



## SENSIBILITE DES CHARANÇONS (*Cosmopolites Sordidus*) DU BANANIER (*Musa SP.*) AUX NEMATODES ENTOMOPATHOGENES DE LA FAMILLE DES *Heterorhabditidae*

| Daouda Kutnjem <sup>1\*</sup> | Ndongo Bekolo <sup>1</sup> | Ambang Zachée <sup>1</sup> | Mamadou Mounpoubeyi Njipit <sup>1</sup> | Patrice Ngatsi Zemko <sup>1</sup> | Tientcheu Tongue <sup>1</sup> |

<sup>1</sup>. Université de Yaoundé 1 | Faculté des Sciences | Département de Biologie et Physiologie Végétales | Yaoundé | Cameroun |

| Received | 13 June 2017 |

| Accepted | 23 June 2017 |

| Published 09 July 2017 |

### RESUME

**Contexte :** Les nématodes entomopathogènes sont des vers microscopiques (longueur variant de 500 µm à 1,2 mm) qui vivent dans les sols. Leur principale activité est la chasse aux larves d'insecte qu'ils pratiquent selon le cas, à l'affût (pour les espèces de petite taille) ou en se déplaçant jusqu'à des profondeurs de 80 cm (pour les espèces de grande taille qui disposent des réserves suffisantes pour cette activité). Ces nématodes sont des parasites obligatoires d'insectes. Ils se développent et se multiplient aux dépens de ces derniers occasionnant leur mort (parasitoïdes). Les genres les plus étudiés sont ceux qui peuvent être utilisés dans la lutte biologique contre les insectes ravageurs et qui appartiennent aux familles des *Steinernematidae* et des *Heterorhabditidae*.

**Objectifs :** ce travail vise à utiliser les nématodes entomopathogènes de la famille des *Heterorhabditidae* comme moyens de lutte biologique contre les charançons (*Cosmopolites sordidus*) du bananier (*Musa sp.*). **Méthode :** Les expérimentations ont été faites au laboratoire de phytopathologie de l'Institut International d'Agriculture tropicale (IITA-Cameroun), ainsi la multiplication des nématodes a été effectuée sur des larves et adultes des charançons séparés en boîtes de Pétri. Les nématodes ont été appliqués à l'aide d'une pipette à partir d'une solution d'eau désionisée stérile et déposés de façon homogène sur une rondelle de papier filtre recouvrant le fond de la boîte. Les boîtes de pétri ont été fermées à l'aide de parafilm, puis conservées à l'obscurité dans une enceinte à 25±1 °C pour une période d'incubation variable suivant l'objectif de l'essai. **Résultats :** La virulence des nématodes sur les individus adultes et les larves de *C. sordidus*, la survie des larves infestantes des nématodes dans le rhizome ainsi que leur reproduction ont été évaluées. Des différences significatives n'ont pas été obtenues entre les isolats sur la mortalité des adultes ( $p=0,1635$ ). Les mortalités des différents isolats ont varié de 3 à 40%, avec une moyenne de 10%. Une mortalité de 84% a été observée chez les larves avec une dose de 40 nématodes/larve. Le taux des nématodes ayant survécu n'a pas été significativement différent entre les isolats ( $p=0,8267$ ). 48h après la mise en place de l'essai, Les taux de survivants enregistrés ont varié de 8 à 50%, avec une moyenne de 25%. Les taux de multiplication ont varié de 40 à 920 nématodes /mg, avec une moyenne de 278 nématodes/mg. Cette reproduction n'a pas été significativement différente au sein des isolats ( $p=0,8696$ ). **Conclusion :** les larves et les adultes de *C. sordidus* peuvent être parasités, en laboratoire, par les nématodes entomopathogènes. D'une manière générale, les larves sont plus sensibles que les adultes.

