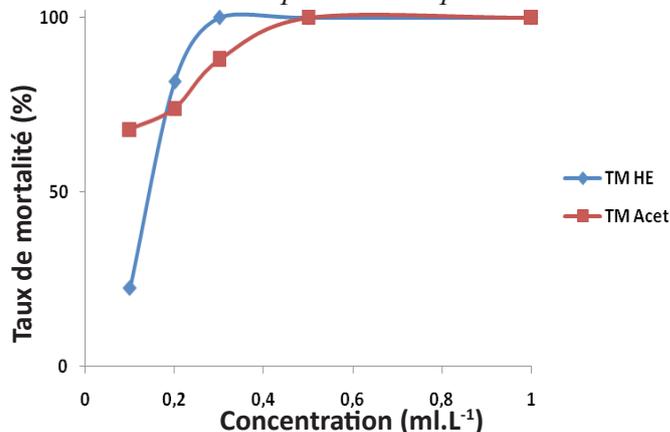


Fig. 1d : Variation du taux de mortalité en fonction de la concentration après 24h d'exposition

L'effet insecticide de l'acétamipride à différentes concentrations testées après 1h d'exposition est statistiquement différent. Ces taux

de mortalité obtenus traduisent en fonction de la concentration une

Tableau III : Discrimination des moyennes de mortalité au test de Duncan sur la sensibilité d'*A. gossypii* après 1h d'exposition à l'acétamipride.

Concentration (ml/L)	Moyenne (%)	Groupe homogène
0,1	14	a
0,2	24	b
0,3	54	c
0,5	79	d
1	100	e

courbe de tendance linéaire ($Y = 94,64X + 14,44$; $R^2 = 0,868$).

Après 24h d'exposition, l'effet insecticide de l'acétamipride à 0,1 ml.L⁻¹ est identique à celui observé à 0,2 ml.L⁻¹. De même l'effet insecticide à 0,5 ml.L⁻¹ est identique à celui obtenu avec la concentration de 1 ml.L⁻¹ (tableau IV).

L'analyse comparée des effets des substances testées montre qu'à toutes les heures d'exposition, l'activité insecticide de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* est identique à celle de

Tableau IV : Discrimination des moyennes de mortalité au test de Duncan sur la sensibilité d'*A. gossypii* après 24h d'exposition à l'acétamipride.

Concentration (ml.L ⁻¹)	Moyenne (%)	Groupe homogène
0,1	68	a
0,2	74	a
0,3	88	b
0,5	100	c
1	100	c

l'acétamipride à partir de 0,5 ml.L⁻¹.

3.3. CL₅₀ des substances testées

Les substances testées deviennent plus efficaces lorsque la durée d'exposition augmente (Tableau V). En comparant les CL₅₀ à chaque période d'exposition pour chaque substance, on ne note pas une différence significative ; L'analyse de variance pour les CL₅₀ des différentes substances, par le test F donne une probabilité de 0,724, ce qui montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les variances des CL₅₀ des deux substances testées. Ce qui implique que l'activité insecticide de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* est comparable à celle de l'insecticide chimique de synthèse.

3.4. Etude de la variation des taux de mortalité en fonction

Tableau V : CL₅₀ des différentes substances testées pour chaque heure d'exposition

Durée d'exposition (h)	CL ₅₀ (ml.L ⁻¹)	
	HE de <i>C. schoenanthus</i>	Acétamipride
1	0,401	0,375
3	0,327	0,331
5	0,270	0,277
24	0,111	0,031

des durées d'exposition pour chaque concentration

Les figures 2 montrent les variations des taux de mortalité en fonction des durées d'exposition à l'huile essentielle de *C. schoenanthus* et à l'insecticide chimique de synthèse, l'acétamipride.

