Afrique SCIENCE *13(5) (2017) 304 - 318*
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info

Étude de l'efficacité biologique et de la sélectivité du Velum (Fluopyram SC 400 g / L) contre les nématodes de la canne à sucre

Abel Yanougo KONATE[1*], Rémy Anogmain DABIRE[1] et Irénée SOMDA[2]

[1] *Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA), Laboratoire de Recherche en Protection des Végétaux, BP 910 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*
[2] *Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Institut du Développement Rural, Laboratoire de phytopathologie, BP 1091 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*

* Correspondance, courriel : *konateyanougo@yahoo.fr*

Résumé

Les nématodes parasites entraînent des pertes importantes de production de la canne à sucre au Burkina Faso. Dans le but de proposer un nématicide efficace contre les nématodes parasites de la canne à sucre et non phytotoxique, cinq doses du nématicide Velum (Fluopyram 400 g / L) ont été testées. Un dispositif expérimental en bloc de Fisher complètement randomisé comportant sept (7) traitements avec quatre (4) répétitions a été mis en place. Les nématicides ont été appliqués avant la plantation des boutures de canne à sucre. L'étude consiste en des prélèvements de sol et de racines aux 30ème, 60ème, 90ème, 120ème et 150ème jours après plantation. Les nématodes dans le sol ont été extraits selon la méthode de l'élutriateur de Seinhorst (1962) et ceux dans les racines ont été extraits selon la technique de l'asperseur de Seinhorst (1950). L'analyse des échantillons du sol a révélé la présence de treize genres de nématodes phytoparasites (*Meloidogyne, Pratylenchus, Helicotylenchus* et *Hoplolaimus* sont les plus abondants) Au niveau des racines, quatre genres de nématodes parasites endophytes sont observés dont *Meloidogyne,* et *Pratylenchus,* dominent. Les différentes doses testées du Velum n'ont pas présenté d'effet phytotoxique sur les composantes agronomiques de la canne à sucre. C'est le Velum à la dose de 1,25 L / Ha (dose optimale) qui a été la plus petite dose à assuré une protection efficace et efficiente des plantes de canne à sucre contre les nématodes phytoparasites.

Mots-clés : *Velum (Fluopyram 400 g / L), nématodes, canne à sucre, phytotoxicité, lutte, Burkina Faso.*

Abstract

Study of the biological efficiency and selectivity of Velum (Fluopyram SC 400 g / L) against sugar cane nematodes

Parasitic nematodes cause significant losses of sugarcane production in Burkina Faso. In order to provide an effective nematicide against parasitic nematodes of sugarcane and non-phytotoxic, five doses of nematicidal Velum (fluopyram 400 g / L) were tested. A completely randomized Fisher Block Experimental Device comprising seven (7) treatments with four (4) repetitions was set up. Nematicides were applied prior to planting sugarcane cuttings. The study consisted of soil and root sampling at the 30th, 60th, 90th, 120th and 150th days after planting. Nematodes in soil were extracted according to the method of elutriator Seinhorst (1962) and those in the roots were extracted according to the technique of the sprinkler of Seinhorst (1950).

Analysis of soil samples revealed the presence of thirteen kinds of plant parasitic nematodes (*Meloidogyne, Pratylenchus, Helicotylenchus Hoplolaimus* and are most abundant) At root, four kinds of endophytic parasitic nematodes are observed including *Meloidogyne* and *Pratylenchus* dominate. The different tested doses of Velum showed no phytotoxic effect on the agronomic components of sugarcane. This is the Velum at a dose of 1.25 L / Ha (optimal dose) which was the lowest dose provided effective and efficient protection of sugar cane plants against plant-parasitic nematodes.

Keywords : *Velum (Fluopyram 400 g / L), nematodes, sugar cane, phytotoxic, control, Burkina Faso.*