**Mots clés:** *Nématodes entomopathogènes; Cosmopolites sordidus; Virulence, Concentration, isolats.*

### ABSTRACT

**Context:** Entomopathogenic nematodes are microscopic worms (ranging from 500 µm to 1.2 mm in length) that lives in the soils. Their main activity is the hunting of larvae insect which is practice as the case may be on the lookout (for small species) or moving to the depths of 80 cm (for larger species which have sufficient reserves of this activity). These nematodes are necessary parasites of insects that develops and multiply at the expense of the latter thus: causing their death (parasitoids). The most studied genus are those which can be used in the biological control of insects and pests that belong to the *Steinernematidae* and *Heterorhabditidae* family. **Objectives:** The aim of this work is to study the use of entomopathogenic nematodes from the *Heterorhabditidae* family as means for biological control against the weevils (*Cosmopolites sordidus*) of banana (*Musa sp.*). **Method:** The experiments were carried out in the phytopathology laboratory of the International Institute of Tropical Agriculture (IITA-Cameroun), the multiplication of nematodes was carried out on larvae and adult weevils separated in Petri dishes. The nematodes were pipetted from a sterile deionized water solution and homogeneously deposited on a filter paper washer over the bottom of the can. The petri dishes were closed with parafilm and then kept in the dark in an enclosure at 25 ± 1 °C for a period of incubation which varied according to the objective of the test. **Results:** The virulence of nematodes on *C. sordidus* adults and larvae, the survival of nematode infesting larvae in the rhizome and their reproduction were evaluated. Significant differences were not obtained between isolates on adult mortality ( $p = 0.1635$ ). The mortality of different isolates ranging from 3% to 40%, with an average of 10%. Mortality of 84% was observed in larvae with 40 nematodes / larvae. The surviving nematode rate did not significantly differ between isolates ( $p = 0.8267$ ). 48 h after the initiated trial. Survival rates ranged from 8% to 50%, with an average of 25%. Propagation rates ranged from 40 to 920 nematodes / mg, with an average of 278 nematodes / mg. This reproduction was not significantly different within the isolates ( $p = 0.8696$ ). **Conclusion:** Larvae and adults of *C. sordidus* can be parasitized in the laboratory by entomopathogenic nematodes. In general, larvae are more sensitive than adults of the *Heterorhabditidae* family for biological control against the weevils (*Cosmopolites sordidus*) of banana (*Musa sp.*).

**Key words:** *Entomopathogenic nematodes, Cosmopolites sordidus, Virulence, Concentration, isolates.*

## 1. INTRODUCTION

Le bananier (*Musa sp.*) est une culture vivrière des zones tropicales humides qui contribue à la sécurité alimentaire de l'Afrique centrale et de l'Ouest. Sa productivité chez les deux plus grands producteurs mondiaux que sont le Cameroun et la Côte d'Ivoire avec respectivement 300 000 t/an et à 202 000 t/an, reste faible (moins de 1%) dans le total des exportations [1]. En Afrique centrale et particulièrement au Cameroun, les rendements de banane et de plantain baissent progressivement après une période allant d'une à deux années de cultures [2]. Plusieurs facteurs parmi lesquels les ravageurs tels que les charançons (*Cosmopolites sordidus*) peuvent en être la cause. Pour Rukazambuga et al. (1998), ces facteurs constituent une contrainte importante dans la plupart des régions de production entraînant ainsi des pertes en champ estimées à 44% et même de 100% en Afrique de l'Est selon Gold et Messiaen [3,4]. Le coût des traitements contre ce ravageur par des insecticides a été estimé à plus de 385.000 €/an pour la Guadeloupe et la Martinique. L'impact environnemental est également très lourd avec plus de 72 tonnes de matière active insecticide épandues annuellement sur les deux départements. Cette matière active lessivée cause d'importants problèmes de pollution des rivières et de la zone littorale [5]. Les problèmes économiques et environnementaux incitent donc fortement à rechercher des solutions alternatives visant à limiter l'emploi des insecticides. La lutte biologique à l'aide des nématodes entomopathogènes est donc envisageable. L'objectif général de cette étude est d'évaluer le potentiel des nématodes entomopathogènes comme méthode de contrôle du charançon du bananier. Il s'agit spécifiquement de: 1) évaluer la virulence des nématodes sur les charançons (larves et adultes) du bananier; 2) évaluer le potentiel de survie de nématodes dans le rhizome des bananiers ; 3) évaluer le potentiel de reproduction des nématodes dans les larves de *Cosmopolites sordidus*.

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1. Collecte des échantillons

Les souches de nématodes ont été collectées dans différentes zones de forêt humide du sud-Cameroun. Elles ont été isolées par la méthode de piégeage dite « insect-trap » avec comme insecte piège les larves de *Galleria mellonella*. Ces souches ont été conservées dans de l'eau désionisée stérile à 15°C et multipliées sur des larves de *G. mellonella*. Sept à douze jours après l'infestation, les cadavres ont été placés sur un dispositif de récolte « White traps » et les suspensions de larves infestantes ont été récupérées tous les deux jours, filtrées et stockées dans un incubateur à l'obscurité à 15°C. Pour le test initial d'infectivité, 20 isolats ont donc été utilisés à savoir : 18 isolats de l'espèce *Heterorhabditis amazonensis* et 2 isolats du genre *Steinernema*. Les stades larvaires et adultes des charançons du bananier ont été collectés dans les champs expérimentaux de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) de Nkolbisson- Yaoundé (Cameroun) compris entre le 3°52' et 3°53' de latitude Nord, et le 11°25' et 11°27' de longitude Est à une altitude moyenne de 760m [6]. Les charançons adultes ont été collectés par la technique de piégeage développée par Ogenga-latigo en 1991 [7].

