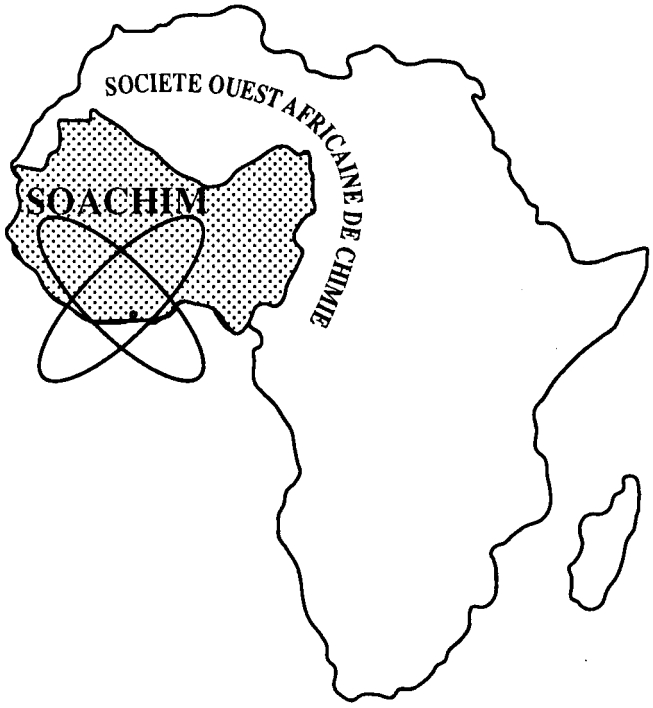
Efficacité fongicide de trois biopesticides à base d'huiles essentielles sur les principaux champignons associés aux semences de niébé au Burkina Faso

Toé Mahomed, Zida P. Elisabeth, Sawadogo Ignace, Soalla W. Romain, Nébié H. Ch. Roger

Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie
J. Soc. Ouest-Afr. Chim. (2022), 051 38 - 44
27ème Année, 2022



ISSN 0796-6687
Code Chemical Abstracts : JSOCF2
Cote INIST (CNRS France) : <27680>
Site Web: **http://www.soachim.org**

Efficacité fongicide de trois biopesticides à base d'huiles essentielles sur les principaux champignons associés aux semences de niébé au Burkina Faso

Toé Mahomed[1], Zida P. Elisabeth[2], Sawadogo Ignace[1], Soalla W. Romain[2], Nébié H. Ch. Roger[1]

[1] *Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), Département Substances Naturelles, 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso.*
[2] *Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Laboratoire de Phytopathologie, CREAF Kamboinsé, 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso.*

(Reçu le 18/06/2021 – Accepté après corrections le 17/02/2022)

Résumé : L'efficacité antifongique de trois biopesticides dénommés Chirane, Lirane et Ocirane, formulés respectivement à base des huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus*, *Lippia multifliora* et *Ocimum americanum*, a été testée sur les champignons transmis par les semences de niébé. La méthode du papier buvard a été utilisée pour l'analyse sanitaire des semences. Pour chaque formulation, deux doses de 5g/kg et 10g/kg ont été appliquées par enrobage des semences, en présence d'un fongicide de référence, d'un témoin non traité et d'un traitement à l'eau chaude. A la dose de 10 g/kg, Chirane a permis de réduire les taux de contamination par *C. dematium* et *Fusarium* spp. à 25% et 4% respectivement contre 52 et 13% pour le témoin non traité. Lirane à la même dose, a provoqué une inhibition totale de *M. phaseolina* (0% contre 6% pour le témoin non traité), tandis que Ocirane a permis d'obtenir des taux d'infection très faibles par *Cladosporium* sp. et *M. phaseolina* de 7% et 0,5%, respectivement, contre 57,5% et 10% pour les semences non traitées. L'efficacité des biopesticides contre ces différents champignons a été cependant inférieure (0-25% de semences infectées) à celle du fongicide de référence (0-5% de semences infectées).

Mots clés : antifongique, biopesticide, niébé, semence

Antifungal efficacy of three biopesticides on the main fungi associated with cowpea seeds in Burkina Faso

Abstract : Antifungal efficacy of three biopesticides namely Chirane, Lirane and Ocirane, formulated respectively from essentials oils of Cymbopogon schoenanthus, Lippia multifliora *and* Ocimum americanum, was tested on cowpea seed-borne fungi. Blotting paper (ISTA, 1999) and Mathur and Kongsdal (2003) methods has been used respectively for seeds health analysis and effect of biopesticides on emergence of young plants and their development. Two doses of 5g/kg and 10g/kg were applied for each formulation, in the presence of a benchmark fungicide and an untreated control. Chirane reduced contamination by *C. dematium* and *Fusarium* spp. (25% and 4% respectively against 52 and 13% for the witnesses), Lirane led to a significant decrease in *M. phaseolina* infection (0% against 6%) and Ocirane, decreased contamination of *Cladosporium* sp., *C. dematium*, *M. phaseolina* and *Fusarium* spp. (7%, 29%, 0.5% and 1.5% respectively, against 57.5%, 40, 10 and 6.5% for the control). The antifungal effect of the biopesticides was lower than that of the benchmark fungicide.