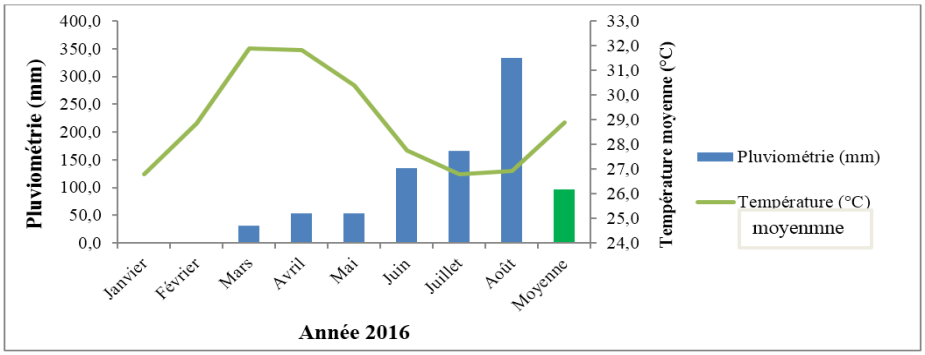
1. Introduction

La canne à sucre a une très grande importance dans l'économie mondiale tant sur le plan agro-alimentaire qu'énergétique [1, 2]. Dans le monde, 113 pays produisent environ 200 millions de tonnes de sucre dont 78,4 % sont tirés de la canne à sucre et 21,6 % de la betterave sucrière [3]. Le Burkina Faso produit annuellement à travers la Nouvelle Société Sucrière de la Comoé (SN-SOSUCO), environ 300 000 tonnes de canne à sucre dont sont extraites 25 000 à 30 000 tonnes de sucre [4]. Cependant, la production de la canne à sucre au Burkina Faso, tout comme un peu partout ailleurs dans le monde, est confrontée à un certain nombre de contraintes dont l'enherbement des parcelles, les maladies et les ravageurs des cultures. Parmi les ravageurs des cultures, les nématodes phytoparasites constituent l'un des principaux organismes impliqués dans les causes de la baisse des rendements agricoles [5]. Dans la plupart des pays sucriers du monde, les nématodes occasionnent de très graves dégâts à la canne à sucre lorsque les terrains en culture sont sableux [8]. En effet, les dégâts occasionnés par les nématodes parasites sur les variétés de canne à sucre cultivées au Burkina Faso dépassent 50 % [9]. Au Burkina Faso, le FURADAN (Carbofuran) est utilisé pour lutter contre ces ravageurs. Cependant le produit a été retiré de la liste des produits homologués du Comité Sahélien des Pesticides (CSP) au regard de sa toxicité sur l'Homme et l'environnement d'où l'évaluation de l'efficacité d'un nématicide de substitution en vue de diversifier l'utilisation des différents principes actifs et d'éviter l'apparition de phénomènes de résistance. Cette étude revêt un intérêt d'amélioration de la productivité de la canne à sucre au Burkina Faso.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Notre étude a été réalisée dans la zone de production de la canne à sucre de Bérégadougou dans la région des Cascades entre 10°41' à 10°47' de latitude Nord et 4°38' à 4°39' de longitude Ouest [4]. Le climat de la région est du type sud-soudanien et caractérisé par une saison sèche (novembre à mars) et une saison humide (avril à octobre) [12]. Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 26,8°C et 31,9°C ***(Figure 1)*** avec des isohyètes comprises entre 1000 à 1200 mm [13].



Source : SN-SOSUCO, 2016

Figure 1 : *Données agro-climatiques de Bérégadougou, campagne 2016 - 2017*

2-1-1. Site d'expérimentation

L'essai a été implanté le 23 février 2016 sur la parcelle de production PK1D du périmètre sucrier de la SN-SOSUCO à Bérégadougou ***(Figure 2)***, localité située à 20 km de Banfora. Ce sont des sols ferrugineux tropicaux à texture sableuse et sablo-argileuse [4]. Le pH du sol est acide (4 - 6), le taux de matière organique est faible (1 % en moyenne) de même que la teneur en phosphore assimilable ***(Tableau 1)***.

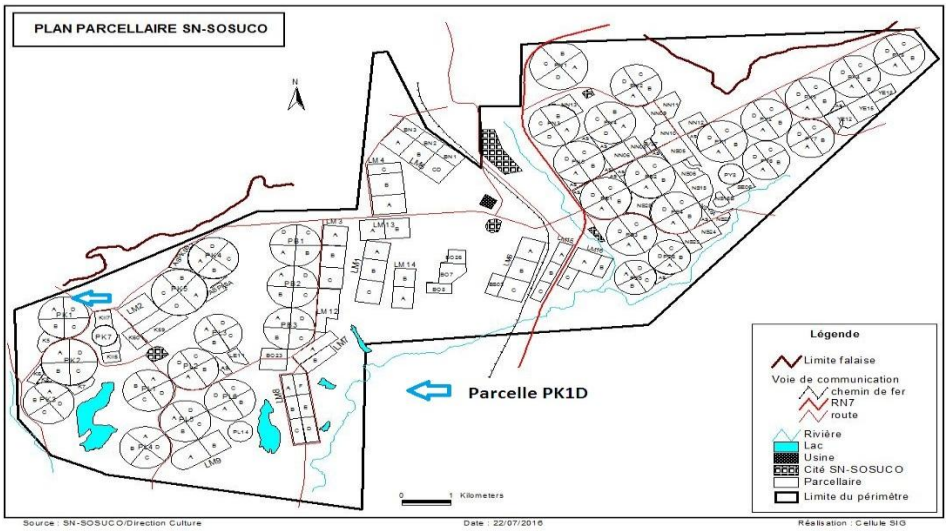


Figure 2 : *Plan parcellaire de la SN- SO SU CO*

Tableau 1 : *Analyse du sol de la parcelle PK 01D avant la mise en place des boutures*

Parcelle	PK 1 D		Parcelle	PK 1 D	
Constituants du sol	0-30 cm	30-60 cm	Constituants du sol	0 - 30 cm	30 - 60 cm
pH EAU	6,2	5,8	Complexe Abs. (meq / 100g)		
pH KCl	4,9	4,3	Ca	1,45	1,85
N ‰	0,71	0,39	Mg	0,50	0,35
C %	0,98	0,36	K	0,16	0,29
M.O %	1,69	0,62	Na	0,01	0,03
C/N	14	9	S	2,12	2,52
P_2O_5 assimilable ‰	0,07	0,02			

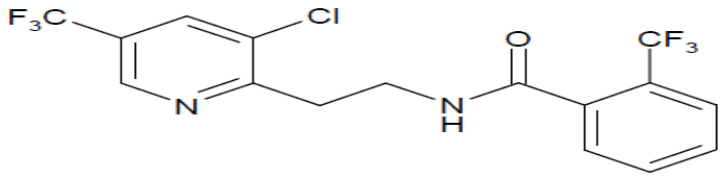
Source : SN-SOSUCO, 2016

2-1-2. Matériel végétal

Le matériel végétal qui a été utilisé dans cette étude est composé de la variété FR920307 de canne à sucre sensible aux nématodes. Des boutures apparemment saines ont été utilisées lors de la plantation.