**2.2. Dispositif expérimental et infestation de *C. sordidus* par les nématodes :** A l'exception des essais sur la survie des nématodes dans le rhizome, les unités expérimentales constituées de boîtes de Pétri ont été disposées en blocs complets randomisés de dix répétitions répliquées trois fois avec pour variable aléatoire les isolats de nématodes. Pour chaque essai, un seul insecte (adulte ou larve au stade 4/5) a été placé par boîte de pétri. Les nématodes ont été appliqués à l'aide d'une pipette et déposés de façon homogène sur une rondelle de papier filtre recouvrant le fond de la boîte. Les boîtes de pétri ont été fermées à l'aide de parafilm, puis conservées à l'obscurité dans une enceinte à 25±1°C pour une période d'incubation variable. Après cette période, les insectes morts ont été rincés, transférés dans des boîtes exemptes des nématodes et incubés pendant une période supplémentaire avant d'être disséqués pour vérifier la présence de nématodes.

**2.3. Virulence des isolats de nématodes entomopathogènes sur les adultes de *Cosmopolites sordidus*:** La virulence de 20 isolats de nématodes entomopathogènes sur des adultes de *C. sordidus* a été évaluée en utilisant une dose de 5000 nématodes /adulte contenue dans 500µl d'eau désionisée stérile (soit 10 nématodes/µl). Les boîtes de pétri ont été placées à l'obscurité dans une enceinte à 25±1°C. Après 12 jours, la mortalité a été évaluée et les insectes morts ont été rincés, transférés dans des boîtes exemptes de nématodes et disséqués après sept jours supplémentaires pour vérifier la présence de nématodes. Le traitement témoin a reçu 500µl d'eau désionisée stérile et un total de 210 insectes a été utilisé par essai (21 isolats x 10 répétitions).

**2.4. Virulence des nématodes sur les adultes de *C. sordidus* à différentes concentrations :** La virulence de trois isolats de nématodes entomopathogènes sur les adultes de *C. sordidus* a été évaluée en utilisant des concentrations de 2500, 5000, 7500, 10000, ou 12 500 nématodes/adulte contenues dans 500µl d'eau désionisée stérile chacune. Le traitement témoin a reçu 500µl d'eau désionisée stérile, et un total de 180

insectes a été utilisé par essai (3 isolats x 6 traitements x 10 répétitions). Les boîtes de pétri ont été placées à l'obscurité dans une enceinte à  $25\pm 1^\circ\text{C}$ . Après 12 jours, la mortalité a été évaluée et les insectes morts ont été rincés, transférés dans des boîtes exemptes de nématodes et disséqués après sept jours supplémentaires pour vérifier la présence de nématodes.

### 2.5. Virulence des nématodes sur les larves de *C.sordidus* à différentes concentrations :

La virulence de quatre isolats de nématodes entomopathogènes sur les larves de *C.sordidus* a été évaluée en utilisant des concentrations de 20, 40 ou 60 nématodes/larve contenues dans 500 $\mu\text{l}$  d'eau désionisée stérile. Les essais ont été réalisés dans les boîtes de pétri. Chaque traitement (concentrations) a été répété 10 fois, le traitement témoin a reçu 500 $\mu\text{l}$  d'eau désionisée stérile, et un total de 160 insectes a été utilisé par essai (4 isolats x 4 traitements x 10 répétitions). Les boîtes de pétri ont été placées à l'obscurité dans une enceinte à  $25\pm 1^\circ\text{C}$ . Après 24 heures les insectes morts ont été rincés, transférés dans des boîtes exemptes de nématodes. La mortalité a été évaluée après 72 heures supplémentaires et les cadavres ont été disséqués pour vérifier la présence de nématodes.

### 2.6. Virulence des nématodes sur les larves de *C. sordidus* à différentes durées de contact :

L'influence du temps de contact sur la virulence de quatre isolats de nématodes entomopathogènes a été évaluée sur les larves de stade 4 ou 5 de *C. sordidus* en utilisant une dose de 40 nématodes/larve contenue dans 500 $\mu\text{l}$  d'eau désionisée. Le traitement témoin a reçu 500 $\mu\text{l}$  d'eau désionisée stérile, et un total de 160 insectes a été utilisé par essai (5 isolats x 5 traitements x 10 répétitions). Après 6, 12, 24, 36, et 48 heures d'expositions, les insectes ont été rincés puis transférés dans des boîtes exemptes de nématodes. La mortalité a été évaluée 72 heures après l'infestation et les cadavres ont été disséqués pour vérifier la présence de nématodes.

### 2.7. Etude de la survie des nématodes entomopathogènes dans le rhizome :

Pour apprécier la survie des nématodes dans les galeries larvaires de *C. sordidus*, des morceaux de rhizome infestés (5x5x2 cm) ont été inoculés avec 1000 $\mu\text{l}$  d'eau désionisée contenant 2000 larves infestantes puis, placés à l'obscurité à  $21\pm 1^\circ\text{C}$  dans des boîtes de pétris contenant du papier filtre imbibé d'eau désionisée. Quarante-huit heures après l'essai, les nématodes ont été extraits par la méthode de Baemann (1917), puis comptés et le taux de survie a été calculé [8].