Key words: antifungal, biopesticide, cowpea, seed

[1] Auteur correspondant *:Toé Mahomed, Email :* ahmedtoe@yahoo.fr

1. Introduction

Le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) est une importante denrée de base en Afrique subsaharienne, particulièrement dans les savanes arides de l'Afrique de l'Ouest [1]. Au Burkina Faso, il représente la plus importante légumineuse avec une production en 2018 estimée à 683 174 tonnes [2]. L'intérêt économique et alimentaire du niébé en a fait une spéculation cultivée dans toutes les zones agro-écologiques du pays [3]. Sa richesse en protéines (22 à 24%) lui confère un rôle important dans l'équilibre nutritionnel des populations urbaines et rurales [3, 4]. Les variétés extra-précoce et précoce du niébé représentent une alternative pour la sécurité alimentaire pendant les périodes de soudures. Aussi, grâce à sa capacité de fixer l'azote atmosphérique, cette culture représente une solution de substitution aux engrais synthétiques [5].

Des contraintes pèsent cependant encore sur la production de cette spéculation au Burkina Faso parmi lesquelles, les maladies fongiques qui représentent 70% des maladies des plantes cultivées [6]. Au nombre de celles-ci il y a les fontes de semis, les pourritures des racines et du collet, les taches brunes, etc. L'infection peut atteindre les graines avant la récolte, ou après la récolte, pendant le séchage et le stockage. Les conséquences liées à ces maladies sont multiples et d'ordre économique, alimentaire et sanitaire. L'usage des produits chimiques demeure le principal moyen de lutte contre ces maladies. Leur utilisation abusive engendre des problèmes de santé tels que les intoxications alimentaires, les problèmes d'infertilités, les cancers, le déficit immunitaire, les perturbations du développement neurologique et comportemental, les perturbations du métabolisme et le diabète [7, 8]. Ainsi, une alternative de lutte respectueuse de la santé et de l'environnement doit être envisagée. L'étude du potentiel insecticide des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Ocimum americanum* et *Cymbopogon schoenanthus*, a permis de mettre au point des formulations solides à base de ces huiles pour la protection post récolte des graines d'arachide et de maïs en stock contre les insectes ravageurs [9]. Les huiles de ces plantes présentent par ailleurs des propriétés fongicides [10, 11, 12, 13]. La présente étude vise ainsi à évaluer l'efficacité des trois formulations bio-insecticides contre les champignons associés aux semences de niébé.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Pour l'étude, la variété de niébé KVx 61-1 a été utilisée. Elle a été produite pendant la campagne agricole 2018 à la station expérimentale de l'INERA sise à Kamboinsé, côté nord de Ouagadougou (latitude 12°28 Nord et 1°32 Ouest).

2.2. Biopesticides à base d'huiles essentielles

Il s'agit de trois formulations solides prêtes à l'emploi à base d'huiles essentielles dénommées Lirane, Ocirane et Chirane. Lirane a été formulée à partir de l'huile essentielle de *Lippia multiflora*, Ocirane à partir de l'huile essentielle de *Ocimum americanum* et Chirane formulée à partir de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus.*

2.3. Procédure de traitement des semences avec les pesticides

Le traitement des semences avec les biopesticides ainsi qu'avec le fongicide chimique ont été faits par enrobage. Pour chaque formulation, deux doses de 5g/kg et de 10g/kg de semences ont été testées. Les tests ont été effectués en présence d'un traitement des semences avec l'eau chaude, d'un témoin non traité et d'un traitement avec un fongicide de référence, le Calthio MIX 485 WS (imidaclopride, thirame et metalaxyl) [14]. Ainsi, cinq traitements par formulation ont été testés :

- semences non traitées ;
- semences traitées avec le Calthio MIX 485 WS à la dose de 5g/kg de semences ;
- semences traitées avec l'eau chaude ;
- semences traitées avec le biopesticide à la dose 1 (5g/kg de semences) ;
- semences traitées avec le biopesticide à la dose 2 (10g/kg de semences).