A toutes les concentrations et quel que soit le produit testé, le taux de mortalité augmente en fonction de la durée d'exposition. Il apparaît qu'aux faibles concentrations (0,1 ml.L⁻¹ et 0,2ml.L⁻¹)

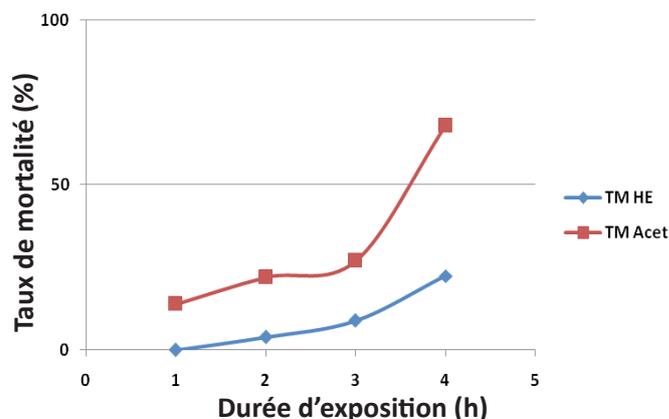


Fig. 2a : Variation du taux de mortalité en fonction de la durée d'exposition à la concentration de 0,1 ml.L⁻¹

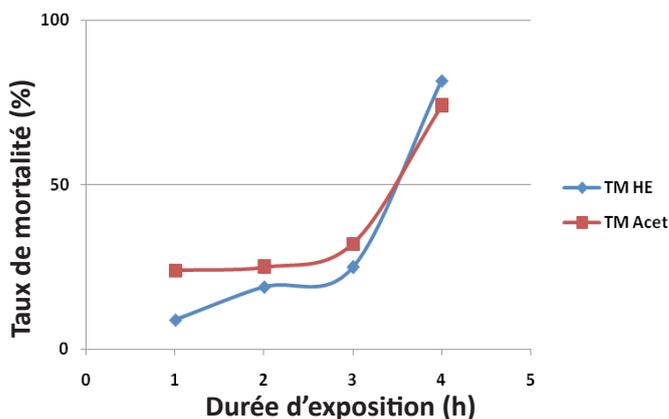


Fig. 2b : Variation du taux de mortalité en fonction de la durée d'exposition à la concentration de 0,2 ml.L⁻¹

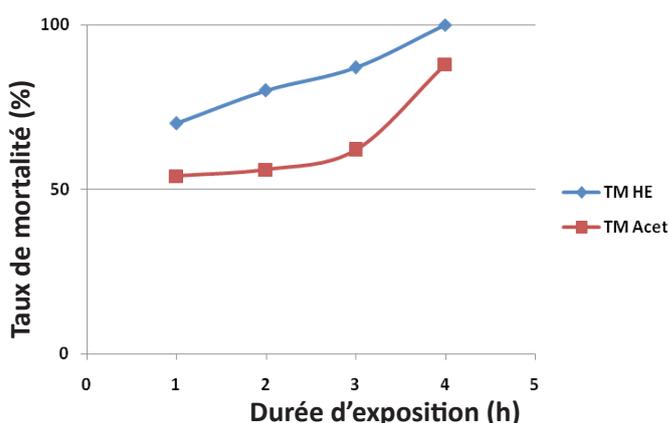


Fig. 2c : Variation du taux de mortalité en fonction de la durée d'exposition à la concentration de 0,3 ml.L⁻¹

l'insecticide chimique de synthèse est plus efficace que l'huile essentielle. Mais à des concentrations plus élevées (0,5 ml.L⁻¹ et 1 ml.L⁻¹) l'huile essentielle paraît plus efficace.