### 2.8. Analyses statistiques :

L'analyse de la variance a été réalisée à l'aide de logiciel SAS (2003). Le test de Tukey a permis de faire une comparaison des moyennes des paramètres deux à deux. Des transformations suivant la fonction arcsin (pourcentages) ou log (nombres de nématodes) ont été faites au seuil de signification de 5%. Le temps de contact (heure) requis pour l'infestation de 50% des larves du charançon du bananier par les nématodes entomopathogènes a été calculé suivant la procédure Probit [9].

## 3. RESULTS

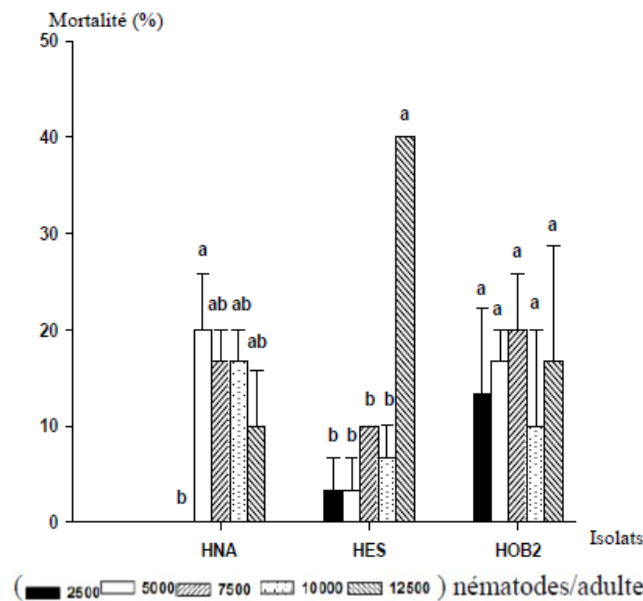
### 3.1. Test de screening pour l'évaluation de la virulence des nématodes sur les adultes de *C. sordidus* à une concentration de 5000 N/500 $\mu\text{l}$ .

L'analyse statistique n'a pas révélée de différence significative entre les 20 isolats de nématodes entomopathogènes pour la mortalité des adultes de *C. sordidus*. Les 20 isolats de nématodes entomopathogènes ont eu un effet similaire sur les insectes adultes de *C.sordidus*. Les mortalités des différents isolats ont varié de 3 à 40 % avec une moyenne de 10%. Les 04 isolats *Heterorhabditis* sp. provenant de la localité d'Edéa au Cameroun (HED), *Heterorhabditis* sp. provenant de la localité de Nanga-Eboko au Cameroun (HNA), *Heterorhabditis* sp. provenant de la localité d'Eséka au Cameroun (HES) et *Heterorhabditis* sp. provenant (de) la localité d'Obala 2 au Cameroun (HOB2) ont présenté les pourcentages de mortalité (respectivement 20, 10, 20 et 40%) les plus élevés et ont par conséquent été choisis pour les expérimentations ultérieures.

### 3.2. Virulence des nématodes sur les adultes de *C. sordidus* à différentes concentrations (2500, 5000, 7500, 10000, 12500 nem/500 $\mu\text{l}$ ) :

Pour ce test, l'isolat HED n'a pas été utilisé dû à son taux de virulence similaire à celui de HES (20%) et le choix a été porté sur l'isolat HES dispose en grande quantité dans le souchier du laboratoire. Les trois isolats étudiés ont parasité les insectes adultes de *C.sordidus* malgré des taux de mortalité faibles allant de 10 à 40 %. L'analyse statistique a révélé que la mortalité des adultes de *C.sordidus* est influencée par la dose de nématodes appliquée ( $F=3,43$  ;  $dl=4$  ;  $P=0,02$ ) et par l'effet de l'interaction des facteurs isolats et dose ( $F=3,18$  ;  $dl=8$  ;  $P=0,01$ ). Cependant des différences significatives n'ont pas été trouvées entre les différents isolats de nématodes ( $F=0,36$ ,  $dl=2$  ;  $P=0,70$ ). L'absence de différence au niveau du facteur isolat suppose une évolution différentielle des trois isolats en fonction de la dose appliquée, l'effet du facteur dose a été étudié séparément pour chaque isolat. Des analyses statistiques ont révélé que les mortalités des individus adultes de *C. sordidus* dues à HNA et HES ont été influencées par la dose appliquée ( $F=3,56$  ;  $dl= 4$  ;  $P= 0,05$  et  $F=$