2.4. Procédure de traitement des semences avec l'eau chaude

Cette méthode consiste à désinfecter les semences en utilisant l'eau chaude. La procédure est décrite comme suit :

- 100g de semences ont été placés dans un bécher en verre contenant 300 mL d'eau distillée et laissés en trempage pendant 30 min à la température ambiante (20-28°C) ;
- 300 mL d'eau distillée bouillante ont ensuite été ajoutés aux semences en trempage (ceci ramène la température à 55-62 °C) et laissés refroidir pendant 10 min ;
- les semences ont été enfin égouttées puis séchées à l'air sous une hotte pendant au moins 20 heures.

2.5. Analyse sanitaire des semences

L'analyse sanitaire des semences a été réalisée selon la méthode du papier buvard [15]. Les semences ont été disposées à équidistance les

unes des autres dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre (10 graines par boîte de Pétri) contenant 3 couches de papier buvard imbibé d'eau distillée stérile. Pour chaque traitement, 200 graines ont été utilisées en 4 répétitions de 50, suivant un dispositif expérimental bloc Fischer. Les boîtes ensemencées ont été maintenues en incubation dans une chambre à 22±3°C et éclairé par un cycle alternatif de 12 heures par jour d'obscurité et 12 heures de lumière proche ultra-violette, pendant sept jours [16]. Les semences incubées ont été retirées puis inspectées individuellement au stéréomicroscope Leica M210 (Plage de zoom 7.5 – 60x) pour l'identification des champignons grâce à leurs caractères macroscopiques (couleur du mycélium, pycnides, acervules, conidiophores, etc.). Un prélèvement du champignon observé est monté ensuite entre lame et lamelle et observé au microscope optique Motic BA210 (Oculaires grand champ N-WF 10 x / 20 mm avec réglage de dioptrie sur les deux tubes, tête rotative 360° binoculaire, 4 objectifs CCIS EF-N PLANS 4x, 10x, 40x et 100x à immersion). L'identification du champignon est confirmée en examinant la forme des conidies, la structure du mycélium en se référant au manuel d'identification des champignons de Mathur et Kongsdal [16]. Les espèces de champignons présentes sur chaque graine ont été notées et le pourcentage de graines infectées par un champignon donné a été calculé pour chaque traitement appliqué aux semences. L'effet de chaque traitement appliqué aux semences dans le contrôle des champignons a été évalué en comparaison avec les indices d'infection des champignons obtenus avec les semences non traitées ou celles traitées avec le fongicide de référence.

2.6. Analyse statistique des données et expression des résultats

Les données ont été soumises à une analyse de variance à l'aide du logiciel SAS (Statisticial Analysis System), version 8. Pour chaque variable mesurée, le calcul et la séparation des moyennes des traitements ont été effectués selon le test de Duncan (Duncan Multiple Range Test) au seuil de 5%.

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Effets des biopesticides sur les champignons transmis par les semences de niébé

Cladosporium spp., *Colletotrichum dematium*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp., *Aspergillus flavus* et *Choanephora cucurbitarum* ont été les principaux champignons détectés sur les semences de niébé.

3.1.1.1. Effets de chirane sur les champignons transmis par les semences de niébé

L'analyse de variance (ANOVA) a montré que les différents traitements appliqués aux semences ont eu des effets significatifs sur l'infection des semences par les champignons considérés (**Tableau I**). Les pourcentages de semences infectées par ces champignons ont varié de 0,5 à 52% pour les semences non traitées, de 0 à 12,5% pour celles traitées avec l'eau chaude, de 1 à 39,5% et de 0 à 38% pour celles traitées avec Chirane à la dose 1 et à la dose 2, respectivement, et enfin de 0,5 à 7,5% pour les semences traitées avec le fongicide (**Figure 1**). L'emploi du fongicide a permis une réduction importante de *Cladosporium* spp. (1,5% de taux d'infection) par rapport au témoin non traité (16,5%), pendant que Chirane, quel que soit la dose a plutôt favorisé le développement de ce champignon sur les graines (38%). Tous les traitements ont permis de réduire significativement *C. dematium*, le meilleur contrôle ayant été assuré par l'eau chaude et le fongicide. En effet, ces deux traitements ont permis de diminuer le taux d'attaque de *C. dematium* de 52%, à 2,5% et 0,5%, respectivement. Les résultats ont également montré que les semences traitées avec Chirane à la dose 2 ont été significativement moins infectées par *C. dematium* (25% de taux d'infection) que celles traitées avec la dose 1 (39,5%). Parmi les traitements, l'eau chaude a permis d'inhiber totalement le développement de *M. phaseolina* et *C. cucurbitarum* (0% de taux d'attaque) sur les semences, mais a plutôt stimulé celui de *A. flavus* (12,5%) par rapport au témoin non traité (0,5%). La meilleure protection contre *Fusarium* spp. a été obtenue avec le fongicide (1,5%) et Chirane à la dose 2 (4%) contre 13% de taux d'infection pour le témoin non traité.