Dans les conditions de cette étude, l'huile essentielle de *C. schoenanthus* a eu un effet sur la survie des adultes des pucerons *A.*

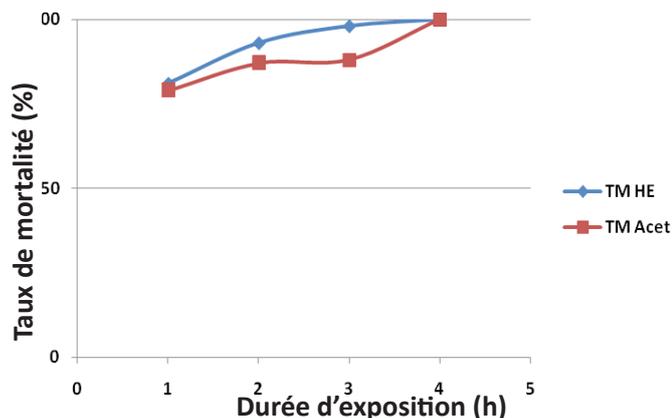


Fig. 2d : Variation du taux de mortalité en fonction de la durée d'exposition à la concentration de 0,5 ml.L⁻¹

gossypii. Les résultats obtenus après des tests biologiques réalisés avec les deux insecticides (huile essentielle de *C. schoenanthus* et l'acétamipride) ont montré une relation directe entre les taux de mortalité des pucerons et la concentration en produit d'une part, et d'autre part entre le taux de mortalité et la durée d'exposition. L'évolution du taux de mortalité montre que les effets toxiques dépendent des facteurs comme la concentration en produit et la durée d'exposition à ces produits. Les travaux de Yaka (2007) ont montré que les effets toxiques ou répulsifs d'une huile essentielle ou d'un extrait végétal dépendraient de plusieurs facteurs, entre autres sa concentration, sa composition chimique et le niveau de sensibilité des insectes cibles ; ce qui confirme les résultats obtenus.

L'huile essentielle de *C. schoenanthus* a été efficace et présente une activité insecticide proche de l'acétamipride car à des concentrations supérieures à 0,2 ml.L⁻¹, elle présente une activité insecticide comparable à ce dernier avec de forts taux de mortalité. Chiasson et Beloin (2007) ont, dans une étude, émis l'hypothèse selon laquelle les huiles essentielles agiraient directement sur la cuticule des insectes et acariens surtout ceux à corps mou dont les pucerons. C'est le cas du FACIN, qui est un produit à base d'huile essentielle de *Chenopodium ambrosioides*, un insecticide/acaricide qui a exercé une pression satisfaisante sur les thrips, les pucerons, les aleurodes et certains acariens et qui s'est avéré moins efficace avec des insectes à carapace dure tels que les coléoptères et les hyménoptères adultes et certains acariens prédateurs. Cela pourrait expliquer également les taux de mortalité très élevés enregistrés au cours de cette étude avec l'huile essentielle de *C. schoenanthus*. Des travaux récents ont montré que les monoterpènes inhibent la cholinestérase enzyme responsable de l'hydrolyse de l'acétylcholine (Grundy and Still, 1985 ; Ryan and Byrne, 1988 ; López and Pascual-Villalobos, 2010) qui est un neurotransmetteur excitateur le plus répandu

Tableau VI : Pourcentage de répulsion des pucerons *A. gossypii* après 2 heures d'exposition aux différentes substances.

Substances testées	Répulsion après 2 h d'exposition (%)					Répulsivité moyenne (%°)	Classe	Effet de la substance testée
	Concentrations (µL.L ⁻¹)							
	0,2	0,4	0,6	0,8	1			
HE <i>C. schoenanthus</i>	60	65	70	75	78	69,6	4	répulsive
δ-2-carène	20	25	30	35	40	23	2	Faiblement répulsive
Pipéritone	80	82	85	87	89	84,6	5	Très répulsive

chez les insectes. La non hydrolyse de l'acétylcholine entraîne l'augmentation de sa concentration qui induit une hyperactivité aboutissant à la mort de l'insecte. Ces composés peuvent aussi inhiber l'octopamine qui est un neuromodulateur spécifique des invertébrés, ayant un effet régulateur sur les battements du cœur, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme (Enan, 2001 ; Kostyukovsky et al.; 2002; Price and Berry; 2006) ou le cytochrome P450 des mono-oxygénases (De Oliveira et al.; 1997). En effet l'activité insecticide de l'essence *C. schoenanthus* qui renferme 94,77% de monoterpènes pourrait expliquer son inhibition de l'acétylcholinestérase, de l'octopamine ou du cytochrome P450 des mono-oxygénases.