2-1-3. Matériel chimique

Le matériel chimique qui a été utilisé est composé essentiellement du Velum (Fluopyram 400g / L) et du Vytal 10G (Oxamyl 100 g / L) Le Velum (Fluopyram 400 g / L) a été testé en comparaison au nématicide Vytal 10G (Oxamyl 100 g / L) utilisé comme témoin de référence. ***(Tableau 2)***. De formule chimique $C_{16}H_{11}ClF_6N_2O$; le Fluopyram est un nématicide en traitement de sol et avec une certaine action fongicide [15]. Il agit sur les différents processus du cycle cellulaire du pathogène. Il inhibe la respiration mitochondriale en bloquant le transport d'électrons dans la chaîne respiratoire [15]. Il est classé dans la catégorie III (Peu dangereux) selon le classement de l'Organisation Mondiale de la Santé « OMS » [16]. Sa ***Formule*** structurale est :



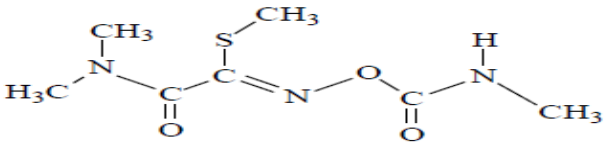
N-{2-[3-Chloro-5-(trifluorométhyl)-2-pyridinyl] éthyl}-2-(trifluorométhyl) benzamide

Tableau 2 : *Caractéristiques physico-chimiques des nématicides utilisés*

Nom commercial	Matière active	Mode d'application	Dose recommandée	Dose Létale (DL_{50}) Voie orale
Velum	Fluopyram SC 400 g / L	Epandage dans les sillons avant la plantation	1,25 L / Ha	> 2000 mg / kg de poids corporel
Vytal 10G	Oxamyl 100 g / kg	Epandage dans les sillons avant la plantation	10 kg / Ha	2,5 à 5,4 mg / kg de poids corporel

Sources : Bayer, 2016 ; EFSA, 2015

Le Vytal 10 G (Oxamyl) est un produit phytosanitaire de la famille des carbamates, de formule chimique $C_7H_{13}N_3O_3S$, à usage de nématicide en traitement de sol, avec une certaine action insecticide et acaricide [17]. Son délai avant récolte (DAR) est de 90 jours [18]. Il est classé dans la catégorie Ia (Extrêmement dangereux) selon l'OMS [17]. Sa ***Formule*** structurale est :



N,N-dimethyl-α-methylcarbamoyloxyimino-α-(methylthio)acetamide

- *Application des produits*

Le produit Velum a été appliqué dans les sillons de plantation de la canne à l'aide d'un appareil à pression entretenue. Quant au produit de référence (Vytal 10G), il a été épandu manuellement, dans les sillons de plantation des parcelles correspondantes.

2-2. Méthodes

2-2-1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental qui a été utilisé est un bloc de Fisher complètement randomisé comportant 7 traitements avec 4 répétitions, soit au total 28 parcelles élémentaires.

- T1 : Témoin non traité (TNT) ;
- T2 : Témoin de référence Vytal 10G (Oxamyl) à la dose de 10 kg / Ha ;
- T3 : Velum à la dose de 0,62 L / Ha (1 / 2 dose) ;
- T4 : Velum à la dose de 1,25 L / Ha (dose recommandée) ;
- T5 : Velum à la dose de 1,87 L/Ha (3 / 2 dose) ;
- T6 : Velum à la dose de 2,5 L / Ha (double dose) ;
- T7 : Velum à la dose de 3,75 L / Ha (triple dose).

La dimension des parcelles est de 9,25 m x 10,8 m = 100 m^2, soient 6 lignes jumelées de cannes sur une longueur de 9,25 m. La parcelle utile est constituée des 4 lignes jumelées centrales. Les deux lignes jumelées extrêmes sont utilisées pour les échantillonnages. Les parcelles expérimentales sont séparées entre elles de 2 m et 2,5 m entre les répétitions. L'espacement entre les lignes jumelées est de 0,4 m.

2-2-2. Plantation et travaux d'entretien

Le labour a été effectué au tracteur suivi d'un hersage. Ensuite un sillonnage a permis d'obtenir des sillons de 15 cm de profondeur espacés de 1,5 m pour la plantation des boutures. Les boutures ont été plantées en doublée et en lignes continues dans les sillons de plantation : Les travaux d'entretien ont été essentiellement l'irrigation, l'apport de fumure et le sarclage manuel des adventices dans la parcelle expérimentale.

2-2-3. Technique d'échantillonnage et extraction des nématodes

L'échantillon prélevé, dans une parcelle expérimentale, est constitué de cinq prélèvements élémentaires de sol et racines au niveau du plant. Les prélèvements sont faits à une profondeur de 10 à 30 cm dans la rhizosphère des plants de cannes à sucre, à l'aide d'une pellette. Les nématodes du sol sont extraits selon la méthode de l'élutriateur de [19] ; et ceux présents dans les racines sont extraits selon la méthode de l'asperseur de [20]. Les nématodes du sol sont exprimés en N / dm3 de sol et ceux des racines en N / g de racine.