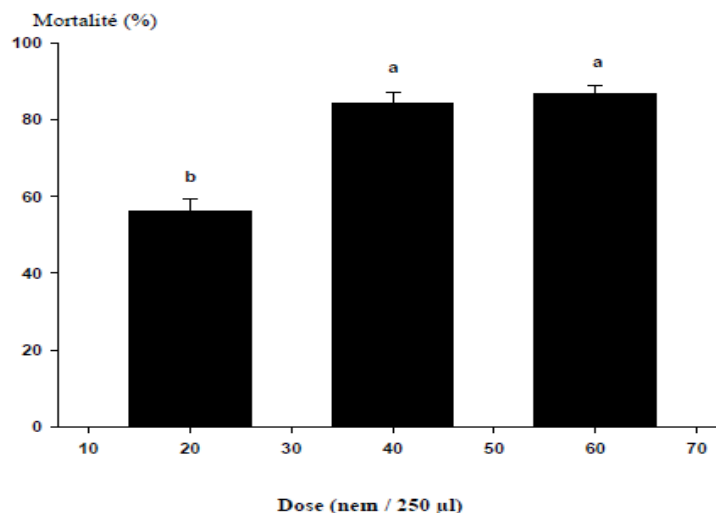
36,17 ; dl= 4 ;  $P < 0,0001$  respectivement). Cependant, la mortalité de *C. sordidus* due à HOB2 n'a pas été influencée par la dose appliquée ( $F = 0,20$  ; dl= 4 ;  $P = 0,9343$ ). Les mortalités maximales ont été obtenues à des doses de 5000 et 12500 nématodes/adulte pour les isolats HNA et HES, respectivement.



**Figure 1** : La figure montre la mortalité d'adultes du charançon du bananier (*C. sordidus*). **HNA** : *Heterorhabditis*. sp. provenant de la localité de Nanga-Eboko; **HES** : *Heterorhabditis*. sp. provenant (de) la localité d'Eséka et **HOB2** : *Heterorhabditis*. sp. provenant (de) la localité d'Obala 2.

La portion visible de la barre d'erreur est égale à la moitié de l'erreur standard à la moyenne. Pour chaque isolat, les traitements ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents (Test de Tukey ;  $P < 0,05$ )

**3.3. Virulence des nématodes sur les larves de *Cosmopolites sordidus* à différentes concentrations (dose)** : L'analyse statistique a révélé que la mortalité des larves de *C. sordidus* est influencée par la dose de nématodes appliquée ( $F = 38,71$  ; dl=2,  $P < 0,0001$ ). Cependant, des différences significatives n'ont pas été trouvées entre les différents isolats ( $F = 1,28$ , dl=3,  $P = 0,31$ ) et pour l'interaction des facteurs isolat et dose ( $F = 1,33$ , dl=6,  $P = 0,2824$ ). La mortalité des larves du charançon du bananier pour les quatre isolats de nématodes a augmentée jusqu'à une dose de 40 nématodes/ larve avec une valeur de 84 % pour cette dose. A partir de celle-ci, la mortalité s'est stabilisée (fig. 2.).

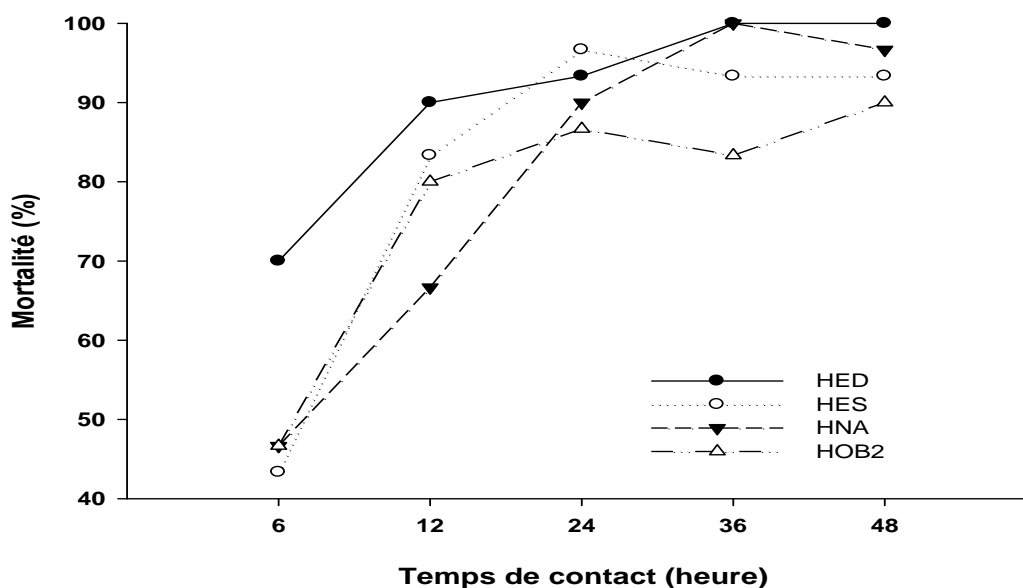


**Fig. 2.** Mortalité des larves du charançon du bananier (*C. sordidus*)

La portion visible de la barre d'erreur est égale à la moitié de l'erreur standard à la moyenne. Pour chaque isolat, les traitements ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents (Test de Tukey ;  $P < 0,05$ ).

### 3.4. Virulence des nématodes sur les larves de *C. sordidus* à différentes durées de contact :

L'analyse statistique a révélé des différences significatives entre les isolats ( $F=11,10$  ;  $dl=3$  ;  $P<0,0001$ ), les temps de contact ( $F=88,89$  ;  $dl=4$  ;  $P=0,0043$ ). De manière générale, la mortalité des larves de charançons du bananier a augmenté jusqu'à une durée de contact de 24 heures. Les pourcentages de mortalités ont varié de 87 à 97% pour la même durée de contact comme les présente la Figure 3.