3.5 Etude de l'effet répulsif de l'huile essentielle de *C. schoenanthus*

Les résultats du tableau VI montrent que l'essence de *C. schoenanthus* a un effet répulsif sur les adultes d'*A. gossypii* avec un pourcentage moyen de répulsion de 69,6 % le rangeant dans la classe 3 selon McDonald et al.(1970). Ce tableau indique un effet très répulsif de la pipéritone et faiblement répulsif du δ-2-carène avec respectivement des pourcentages de répulsion de 84,6% et 23%. Enfin d'une manière générale, cette huile essentielle a des propriétés répulsives sur *A. gossypii*. Cette propriété de l'essence de *C. schoenanthus* pourrait s'expliquer par le potentiel très répulsif de la pipéritone à l'état pur constaté dans ce travail et qui est l'un des composés majoritaires de l'huile essentielle de *C. schoenanthus*. Le second composé le δ-2-carène se révèle faiblement répulsif vis-à-vis d'*A. gossypii*. L'effet répulsif de l'essence entière comparée à celle de la pipéritone pourrait se justifier par l'existence de certains composés ayant un effet antagoniste à celui de la pipéritone.

Certains travaux effectués ont aussi montré l'effet répulsif des huiles essentielles sur des insectes. En effet les travaux d'Aïboud et al. (2011) ont montré un effet répulsif important des huiles essentielles extraites de *Syzygium aromaticum*, d'*Eucalyptus smithii* et de *Pimenta racemosa* sur l'insecte *Callosobruchus maculatus*. Utilisées aux doses de 5, 10, 15 et 20 µl diluées dans 0,5 ml d'acétone, ces huiles ont donné respectivement des taux de répulsion de 86%, 86% et 87% après une demi-heure d'exposition.

Les plantes du genre *Citrus* sont aussi connues pour avoir des propriétés répulsives remarquables. En effet des tests réalisés avec des espèces *C. limonum*, *C. paradisi*, et *C. aurantium* donnent respectivement des taux de répulsion de 75%, 65% et 85% sur l'insecte *Acanthoscelides obtectus* (Hamdani, 2012). Sur le même insecte, Ndomo et al. (2009) rapportent que les différentes doses de l'huile essentielle des feuilles de *Callistemon viminalis* (0,031 à 0,25 µl.cm⁻²) ont occasionné une répulsion dont le taux varie de 36,6 à 80%.

Dans tous les cas étudiés, il est important de souligner l'effet dose sur la répulsivité des substances testées. Plus la concentration est élevée, plus la substance est plus répulsive.

La pluralité de composés actifs dans l'huile essentielle testée

contribuera à la résolution du problème de résistance des ravageurs face aux insecticides chimiques de synthèse.

L'espèce *C. schoenanthus* étant une espèce adaptée aux conditions de sécheresse, elle sera plus facilement cultivable en toute saison, et fournir une biomasse importante. Malgré cet atout, il est important de tenir compte des conditions climatiques qui peuvent influencer la teneur en huile essentielle de la plante. L'utilisation de l'huile essentielle sur de très grande superficie reste limitée, compte tenu de faibles rendements d'extraction et le problème de rémanence.

4. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le PPAAO-TOGO et l'Université de Lomé pour leurs soutiens matériels et financiers pour la réalisation de ce travail.