2-2-4. Effets du Velum sur la densité des populations de nématodes du sol

Les niveaux des populations de nématodes dans le sol ont été évalués à 1, 2, 3, 4 et 5 mois après l'application des produits nématicides et la plantation des cannes. Les coefficients d'efficacité biologique (C) des différentes doses du Velum en ces périodes d'observation ont été calculés à l'aide de la ***Formule*** de [21].

$$C = 100 - \frac{Bo \times 100 \times Ak}{Ao \times Bk}$$

C étant le coefficient de réduction des nématodes par rapport à l'infestation initiale avec un terme correctif au témoin en %.

2-2-5. Effets du Velum sur la densité des populations de nématodes dans les racines

Pour évaluer l'effet du Velum (Fluopyram) sur les nématodes racinaires, les niveaux des populations de nématodes dans les racines de bouture ont été évalués à 1, 2 et 3 mois après la plantation. Les niveaux des populations de nématodes dans les racines de tige ont également été évalués à 1, 2, 3, 4 et 5 mois après la plantation.

2-2-6. Effets du Velum sur la croissance et le développement de la canne à sucre

La mesure des données agronomiques a été faite au 120ème JAP. Elle s'est déroulée uniquement dans les parcelles utiles des différents traitements et a concerné : i) la hauteur des plants ;ii) la circonférence des tiges à 10 cm du sol , iii) et le nombre de tiges usinables par parcelle élémentaire.

2-2-7. Étude de la phytotoxicité

Après application des nématicides, la phytotoxicité sur la canne à sucre a été appréciée par l'échelle de notation visuelle de 0 à 10 selon la méthode de la Commission des Essais Biologiques (CEB) à 1, 2, 3, 4 et 5 mois après la plantation des cannes.

2-3. Analyse des données

Les données obtenues ont subi une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel STAT - ITCF après transformation à l'aide de la formule $\sqrt{x+1}$. Cette transformation permet de conserver la variabilité entre les valeurs. La séparation des moyennes a été faite par le test de Student Newman-Keuls au seuil de 5 %. La corrélation entre les populations totales de nématodes dans le sol et le nombre de cannes usinables a été établie à l'aide du logiciel ORIGIN 3.0. Les graphiques ont été réalisés avec le tableur de Microsoft office Excel 2007.

3. Résultats

3-1. Peuplements de nématodes observés dans le sol

Les échantillons de sol prélevés puis analysés au cours de l'étude font apparaître treize (13) genres de nématodes phytoparasites dans la parcelle expérimentale PK1D. Ce sont *Helicotylenchus, Hoplolaimus, Meloidogyne, Pratylenchus, Criconemella, Scutellonema, Trichodorus, Hemicycliophora, Rotylenchus, Telotylenchus, Heterodera, Tylenchorhynchus* et *Xiphinema.* Toutefois, les principaux genres observés sont *Helicotylenchus, Hoplolaimus, Meloidogyne* et *Pratylenchus*.

3-2. Effets du Velum sur les populations totales de nématodes dans le sol

Les populations totales de nématodes dénombrées dans les unités expérimentales avant l'application des nématicides varient de 1989 à 3524 N / dm³ de sol ***(Tableau 3)***. Au 30ème JAP, l'effet moyen de 601 N / dm³ de sol est une réduction de 79,92 % des populations totales de nématodes par rapport au témoin non traité. Le meilleur niveau de contrôle des populations totales de nématodes est obtenu avec le Velum à la dose de 3,75 L / Ha suivi du Velum à la dose de 1,87 L / Ha et du Velum à la dose de 2,50 L / Ha ***(Tableau 3)***. A cette date, les coefficients d'efficacité biologique varient de 76,45 à 87,87 % ***(Tableau 4)***. Au 60ème JAP, l'effet moyen de 1018 N / dm³ de sol est une réduction de 51,34 % des populations totales de nématodes par rapport au témoin non traité. Le meilleur niveau de contrôle des populations totales de nématodes est obtenu avec le Velum à la dose de 2,50 L / Ha ***(Tableau 3)***. A cette période d'observation, les coefficients d'efficacité

biologique vont de 44,81 à 76,75 % ***(Tableau 4)***. Au 90ème JAP, l'effet moyen de 1969 N/dm^3 de sol est une réduction de 61,60 % des populations totales de nématodes par rapport au témoin non traité. Les meilleurs niveaux de contrôle des populations totales de nématodes sont obtenus avec le Velum à la dose de 1,87 L / Ha et le Velum à la dose de 3,75 L / Ha ***(Tableau 3)***. A cette période, les coefficients d'efficacité biologique varient de 59,81 à 75,81 % ***(Tableau 4)***. Au 120ème JAP, l'effet moyen de 2126 N / dm^3 de sol est une réduction de 41,04 % des populations totales de nématodes par rapport au témoin non traité. A cette date, les coefficients d'efficacité biologique vont de 37,49 à 63,11 % ***(Tableau 4)***. Au 150ème JAP, l'effet moyen de 2045 N / dm^3 de sol est une augmentation de 126,97 % des populations totales de nématodes par rapport au témoin non traité. Le témoin non traité enregistre le plus faible niveau d'évolution des populations totales de nématodes dans le sol ***(Tableau 3)***. Les coefficients d'efficacité biologique varient de -145 à 63,23 % ***(Tableau 4)***.