3.1.1.2. Effets de Lirane sur les champignons transmis par les semences de niébé

Les résultats de l'analyse de variance présentés dans le **tableau I** ont révélé que les traitements des semences ont eu un effet significatif sur tous les champignons exception faite de *A. flavus* pour lequel aucune influence des traitements n'a été notée. Les taux d'infection des semences par les différents champignons ont été représentés sur la **figure 2**. Ces résultats ont montré un effet inhibiteur significatif des traitements des semences avec le fongicide et l'eau chaude sur *Cladosporium* spp., *C. dematium*, *M. phaseolina* et *Fusarium* spp. par rapport au témoin non traité.

Tableau I : Résultats d'analyse de variance des effets des formulations sur le taux d'infection des semences de niébé par différents champignons

Source de variation	D L	*Cladosporium* spp. (%)			*Colletotrichum dematium* (%)			*Macrophomina phaseolina* (%)			*Aspergillus flavus* (%)			*Fusarium* spp. (%)			*Choanephora cucurbitarum* (%)		
		CM	F	P	CM	F	P	CM	F	P	CM	F	P	CM	F	P	CM	F	P
CHIRANE Traitements	4	931,59	16,54	<0,0001	1471,38	82,42	<0,0001	3,11	6,76	0,0026	5,18	12,28	<0.0001	2,81	5,08	0,0086	1,94	3,94	0,0221
LIRANE Traitements	4	620,11	21,12	<0,0001	542,86	25,33	<0,0001	3,53	18,31	<0,0001	0,64	2,13	0,1269	11,93	12,7	<0,0001	0,97	3,34	0,0383
OCIRANE Traitements	4	1538,0	61,22	<0,0001	1118,04	49,56	<0,0001	4,92	30,83	<0,0001	2,21	27,63	<0.0001	2,34	7,77	0,0013	1,45	7,22	0,0019

DL : degré de liberté ; CM : carré moyen ; F : rapport du carré moyen des traitements sur le carré moyen de l'erreur ; P : probabilité.

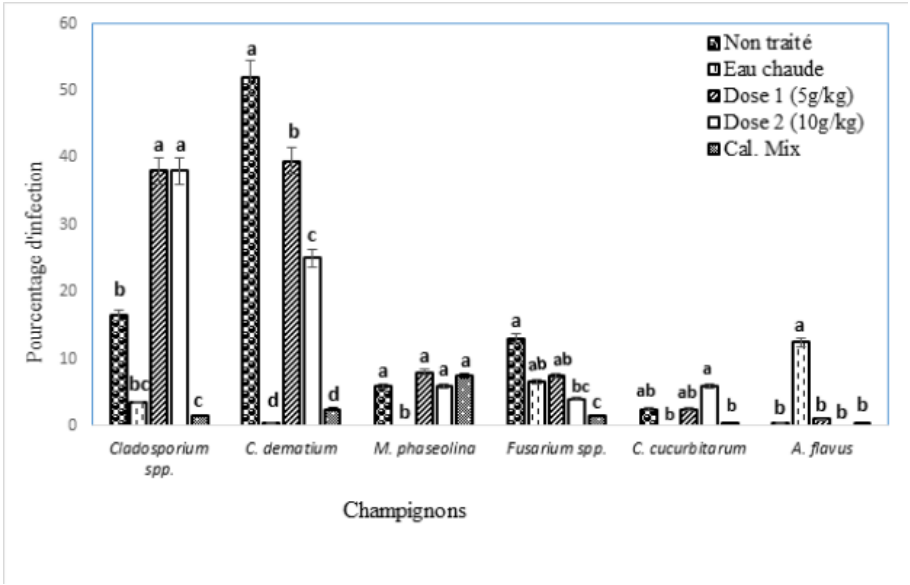


Figure 1 : Effet du traitement avec le biopesticide Chirane sur le taux d'infection des semences de niébé par les champignons.
[Les séries (histogrammes) portant la même lettre sur le même champignon ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%].