5. CONCLUSION

L'huile essentielle de *C. schoenanthus* a montré une activité biocide et répulsive intéressante sur les pucerons adultes aptères de stade 4 d'*A. gossypii*. La concentration minimale pour obtenir 100% de mortalité a été estimée à 0,3 mL.L⁻¹ et la CL₅₀ de 0,111 mL.L⁻¹. L'huile essentielle de *C. schoenanthus* a induit des taux de mortalité identiques à ceux de l'acétamipride pour des concentrations supérieures ou égales à 0,3 mL.L⁻¹ après 24h d'exposition. Elle a montré un effet répulsif plus faible que celui de la pipéritone. En effet cette essence peut être utilisée comme matière première active dans la formulation de biopesticides. Nos travaux se poursuivent dans ce sens afin de trouver une formulation appropriée qui sera testée en milieu paysan sur une parcelle de cotonnier.

BIBLIOGRAPHIE

- Abbott W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265-267.
- Adams R. P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography /quadrupole mass spectroscopy. *Carol Stream, Illinois, Allured Publishing Corporation*. p 2-8.
- Aïboud K., 2011. Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) et impact des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata*, Mémoire de Magister en Sciences biologiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 58p.
- Akantétou P. K., Koba K., Nenonene A. Y., Poutouli W. P., Raynaud C. et Sanda K. 2011. Evaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle d'*Ocimum canum* Sims sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 5 (4): 1491-1500.
- Cauquil J. 1993. Maladies et Ravageurs du Cotonnier en Afrique au sud du Sahara (Deuxième édition). CIRAD-CA/CFDT : Paris ; p.92.
- Chiasson H, Beloin N. 2007. Les huiles essentielles, des biopesticides nouveaux». Revue de littérature. *Bulletin de la société d'entomologie du Québec. Antennae*,14(1): 3-6.
- Clevenger J.F., 1928. Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of American Pharmaceutics Association*. 17: 336-341.
- Craveiro A.A., Matos F.J., Alencar J.W. 1976. A simple and inexpensive steam generator for essential oils extraction. *Journal of Chemical Education*. 53: 652.
- Deguine J.-P., Ferron P. 2004. Protection des cultures et développement durable bilan et perspectives. Courrier de l'environnement de l'INRA n°52, septembre 2004.CIRAD, Montpellier, France.
- De Oliveira, A. C., Ribeiro-Pinto, L. F., Paumgarten, J. R. 1997. In vitro inhibition of CYP2B1 monooxygenase by beta-myrcene and other monoterpenoid compounds. *Toxicology Letters*. 92 39-46.
- Enan E. 2001. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 130C: 325-33.
- Grundy, D.L., Still, C. C., 1985. Inhibition of acetylcholinesterases by pulegone-1,2-epoxide. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 23:383-388.
- Hamdani D., 2012. Action des huiles et de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du Haricot, *Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Coleoptera : Bruchidae), Mémoire de Magister en Sciences biologiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 97p.
- Hoyer A.P., Gerdes A.M., Jorgensen T., Rank F. & Hartvig H.B. 2002. Organochlorines, p53 mutations in relation to breast cancer risk and survival. A Danish cohort-nested case-controls study. *Breast Cancer Research and Treatment*. 71 (1) : 59-65.
- IRAC, (2009). All Methods 2. Susceptibility test methods series. Version 2. Method N°1. Site Web <http://www.ircac-online.org> (consulté le 13/03/ 2014).
- Kataki L.M., Chagasb A.C.S., Bizzoc H.R., Ferreirad J.F.S., Amarante A.F.T. 2011. Anthelmintic activity of *Cymbopogon martinii*, *Cymbopogon schoenanthus* and *Mentha piperita* essential oils evaluated in four different in vitro tests. *Veterinary Parasitology*. (183): 103– 108.
- Ketoh K. G., Glitho I. A., Koumaglo H. K. 2004. Activité comparée des huiles essentielles de trois espèces du genre *Cymbopogon* (Poaceae). *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*. 018, 21 – 34.
- Khadri A., Serralheiro M.L.M., Nogueira J.M.F., Neffati M., Smiti S., Araújo M.E.M. 2008. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of essential oils from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. Determination of chemical composition by GC–mass

spectrometry and ^{13}C NMR. *Food Chemistry*. 109: 630–637.