**Figure 3** : La figure présente la mortalité d'adultes du *C. sordidus* à différentes durées de contact.

**HNA** : *Heterorhabditis*. sp. provenant de la localité de Nanga-Eboko; **HES** : *Heterorhabditis*. sp. provenant (de) la localité d'Eséka et **HOB2** : *Heterorhabditis*. sp. provenant (de) la localité d'Obala 2.

Les durées de contacts requises pour l'infection de 50% de larves sont de 7, 6, 5, 4 heures et ont pour isolats respectifs HNA, HES, HOB2 et HED (Tableau I). L'isolat HED, cause des niveaux de mortalité supérieurs (90%) lorsque la durée de contact est de 12 heures.

**Tableau 1** : Le tableau montre la durée de contact (h) requis pour l'infection de 50% des larves des charançons de bananier par les nématodes entomopathogènes à une dose de 40 juvénile infestant/larve.

Isolats	DL <sub>50</sub> (95% limites fiduciaires)	Ordonné à l'origine ± SE <sup>a</sup>	Pente ± SE	X <sup>2b</sup>	P
<b>HED</b>	4 (1-6)	-2,55 ± 1,19	4,34 ± 1,19	13,19	0,0003
<b>HES</b>	6 (4-8)	-3,11 ± 0,90	3,37 ± 0,82	23,6	<0,0001
<b>HNA</b>	7 (5-9)	-3,70 ± 0,91	4,36 ± 0,83	27,24	<0,0001
<b>HOB2</b>	5 (2-8)	-1,74 ± 0,76	2,42 ± 0,63	14,58	<0,0001

**SE**= Erreur standard, **b** = Khi deux de Pearson lié à la pente, **HNA** : *Heterorhabditis*. sp. Provenant de la localité de Nanga-Eboko; **HES** : *Heterorhabditis*. sp. Provenant dans la localité d'Eséka et **HOB2** : *Heterorhabditis*. sp. Provenant dans la localité d'Obala 2.

**3.5. Reproduction des larves de nématodes dans les larves de *C.sordidus*** : Le potentiel de reproduction de nématodes entomopathogènes dans les larves de *C.sordidus* n'a montré aucune différence significative ( $F=0,24$ ,  $dl=3$ ,  $P=0,8267$ ) entre les 4 isolats qui ont varié de 40 à 920 nématodes/mg avec une moyenne de 278 nématodes/mg.

**3.6. Survie des larves infestantes de nématodes dans le rhizome** : L'aptitude des nématodes à survivre pendant 48 heures dans les galeries des insectes ravageurs n'a pas révélé des différences significatives entre les quatre isolats ( $F= 0,30$  ;  $dl= 3$  ;  $P=0,8267$ ). Les taux de survie ont varié de 8 à 50 % avec une moyenne de 25%.

## 4. DISCUSSION

Les nématodes n'ont pas réagi efficacement sur les adultes des *C. sordidus*, ce résultat est similaire à ceux obtenus par Sirjusingh (1990), Peña et al. (2009), qui montrent une grande résistance des adultes de *C.sordidus* [10,11]. Ceci

est en principe dû à la morphologie de l'insecte. Dans les conditions naturelles, les nématodes parasitent *C. sordidus* en passant par les orifices naturels de l'insecte tels que la bouche, les ostioles (orifices respiratoires) ou l'anus. *C. sordidus* est entièrement recouvert par ses élytres, la seule voie de pénétration reste le rostre qui rend l'accès difficile aux nématodes. Une approche proposée par Treverrow et Bedding (1993) a pu améliorer la sensibilité des adultes de *C. sordidus* à 60 % en laboratoire; ils ont proposé l'ajout d'huile de paraffine dans la préparation des suspensions de nématodes qui bloquerait la respiration de l'insecte l'obligeant ainsi à soulever ses élytres [12].

Les faibles taux de mortalité (de 0 à 40 %) obtenus à différentes doses chez les adultes de *C. sordidus* pendant 12 jours d'exposition s'expliqueraient par la résistance qu'offre leur morphologie à la pénétration des nématodes. Une sensibilité élevée aux nématodes a été observée chez les larves de *C. sordidus* avec en moyenne un taux de mortalité de 84% pour une dose de 40 nématodes/larve. Taux lui-même différent de celui obtenu par Isik et Nurdan (2003) dont le taux était plutôt de 67,5% avec *Heterorhabditis bacteriophora* chez *Galleria mellonella* à une concentration de 40 nématodes/larve [13]. Considérant les deux variables suivantes : Temps de contact et taux de mortalité élevé, les résultats ont montré une variation de taux de mortalité de 87 à 97% après 24h d'exposition. La variation de ce taux serait dû aux :

- facteurs abiotiques (température et humidité de l'enceinte de l'essai) pouvant affecter ou non l'activité des nématodes.
- facteurs biotiques, l'affinité de chaque isolat de nématodes vis-à-vis de *C. sordidus*.