Tableau 3 : *Évolution des populations totales de nématodes (N / dm³ de sol) dans le sol en fonction du temps*

Traitements	Périodes d'observation (JAP = Jour Après Plantation)											
	0		30		60		90		120		150	
	Données (x) non transformés	Après transform $\sqrt{x+1}$	Données (x) non transformés	Après transform $\sqrt{x+1}$	Données (x) non transformés	Après transform $\sqrt{x+1}$	Données (x) non transformés	Après transform . $\sqrt{x+1}$	Données (x) non transformés	Après transform. $\sqrt{x+1}$	Données (x) non transformés	Après transform $\sqrt{x+1}$
Témoin non traité	2134	46,20 a	2993	54,71 a	2092	45,74 a	5127	71,61 a	3606	60,05 a	901	30,02 c
Vytal 10G (10 kg / Ha)	2817	53,08 a	640	25,31 c	1126	33,57 c	2117	46,02 c	2504	50,04 ab	1967	44,36 ab
Velum 1/2 (0,62 L / Ha)	3524	59,37 a	1164	34,12 b	1615	40,18 b	3403	58,34 b	2543	50,42 ab	2653	51,51 a
Velum 1 (1,25 L / Ha)	2992	54,64 a	509	22,58 d	1074	32,78 c	1739	41,71 e	1865	43,19 b	2062	45,41 b
Velum 3/2 (1,87 L / Ha)	2033	45,08 a	463	21,54 e	1100	33,18 c	1323	36,38 f	1704	41,28 b	2103	45,86 b
Velum 2 (2,50 L / Ha)	2470	49,70 a	464	21,55 e	563	23,73 e	1853	43,05 d	2609	51,08 ab	1758	41,93 b
Velum 3 (3,75 L / Ha)	1989	44,60 a	364	19,09 f	630	25,10 d	1380	37,16 f	1530	39,12 b	1728	41,57 b
Moyenne		50,38		28,41		33,47		47,75		47,88		42,95
CV (%)		12,8		0,3		1,6		1,3		13,3		10,6
ETR (ddl = 18)		6,43		0,09		0,53		0,64		6,38		4,35
ETM		3,22		0,05		0,27		0,32		3,19		2,18
P		0,1329		<0,0001		<0,0001		0,0033		<0,0001		0,0001

Les moyennes d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de classification multiple de Student Newman-Keuls. Légende : CV = Coefficient de Variation ; ETR = Ecart Type Résiduel ; ETM = Ecart Type Moyen ; ddl = degré de liberté ; Après transform = Après transformation à l'aide de $\sqrt{x+1}$; P = Probabilité.

Tableau 4 : *Coefficients d'efficacité biologique du Velum sur les populations totales de nématodes dans le sol (N / dm³ de sol)*

Traitements	Périodes d'observation (JAP = Jour Après Plantation)					
	0	30	60	90	120	150
Témoin non traité	-	-	-	-	-	-
Vytal 10G (10 kg / Ha)	-	83,80	59,23	68,72	47,40	-65,38
Velum 1 / 2 (0,62 L / Ha)	-	76,45	53,25	59,81	57,29	- 78,31
Velum 1 (1,25 L / Ha)	-	87,87	63,38	75,81	63,11	- 63,23
Velum 3/2 (1,87 L / Ha)	-	83,76	44,81	72,91	50,40	- 145
Velum 2 (2,50 L / Ha)	-	86,61	76,75	68,77	37,49	- 68,57
Velum 3 (3,75 L / Ha)	-	86,95	67,69	71,12	54,48	- 105,77

3-3. Effets du Velum sur les populations de nématodes dans les racines

L'effet du Velum à différentes doses, a contribué à réduire les populations de nématodes parasites endophytes que sont *Meloidogyne, Pratylenchus* et *Hoplolaimus* aussi bien dans les racines de bouture ***(Figure 3)*** que dans les racines de tige ***(Figure 4)***. Aux 30ème et 60ème JAP, l'effet des différentes doses du Velum s'est traduit par une réduction des populations de nématodes dans les racines de bouture par rapport au témoin non traité. Au 90ème JAP, un redressement partiel de la dynamique des populations de nématodes est observé dans les racines de bouture en fonction de la dose testée ***(Figure 3)***. En revanche, les populations de nématodes parasites endophytes dans les racines de bouture qui ont été pratiquement réduites avec les doses du Velum 2 (2,50 L / Ha) et Velum 3 (3,75 L / Ha), ne se sont pas reconstituées ***(Figure 4)***. Aux 30ème, 60ème et 90ème JAP, l'effet des différentes doses du Velum s'est traduit par une réduction sensible des populations de nématodes parasites dans les racines de tige par rapport au témoin non traité ***(Figure 4)***. A compter du 120ème JAP et au-delà, les populations de nématodes parasites dans les racines de tige se sont reconstituées de façon exponentielle ***(Figure 4)***. Plus la dose est faible, meilleur est le niveau de reconstitution.