Koba K., Sanda K., Raynaud C., Mandin D., Millet J., Chaumont J.P., (2003). Activités antimicrobiennes d'huiles essentielles de trois *Cymbopogon* sp. africains vis-à-vis de germes pathogènes d'animaux de compagnie. *Journal de Mycologie Médicale*. **13** : 175-185.

Kondjoyan N. and Berdagre J. L., 1996. A compilation of relative retention indices for the analysis of aromatic compounds. Edition Laboratoire Flaveur, Station de Recherche sur la viande, INRA de Theix, St Genes Champanelle, France. 234 p.

Koumaglo K., Dotse K., Akpagana K., Gameau F.X., Gagnon H., Jean I.F., Moudachirou M., Addae-Mensah I., 1996. Analyse des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du Togo. *Rivista Italiana*. EPPOS.7: 680-691.

Kostyukovsky M., Rafaeli A., Gileadi C., Demchenko N., Shaaya E. 2002. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. *Pest Management Science*. 58: 1101–1106.

Lajide L., Escoubas P. & Mitzutani J. 1995. Termite antifeedant activity in *Xylopiya aethiopica*. *Phytochemistry*. 40(4): 1105-1112.

López M.D., Pascual-Villalobos M.J. 2010. Mode of inhibition of acetylcholinesterase by monoterpenoids and implications for pest control. *Industrial Crops and Products*. 31 : 284–288.

McDonald L.L., Guy R.H. & Speirs R.D., 1970. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insects. Marketing. Res. Rep. n° 882. Washington: Agric. Res. Service, US. Dept of Agric., 183 p.

McLaferty F.W. 1994. The Wiley Registry of Mass Spectral Data; 6th ed. Spectrometry Library Search System Bench-Top/PBM, version 3.10., Newfield.

Nadio A.N., Koba K., Poutouli W., Akantetou P., Laba B., Bokobana E. M., Raynaud C., Sanda K. (2013). Activités insecticides de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. sur les larves de stade II de *Dysdercus voelkeri*

Schmidt (Heteroptera:Pyrrhocoridae). *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*. 035:8 – 14

National Institute of Standards and Technology, 2005. PC Version 1.7 of The NIST/EPA/NIH Mass Spectra Library. Perkin-Elmer Corp: Norwalk, CT.

Ndomo A. F., Taponjougou A. L., Tendonkeng F. et Tchouanguép F. M., 2009. Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Coleoptera : Bruchidae). *Tropicicultura*. 27(3): 137-143.

Onadja Y., Ouedraogo A., Samate A.D. 2007. Chemical composition and physical characteristics of the essential oil of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng of Burkina Faso. *Journal of Applied Sciences*. 7(4): 503-506.

Price D. N., Berry M. S. 2006. Comparison of effects of octopamine and insecticidal essential oils on activity in the nerve cord, foregut, and dorsal unpaired median neurons of cockroaches. *Journal of Insect Physiology*. 52 : 309-319.

Ryan M. F. and Byrne O. 1988. Plant-insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase. *Journal of Chemical Ecology*. 14: 1965-1975.

Sanda K., Koba K., Poutouli W., Idrissou N. et Agossou A.B. 2006. Pesticidal properties of *Cymbopogon schoenanthus* against the diamond black moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Hyponometidae). *Discovery and Innovation*. **18**: 212 – 217.

Shahi A.K., et Tava A., 1993. Essential oil composition of three *Cymbopogon* species of Indian Thar desert. *Journal of Essential Oil Research*. 5(6): 639-643.

Wood T.G. and Pearce M.J. 1991. Termites in Africa: the environmental impact of control measures and damage to crops, tree, rangeland and rural buildings. *Sociobiology*. **19** (1): 221-234.

Yaka P., 2007. Etude des propriétés insecticides de l'huile essentielle d'*Aoellanthus pubescens* Benth sur les chenilles de deux Lépidoptères sur *Solanum macrocarpon* L. (Gboma). Mémoire d'ingénieur agronome. Université de Lomé 57p.