La multiplication des nématodes à l'intérieur de l'insecte hôte est un aspect important de la lutte biologique et la production de nouveaux juvéniles infestants permet de soutenir la suppression de l'insecte parasite lors de son application en champs. Lors de la présente étude, le potentiel de reproduction des *Hétérorhabditidae* dans les larves de *C. sordidus* a légèrement varié entre les isolats mais le taux de multiplication moyen des nématodes obtenus a été de 278 nématodes/mg d'insectes soit 62737 juvéniles infestants/larve pesant en moyenne 225mg. Ce résultat est légèrement différent de celui obtenu par Isik et Nurdan (2003) avec les larves de *Galleria mellonella* qui était de 30 000 à 50 000 juvéniles infestants/larve pesant en moyenne 200mg [13]. Les variations observées entre ces résultats peuvent être dues soit aux isolats, aux espèces, à la susceptibilité de l'hôte ou à la température et à l'humidité du milieu. Le système d'application des nématodes sur plants de bananier proposé par Swaine et al. (1980) et Treverrow et Bedding (1993) est principalement basé sur l'attraction des charançons vers des rhizomes coupés et des plants endommagés [14,12]. Par conséquent pour être efficaces dans le rhizome, les juvéniles infestants doivent survivre assez longtemps pour infecter les larves ou les adultes de *C. sordidus*. Au cours de la présente étude une moyenne des pourcentages de survie de 25% a été observée après 48h dans le morceau de bulbe infecté. La survie des larves infestantes dans le rhizome révèle que les 4 isolats testés ont réagi de la même façon bien que le taux de survivants reste faible, ces isolats se sont montrés tolérants. Ces résultats montrent que les galeries larvaires de *C. sordidus* ne renferment pas une substance toxique à court terme pour les nématodes. Seul l'essai sur le temps de contact a révélé des différences significatives entre les quatre isolats choisis. L'isolat HED a causé une mortalité plus élevée (90%) après un temps de contact de 6 et 12h. de plus cet isolat a présenté le temps de contact le plus court (4h) requis pour causer l'infection de 50% des larves du charançon du bananier

## 5. CONCLUSION

*C. sordidus* peut être parasité au laboratoire par les nématodes entomopathogènes mais les larves sont plus sensibles que les adultes car la mort intervient chez elles dans les deux jours contre neuf à douze jours pour les adultes. Les larves infestantes de nématodes peuvent pénétrer et survivre dans les galeries larvaires de *C. sordidus* et elles se reproduisent aussi facilement et en grande quantité chez ces dernières. D'après cette étude, certains isolats de nématodes entomopathogènes collectés dans la zone de forêt humide du Sud Cameroun peuvent être considérés comme un moyen de lutte biologique efficace contre les charançons du bananier car sont de potentiels agents de bio-contrôle contre les larves du *C. sordidus*.

En somme cette étude sur la sensibilité de *C. sordidus* aux nématodes entomopathogènes ouvre la voie à d'autres recherches qui pourraient contribuer à améliorer une stratégie de lutte biologique contre cette espèce. Il serait donc important de :

- Evaluer l'impact de ces nématodes entomopathogènes sur les principaux arthropodes de bananiers ;
- mettre en contact les larves infestantes des nématodes avec les pesticides utilisés en champ afin d'évaluer leur pathogénicité ;
- établir une synergie insecticides et/ou nématodes pour une lutte intégrée contre *C. sordidus*;
- mettre en milieu contrôlé (serre) l'essai d'utilisation des nématodes entomopathogènes sur *C. sordidus* et ;
- appliquer en milieu réel (champ) les résultats obtenus en station.