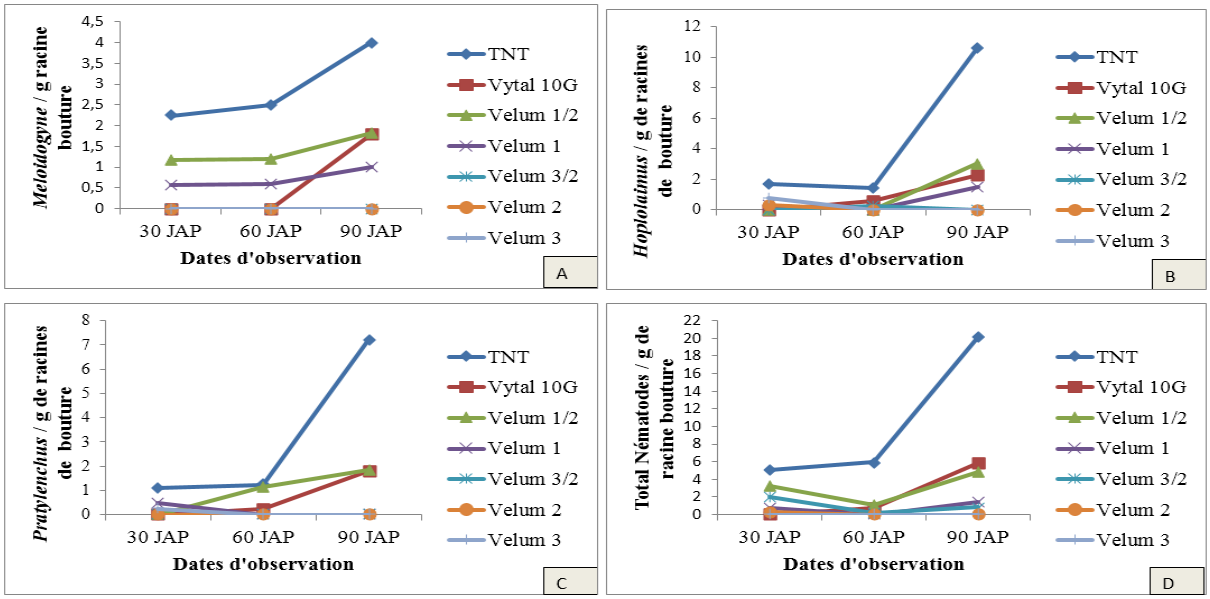


Figure 3 : *Évolution des principaux genres de nématodes et des populations totales de nématodes observés dans les racines de bouture*

A : Nombre de Meloidogyne / g de racines de bouture ; B : Nombre de Hoplolaimus / g de racines de bouture ; C : Nombre de Pratylenchus / g de racines de bouture ; D : Total de nématodes / g de racines de bouture.

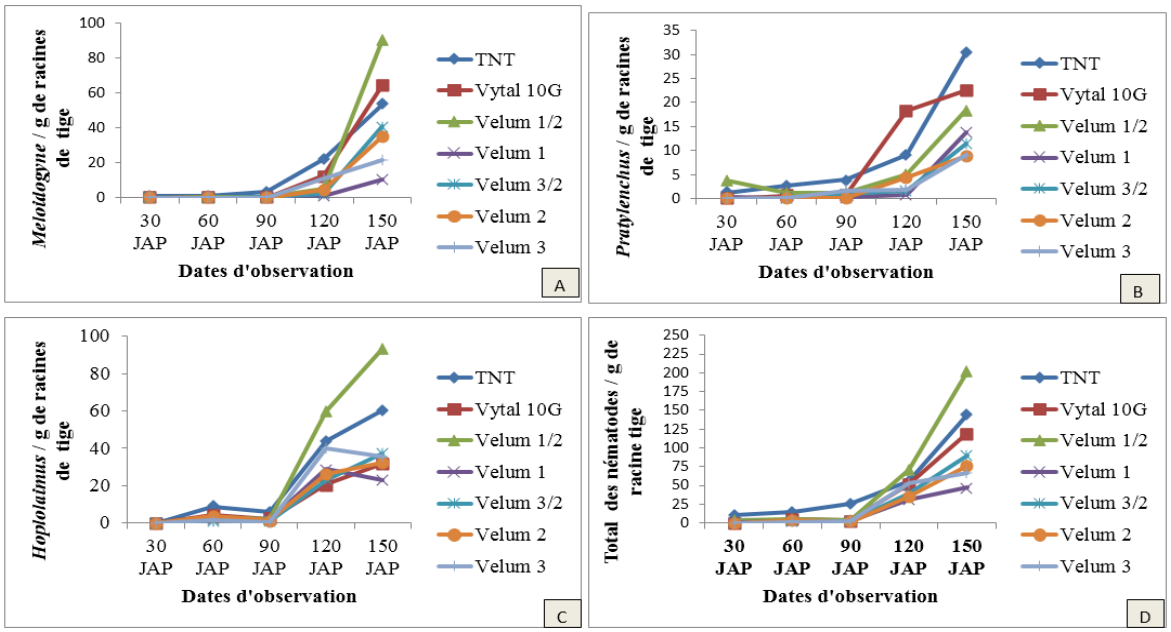


Figure 4 : *Évolution des principaux genres de nématodes et des populations totales de nématodes observés dans les racines de tige*

A : Nombre de Meloidogyne / g de racines de tige ; B : Nombre de Hoplolaimus / g de racines de tige; C : Nombre de Pratylenchus / g de racines de tige ; D : Total de nématodes / g de racines de tige.

3-4. Effets du Velum sur les composantes agronomiques

L'effet des différentes doses du Velum sur les composantes agronomiques au 120ème JAP, est enregistré dans le ***Tableau 5***. Pour chacune des variables étudiées, le plus faible taux d'augmentation est obtenu avec le Velum à la dose de 0,62 L / Ha et le plus fort taux est obtenu avec le Velum à la dose de 3,75 L / Ha.