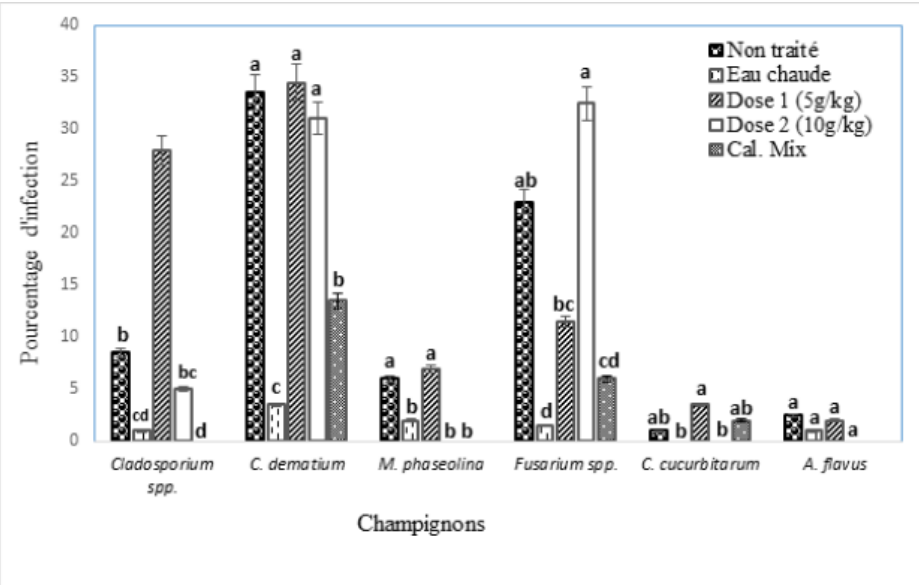


Figure 2 : Effet du traitement avec le biopesticide Lirane sur le taux d'infection des semences de niébé par les champignons.
[Les séries (histogrammes) portant la même lettre sur le même champignon ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%].

En effet, les taux initiaux d'infection des semences par ces champignons qui étaient respectivement de 8,5%, 33,5%, 6% et 23%, ont été ramenés à 1%, 3,5%, 2% et 1,5%, respectivement, avec l'eau chaude, et à 0%, 13,5%, 0% et 6%, respectivement, avec le fongicide. Le traitement des semences avec Lirane à la dose 2 a permis d'inhiber totalement l'infection par *M. phaseolina* (0%) tout comme le fongicide. Par contre, Lirane, quel que soit la dose employée, n'a eu aucun effet sur le développement de *C. dematium* (31-34,5%). La dose 1 a stimulé la croissance de *Cladosporium* spp. (28% de taux d'infection) par rapport au témoin non traité (8,5%) pendant que la dose 2 a légèrement inhibé la croissance du champignon sur les semences (5%). A l'opposé, pendant que la dose 2 a légèrement stimulé le développement de *Fusarium* spp., (32,5% de taux d'infection contre seulement 23% pour le témoin), la dose 1 a relativement freiné la croissance du champignon (11,5%).

3.1.1.3. Effets de Ocirane sur les champignons transmis par les semences de niébé

Une analyse de variance a mis en évidence une influence significative des traitements à base du bio-insecticide Ocirane appliqué aux semences sur les niveaux d'attaque des différents champignons (**Tableau I**).

Pour la majorité des champignons, les taux d'infection les plus élevés ont été enregistrés sur les semences non traitées et les taux les plus faibles sur les semences traitées avec le fongicide ou avec l'eau chaude (**Figure 3**).

Le traitement des semences avec l'eau chaude a entraîné des baisses significatives d'infections des semences de 3 et 2,5% par *Cladosporium* spp. (3%), *Fusarium* spp. (2,5%) et une inhibition complète chez *C. dematium*, *M. phaseolina* (0%) par rapport aux semences non traitées qui enregistré des taux d'infection respectifs de 57,5%, 40%, 10% et 6,5%.

De même, l'utilisation du fongicide a permis de freiner le développement de *C. dematium* (6,5% de taux d'attaque) et de *M. paseolina* (4%) par rapport au témoin non traité (40% et 10%, respectivement) et d'éliminer totalement *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp. et *C. cucurbitarum* sur les graines.

Le traitement des semences avec Ocirane aux deux doses, a également permis de réduire les infections par *Cladosporium* spp., l'effet observé étant plus élevé avec la dose 2 (7% de taux d'infection) qu'avec la dose 1 (28%). La dose 1 a en outre réduit *Fusarium* spp. (1,5% de taux d'infection contre 6,5% pour le témoin non traité) et inhibé complètement *A. flavus*, pendant que la dose 2 a contrôlé efficacement *M. phaseolina* (0,5% de semences infectées contre 10% pour le témoin non traité), tout en inhibant totalement la croissance de *C. cucurbitarum* et *A. flavus*. A l'opposé, les traitements semences avec l'eau chaude et Ocirane à la dose 1, ont favorisé l'infection par *A. flavus* (5,5%) et de *C. cucurbitarum* (4%), respectivement, en comparaison au témoin non traitée (0% et 1,5% respectivement). Ocirane, quel que soit la dose n'a eu aucun effet significatif sur *C. dematium*.