## 6. REFERENCES

- [1] Lassoudiere A. Le bananier et sa culture, édition Quae, France; 2007. 381 p. Disponible en ligne : [http://www.unitheque.com/Livre/quae/Savoir\\_faire/Le\\_bananier\\_et\\_sa\\_culture-18016.html](http://www.unitheque.com/Livre/quae/Savoir_faire/Le_bananier_et_sa_culture-18016.html)
- [2] Banful B., Dziero A., and Hemeng O. B. Yield of plantain alley cropped with *Leucocephala macrophylla* in Kumasi, Ghana. *Agroforestry Systems*; 2000. 49: 189-199. Disponible en ligne : <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1006335710243>
- [3] Rukazambuga N.D.T.M., Gold C.S. and Gowen S.R. Yield loss in East African highland banana (*Musa* spp., AAA-EA group) caused by the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Ger. *Crop Protection*; 1998. 7: 581-589.
- [4] Gold C.S. and Messiaen S. The banana weevil *Cosmopolites sordidus*. *Musa pest INIBAP*; 2000. 4: 28-35. Disponible en ligne : [https://www.google.cm/search?q=Rukazambuga+N.D.T.M.%2C+Gold+C.S.+and+Gowen+S.R.+Yield+loss+in+East+African+highland+banana+\(Musa+spp.%2C+AAAEA+group\)+caused+by+the+banana+weevil%2C+Cosmopolites+sordidus+Ger.+Crop+Protection%3B+1998&oq=Rukazambuga+N.D.T.M.%2C+Gold+C.S.+and+Gowen+S.R.+Yield+loss+in+East+African+highland+banana+\(Musa+spp.%2C+AAAEA+group\)+caused+by+the+banana+weevil%2C+Cosmopolites+sordidus+Ger.+Crop+Protection%3B+1998&ags=chrome..69i57.1112j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.cm/search?q=Rukazambuga+N.D.T.M.%2C+Gold+C.S.+and+Gowen+S.R.+Yield+loss+in+East+African+highland+banana+(Musa+spp.%2C+AAAEA+group)+caused+by+the+banana+weevil%2C+Cosmopolites+sordidus+Ger.+Crop+Protection%3B+1998&oq=Rukazambuga+N.D.T.M.%2C+Gold+C.S.+and+Gowen+S.R.+Yield+loss+in+East+African+highland+banana+(Musa+spp.%2C+AAAEA+group)+caused+by+the+banana+weevil%2C+Cosmopolites+sordidus+Ger.+Crop+Protection%3B+1998&ags=chrome..69i57.1112j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- [5] Sahayaraj K., Raju G., Kombiah P. and Rathi J.M. Replent activity of chosen plant extracts on groundnut stored pest *Tribolium castaneum* Herbst, Green Forming; 2008. 1 (9): pp 47-48.
- [6] Ambassa K. et Tiki M. Caractérisation biophysique et socioéconomique de la zone forestière humide du Cameroun. IRAD, Yaoundé; 1997. 154p.
- [7] Ogenga-Latigo M.W., Bakyalire R. Some considerations on strategies for evaluating infestation and damage of Bananas by *Cosmopolites sordidus*. In: *Biological and Integrated Control of highland Banana and Plantain Pests and Diseases. Proceedings of a Research Coordination Meetings*. Gold C.S. and Gemmil B., (eds). Cotonou, Bénin; 1991. 107-117.
- [8] Baermann G. Eine einfache methode zur Auffindung von Ankilostum (nematoden), larven in erdproben. *Med. Geneesk. Lab. Weltevr.*; 1917. 41-47. Disponible en ligne : <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19182900349>
- [9] Vilardebo A. Le coefficient d'infestation, critère d'évaluation du degré d'attaques des bananeraies par *Cosmopolites Sordidus* (Germar). Le charançon noir du bananier. *Fruits*; 1973. 28 (6): 417-426. Disponible en ligne : [https://agritrop.cirad.fr/410937/1/document\\_410937.pdf](https://agritrop.cirad.fr/410937/1/document_410937.pdf)
- [10] Sirjusingh C. The use of entomopathogenic nematodes for the control of *Cosmopolites sordidus* (Germar). Master of Philosophy Thesis; 1990. 44 p.
- [11] Perna J.E., Duncan R. Preliminary results on biological control of *Cosmopolites sordidus* in Florida. *Rencontres Caraïbes en lutte biologique*, Pavis C. et Kermarrec A., (eds.). les colloques de l'INRA 58 : 351-358. Reddy G.V.P., Cruz Z.T. and Guerrero A., 2009. Développement of and efficient pheromonebated trapping method for banana root borer *Cosmopolites sordidus*. *Journal of chemical Ecology*; 1991. 35: 111-117.
- [12] Treverrow N., Bedding R. Control of the banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar) with entomopathogenic nematodes. In: *Invertebrate Pathology and microbial control*. Adelaide, Australia; 1993. 223 p. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN70600.pdf>
- [13] Isik O.U., and Nurdan.O. Evaluation of the reproductive potential and competition between two Entomopathogenic Nematodes, *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 (Rhabditida: Steinernematidae) and *Heterorhabditis bacteriophora*, Poinar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae) Turkey *Journal. Biology*; 2003. 27: 149-155. Disponible: [dergipark.ulakbim.gov.tr/tbtkbiology/issue/view/5000002708](http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tbtkbiology/issue/view/5000002708)
- [14] Swaine G., Pinese B., Cornovan R. Laboratory tests against banana weevil borer suspected of being resistant to deildrin. *Journal of. Agriculture and animal Sciences*; 1980. 37: 35-37.

Citer cet article: **Daouda Kutnjem; Ndongo Bekolo, Ambang Zachée, Mamadou Mounpoubeyi Njipit; Patrice Ngatsi Zemko, et Tientcheu Tongue.** Sensibilité des charançons (*Cosmopolites sordidus*) du Bananier (*Musa sp.*) aux nématodes entomopathogènes de la famille des *Hétérorhabditidae*. *Am. J. Innov. Res. App. Sci.* 2017; 5(1): 19-25.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>