Tableau 5 : *Effets du Velum sur les composantes agronomiques au 120ème JAP*

Traitements	Nombre moyen de tiges/ parcelle utile	Hauteur moyenne des plants (m)	Circonférence moyenne des tiges (cm)
Témoin non traité	395 c	2,11 b	5,06 c
Vytal 10G (10 kg / Ha)	519 a	2,50 a	5,92 ab
Velum 1/2 (0,62 L / Ha)	431 b	2,32 a	5,55 bc
Velum 1 (1,25 L / Ha)	521 a	2,49 a	5,86 ab
Velum 3/2 (1,87 L / Ha)	486 a	2,39 a	6,34 ab
Velum 2 (2,50 L / Ha)	519 a	2,45 a	6,33 ab
Velum 3 (3,75 L / Ha)	527 a	2,63 a	6,65 a
Moyenne	485,43	2,43	5,96
CV (%)	5,0	5,9	6,4
ETR (ddl = 18)	24,18	0,14	0,38
ETM	12,09	0,07	0,19
P	< 0,0001	0,0021	0,0003

Les moyennes d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (Test de Student Newman-Keuls).
Légende : CV = Coefficient de Variation ; ETR = Ecart Type Résiduel ; ETM = Ecart Type Moyen ; ddl = degré de liberté ; P = Probabilité.

3-5. Corrélation entre les populations totales de nématodes dans le sol et le nombre de cannes usinables

La corrélation étudiée entre les populations totales de nématodes au 90ème JAP et le nombre de cannes usinables a pour équation de régression y = - 0,03x + 569 avec pour coefficient de corrélation r = - 0,91 ; une déviation standard (standard déviation) Sd = 23,36 ; et une probabilité p = 0,004. Cette équation montre qu'il existe une forte corrélation négative entre les populations totales de nématodes et le développement de la canne à sucre. Ce qui traduit un réel effet néfaste des populations de nématodes sur le développement de la canne à sucre. Plus une parcelle est attaquée par des nématodes, moins elle produit de cannes (tiges) usinables ***(Figure 5)***.

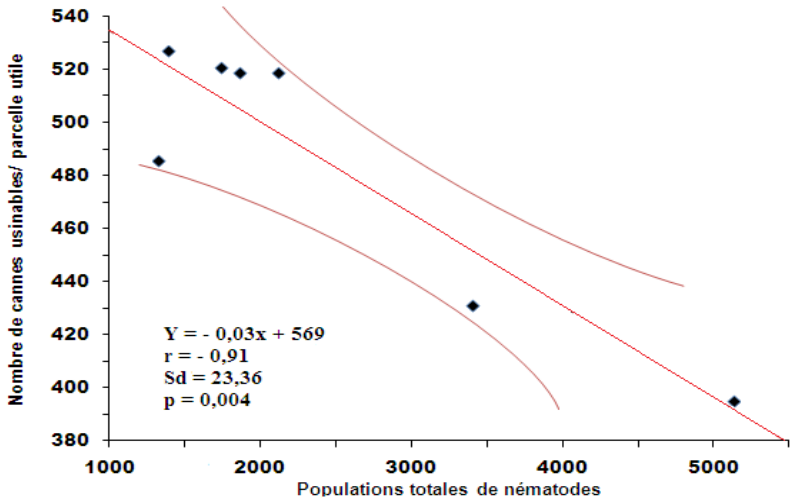


Figure 5 : *Corrélation entre les populations totales de nématodes au 90ème JAP et le nombre de cannes usinables*

4. Discussion

4-1. Influence du Velum sur les nématodes parasites de la canne à sucre

L'analyse des échantillons de sol et racines prélevés associe treize (13) genres de nématodes parasites à la canne à sucre dans le périmètre sucrier de la SN-SOSUCO. Ces résultats sont similaires à ceux de [22 - 24] qui ont mené des études similaires respectivement sur le complexe sucrier de Banda-Sarh (Tchad), de Barbade (Amérique latine) et de la SN-SOSUCO (Burkina Faso). L'étude a révélé la présence de quatre principaux genres de nématodes phytoparasites dans le sol *(Helicotylenchus, Meloidogyne, Pratylenchus* et *Hoplolaimus)* et de deux principaux genres dans les racines *(Meloidogyne* et *Pratylenchus)*. Ces résultats confirment ceux de [25 - 28] qui ont conduit des études similaires sur le périmètre sucrier de la SN-SOSUCO. Les principaux genres de nématodes endoparasites extraits dans les racines, appartiennent aux genres qui sont très pathogènes à la canne à sucre [27, 29]. Dans toutes les parcelles traitées, les traitements ont réduit les populations de nématodes phytoparasites. L'action des différentes doses du Velum a été efficace aux 30ème, 60ème et 90ème JAP contre les populations de nématodes parasites de la canne à sucre. En effet, les populations initiales de nématodes sont passées de 2033 à 463 N / dm3 de sol au 30è jour après application du nématicide pour le traitement T5 (1,87 L / Ha) et de 2470 à 464 pour le traitement T6 (2.50 L / Ha. Pour le traitement T3 (1,25 L / Ha), le peuplement initial avant plantation est passé de 2992 à 509 N / dm3 de sol. Il s'agit de la période d'émission