3.2. Discussion

Six champignons majeurs ont été détectés sur les semences de niébé et pris en compte dans cette étude. L'application des bio-insecticides sur les semences naturellement contaminées par ces champignons a permis d'en inhiber au moins un d'entre eux, mettant ainsi en évidence l'effet antifongique de ces bio-insecticides.

Chirane aux doses de 5g/kg et 10g/kg de semences, a entrainé une réduction de l'infection des semences par *C. dematium* et *Fusarium* spp. en comparaison aux semences non traitées, avec toutefois une efficacité plus grande obtenue avec la dose de 10g/Kg de semences. *M. phaseolina* a été le seul champignon inhibé par le bio-pesticide Lirane à la dose de 10g/Kg de semences. Ocirane a eu le plus large spectre d'action car ayant montré une efficacité contre *Cladosporium* spp., *M. phaseolina* et *Fusarium* spp. L'efficacité de ces traitements sur les champignons serait attribuée à la présence des molécules chimiques d'huiles essentielles encore actives dans les formulations. Plusieurs auteurs ont en effet, montré l'efficacité de ces huiles sur des espèces de champignons. Ainsi, une inhibition totale de *A. flavus, Fusarium oxysporum* et *Bipolaris maydis*, des champignons affectant la germination des semences de maïs et de niébé a été obtenue avec l'huile essentielle de *C. schoenanthus* [10]. Zida et *al*. [17] ont également mis en évidence l'efficacité des huiles essentielles de *C. schoenanthus, C. giganteus* et *C. nardus* contre les champignons transmis par les semences de sorgho et de mil. Des effets similaires d'huiles essentielles d'autres plantes appartenant au genre *Cymbopogon* ont aussi été rapportés. En effet, Dabiré et *al*. [18] ont montré que l'extrait aqueux de *Cymbopogon citratus* a inhibé la croissance mycélienne des champignons du genre *Fusarium* transmis par les semences d'oignon. Sun et *al*. [19] ont rapporté une activité antifongique des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* sur *Cladosporium* sp., *A. niger* et *Mucor* à de faibles concentrations. Les mêmes auteurs ont aussi montré l'efficacité des huiles essentielles de *Cymbopogon martini* contre *Candida* sp., *Aspergillus fumigatus* et

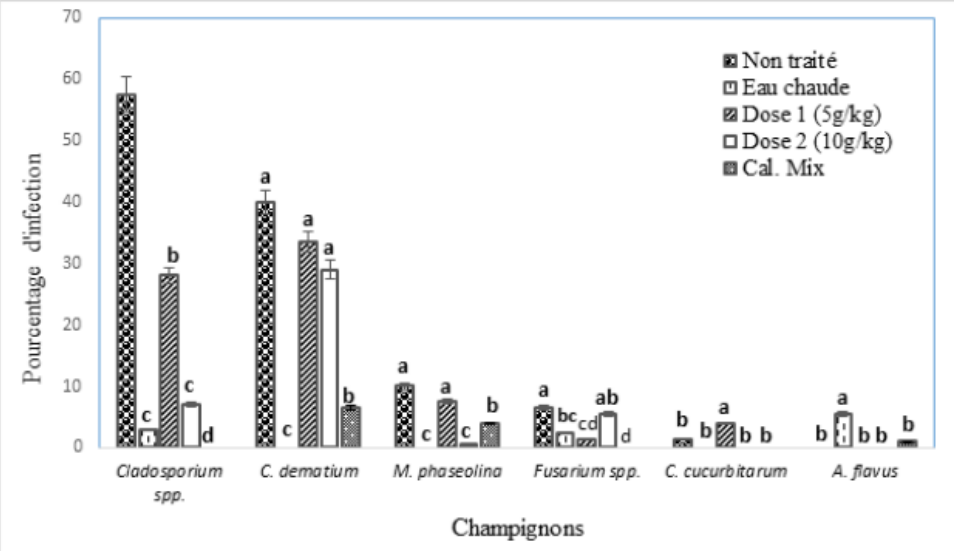


Figure 3 : Effet du traitement avec le biopesticide Ocirane sur le taux d'infection des semences de niébé par les champignons. [Les séries (histogrammes) portant la même lettre sur le même champignon ne sont pastatistiquement différentes au seuil de 5%l.

Trichophyton rubrum. Ces résultats sont confirmés par Vidyasagar et Nuzhat [20] qui rapportent que l'huile essentielle des plantes de la famille des Poaceae constituerait une source importante de composés fongi-toxiques.

Par ailleurs, les travaux de Tiendrébéogo et *al*. [13] ont indiqué l'effet antifongique de l'huile essentielle de *L. multiflora* à différentes doses sur la croissance mycélienne de *Fusarium moniliforme*, *Bipolaris oryzae* et *Pyricularia oryzae*, des champignons isolés sur le riz. De même, Bonzi et *al*. [12] ont démontré une réduction significative de la contamination des semences de sorgho par *P. sorghina*. Koïta et *al*. [11] ont également mis en évidence l'activité antifongique des extraits aqueux de *L. multiflora* sur *Puccinia arachidis* Speg., responsable de la rouille chez l'arachide.

Aussi, les travaux de Adjou et Soumanou [21] sur des champignons isolés sur l'arachide au Bénin, ont montré une activité antifongique des huiles essentielles et extraits aqueux de *O. americanum* sur plusieurs souches toxinogènes du genre *Aspergillus* et *Fusarium oxysporum*. Une autre espèce du même genre notamment *Ocimum basilicum* a inhibé à des concentrations différentes des champignons influençant la germination du maïs et du niébé [10]. De même, Portillo et *al*. [22] ont montré l'activité antifongique de l'huile essentielle des parties aériennes de *Salvia mirzayanii* Rech. F. et Esfand. une autre espèce de la même famille que *O. americanum* sur *Fusarium solani* et *Candida albicans*.

L'effet inhibiteur de ces huiles pourrait être attribué aux composés majoritaires des molécules chimiques comme le 1,8-cinéole pour l'huile essentielle de *O. americanum* [23] ou encore à l'effet synergique ou additif des composés chimiques [24]. Le traitement des semences à l'eau chaude a donné une meilleure efficacité antifongique en comparaison aux biopesticides aussi bien en termes de spectre d'action que de pourcentage de réduction des champignons. Ainsi, ce traitement a inhibé la contamination par *Cladosporium* spp., *C. dematium*, *M. phaseolina* et *Fusarium* spp. Bonzi et *al*. [12] et Wident [25] ont également mis en évidence l'efficacité antifongique de ce traitement sur diverses semences. Il est à considérer que le traitement à l'eau chaude tout comme celui des biopesticides pourraient constituer une alternative à l'utilisation des produits chimiques dans la lutte contre les nuisibles du niébé.

4. Conclusion

Cette étude nous a permis de montrer l'efficacité antifongique des trois bio-pesticides en traitement des semences de niébé. Cette efficacité reste variable selon les doses et sur des cibles quelques fois différents. Toutefois, leur pouvoir fongicide en général, est inférieur à celui du fongicide chimique et au traitement thermique utilisant l'eau chaude. Ces biopesticides ainsi que le traitement à l'eau chaude pourraient être utilisés en protection du niébé contre certaines pathologies liées aux champignons. De ce fait, l'évaluation de l'effet de ces traitements sur le pouvoir germinatif des semences et la croissance des plantes devrait être envisagée afin de vérifier leur phytotoxicité vis-à-vis de cette culture

5. Références bibliographiques

[1] Saginga N., Bergvinson D. Oléagineux et niébé. Document de référence (2015), 30p.

[2] INSD. Annuaire statistique de l'an 2018 (2019), 396p.

[3] Ouédraogo S. Impact économique des variétés améliorées du niébé sur les revenus des exploitations agricoles du plateau central du Burkina Faso, Tropicultura, (2003) 21 (4), 204-210.

[4] Knoden J. L., Dufour L., Bindelle J. Fabrication de beurre de cacahuète. Collection ''Manuels Techniques" ISF. Avenue du Marly, 48, 1120 Bruxelles-Belgique, BP : 343, (2005) 16 p.

[5] Drinkwater, L.E. et Snapp, S.S. Nutrients in agroecosystems: Rethinking the management paradigm. Adv. Agron. (2008) 92, 163–186.

[6] Jim D. Chapter 14: Fungi as plant pathogens, Blackwell Publishing (2005). Consulté le 4 octobre 2014.

[7] Idrissi M., Aït D.N., Ouammi L., Rhalem N., Soulaymani A. et Soulaymani R. B. Intoxication aigüe par les pesticides : Données du Centre Anti Poison du Maroc (1989-2007). Toxicologie Maroc, (2010) 4 (1), 5-7.

[8] Zongo S., Ilboudo Z., Waongo A., Gnankiné O., Doumma A., Sembène M., Sanon A. Risques liés à l'utilisation d'insecticides au cours du stockage du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.), dans la région centrale du Burkina-Faso, REV. RAMRES-SVT-A, (2015), 3 (1), 24-31.

[9] Sawadogo I., Ki H., Ouédraogo A. R., Ouédraogo I., Nébié R. C. H. Efficacité en milieu paysan de trois bio-insecticides à base d'huiles essentielles en protection post récolte du maïs. SNA, spécial hors-série n°4, (2018) 4, 243-250.

[10] Koffi A. G., Komlan B., Kouassi A., Mireille P. D., Messanvi G., Philippe B., Koffi A. Activité antifongique des huiles essentielles de *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) et *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. (Poaceae) sur des micromycètes influençant la germination du maïs et du niébé. Acta Bot. Gallica, (2006) 153 (1),115-124.

[11] Koïta K., Neya B. F., Nana T. A., Sankara P. Activité antifongique d'extraits de plantes locales du Burkina Faso contre *Puccinia arachidis* Speg., agent pathogène de la rouille de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.). JABs, (2012) (57), 4142– 4150.

[12] Bonzi S., Somda I., Sérémé P., Adam T. Efficacy of essential oils of *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf, *Lippia multiflora* Moldenke and hot water in the control of seedborne fungi *Phoma sorghina* and their effects on *Sorghum bicolor* (L.) Moench seed germination and plants development in Burkina Faso. Net J Agric Sci, (2013), 1 (4), 111-115.

[13] Tiendrébéogo A., Ouédraogo I., Bonzi S., Kassankogno A. I. Etude de l'activité antifongique d'extraits de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stap, *Eclipta alba* L., *Lippia multiflora* M. et *Agave sisalana* P. *Int. J. Biol. Chem. Sci*. (2017), 11 (3), 1202-1211.

[14] CSP. Comité Sahélien des Pesticides : Liste globale des pesticides autorisés par la 44e session du Comité Sahélien des Pesticides, Version de Mai 2019, (2019), 44 p.

[15] ISTA. International Rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology*, Zürich, Switzerland. (1999) 23, 269p.

[16] Mathur S. B., Kongsdal O. Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. First edition, Kandrups Bogtrykkeri Publication. (2003), 425p.

[17] Zida P.E, Sérémé P, Leth V, Sankara P, Somda I, Néya A. Importance of seed-borne fungi on sorghum and pearl millet in Burkina Faso and their control using plant extracts. Pakistan Journal of Biological Sciences (2008a) 11, 321-331.

[18] Dabiré T. G., Bonzi S., Somda I., Legreve A. Activité antifongique d'extraits aqueux de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf., *Eclipta alba* (L.) Hassk. et *Portulaca oleracea* (L.) contre les principaux champignons transmis par les semences d'oignon (*Allium cepa* L.) au Burkina Faso, IJIAS, (2016), 17 (3) 804-812.

[19] Sun O. L., Gyung J. C., Kyoung S. J., He K. L., Kwang Y. C., Jin-Cheol K. Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against postharvest and soil borne plant pathogenic Fungi. Plant Path J. (2007) 23 (2), 97-102.

[20] Vidyasagar G. M., Nuzhat T. Antifungal investigations on plant essential oils. A review. Int J Pharm. Sci. (2013), 5 (Suppl 2), 19-28.

[21] Adjou E. S. et Soumanou M. M. Efficacité des extraits de plantes dans la lutte contre les moisissures toxinogènes isolées de l'arachide en post-récolte au Bénin. Journal of Applied Biosciences (2013) 70, 5555– 5566.

[22] Portillo M. C., Viramontes S., Muñoz L. N., Gastelum M. G., Nevarez G. V. Antifungal activity of Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Shauer.). J Food Prot. (2005) 68 (12), 2713-7.

[23] Andriole V. T. Current and future antifungal therapy: New targets for antifungal agents. J. Antimicrobial Chemo. (1994) 44, 151-162.

[24] Ambindei W. A., Ngouné L. T., Sameza M. L.,Sonwa E. T., Nguimatsia F., Dongmo P. M. J. Antifungal Activities against some Aspergillus species of the Essential oils of *Canarium schweinfurthii* and *Aucoumea klaineana* growing in Cameroon. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. (2014) 3 (5), 691-701.

[25] Widen M. PPAM : la thermothérapie pour traiter les semences. (2014) [en ligne]. URL : https://www.iteipmai.fr/nos-publications/articles-publies. Consulté le 04/09/2019.