des tiges qui est déterminante pour la production finale [29]. Ces résultats confirment ceux de [28, 30] qui ont mené des études similaires au Burkina Faso, respectivement sur l'efficacité biologique du Cosmopol 15 G (Terbufos 150 g / kg) contre les nématodes parasites de la canne à sucre ; et sur l'efficacité biologique et la sélectivité du Counter 15G (Terbufos 15 %) contre les nématodes parasites de la canne à sucre. L'application du Velum à différentes doses a entraîné une réduction des populations de nématodes phytoparasites de 44,80 à 87,87 % jusqu'au 90ème JAP [30]. Un taux de réduction des populations de nématodes supérieurs à 60 %, a été obtenu au 90ème JAP avec la dose recommandée du produit testé [28]. Le nématicide a permis de réduire l'incidence des nématodes, cela a permis à la plante de s'enraciner [31]. De plus, l'importance des populations extraites dans le sol est inversement proportionnelle à la dose du nématicide appliqué [32]. Le Velum a été efficace contre les populations de nématodes jusqu'au 90ème JAP, ce résultat confirme celui de [38]. A partir du 120ème JAP, les populations de nématodes parasites endophytes et exophytes se sont reconstituées. Cette reconstitution est due au fait que le produit est plus nématostatique que nématicide [32]. Au 150ème JAP, une augmentation de 45 % à 63,23 % des populations totales de nématodes dans le sol a été enregistrée. Ces résultats sont similaires à ceux des auteurs des références [28, 30]. Les populations de nématodes, considérablement réduites par les traitements, peuvent se reconstituer en moins de six mois et parfois dépasser le niveau initial [25]. Comparativement au témoin de référence dont la rémanence a été établie à 90 JAP [18], on pourrait établir celle du Velum à 90 JAP. Aux 120ème et 150ème jours après plantation, la reconstitution des populations a été plus élevée dans les parcelles traitées que dans les parcelles témoins non traitées. Ce phénomène se produit généralement quand les racines de la plante sont dégradées par un autre agent pathogène comme les champignons ou les bactéries, biologiquement beaucoup plus actif que les nématodes phytoparasites [23]. Les nématicides ont une certaine polyvalence et peuvent détruire les insectes du sol et certaines maladies cryptogamiques [33]. Au 150ème JAP, les taux de reconstitution des populations de nématodes dans les traitements nématicides ont varié de 63,23 % à 145 %. Le Velum (Fluopyram) est un nématicide en traitement du sol avec une certaine action fongicide [15]. Le Velum protège non seulement les plantes de canne à sucre contre les nématodes phytoparasites, mais aussi contre certains agents phytopathogènes et ravageurs des cultures [34].

4-2. Effets du Velum sur la croissance et le développement de la canne à sucre

Au 90ème JAP, la forte corrélation ($y = -0,03x + 569$; $r = -0,91$) entre les populations totales de nématodes et le nombre de cannes (tiges) usinables indique que l'attaque des nématodes a plus induit un effet néfaste sur la parcelle témoin non traitée que sur les parcelles traitées aux nématicides. Ces résultats sont similaires à ceux de [25, 28, 29, 35]. Un coefficient de régression $r = -0,95$ a été obtenu avec les densités totales de nématodes au 90ème JAP et le nombre de cannes usinables [29]. En canne de plantation, les dégâts des nématodes sur les racines de bouture, sont directement responsables de la disparition de la tige primaire et de la réduction du tallage pouvant atteindre un taux de réduction de 75 % [29], alors que ceux occasionnés aux racines de tige affectent l'élongation des tiges, aussi bien en canne de plantation qu'en canne de repousse [29]. L'importance de la récolte dépend, pour une large part de la protection des racines pendant les premières semaines de la vie de la plante [25]. La croissance de la canne à sucre n'est dépendante des racines de bouture que pendant les quatre à huit premières semaines après sa plantation [35]. Une densité élevée de nématodes phytoparasites à cette période dans le sol et dans les racines, entraîne inéluctablement des pertes importantes de production. Il existe en fait, une relation entre le moment de l'attaque des nématodes et le niveau des dégâts causés ; plus l'attaque est tardive, moins graves sont les pertes [36]. Par rapport au témoin non traité, les différentes doses du Velum ont occasionné une augmentation du nombre moyen de tiges par parcelle élémentaire, de la hauteur moyenne des tiges et de la circonférence moyenne des tiges. L'application du Velum a permis une augmentation du nombre de tiges de 9,11 à 33,42 %. Elle a aussi entrainé une croissance de l'ordre de 9,95 à 24,64 % de la hauteur des plantes et de 9,68 à 31,42 % de la circonférence moyenne des tiges. En outre, aucun cas de phytotoxicité n'a été observé. Ces résultats sont conformes à ceux de [8, 27, 28, 37]. Ils ont montré que l'application de nématicide permet une forte augmentation des

rendements et la réduction des populations de nématodes phytoparasites. Les attaques des nématodes se traduisent par une réduction du tallage des cannes à sucre [35]. Cette action pathogène est le résultat de la destruction des racines de bouture par les nématodes endoparasites que sont *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus zeae, Hoplolaimus pararobustus* et *Heterodera sacchari* [29]. Le Velum à la dose de 1,25 L / Ha a été la plus petite dose qui a assuré une protection efficace et efficiente des plantes de canne à sucre contre les populations de nématodes phytoparasites.

5. Conclusion

Les populations des différents genres de nématodes ont beaucoup varié au cours de l'étude. De l'examen des résultats, il apparait que la baisse globale des peuplements de nématodes observée, indique de façon évidente qu'elle est plus forte et plus importante au premier mois qu'au cinquième mois après application du nématicide. Les résultats de l'analyse nématologique ont mis en évidence l'importance croissante du problème de nématodes sur la canne à sucre au Burkina Faso. Treize (13) genres de nématodes phytoparasites ont été recensés sur le site de l'essai à Bérégadougou. Toutefois, les principaux genres rencontrés sont *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Meloidogyne* et *Pratylenchus*. Quant aux nématodes endoparasites dans les racines, quatre genres ont été dénombrés avec une prédominance pour les genres *Hoplolaimus, Pratylenchus* et *Meloidogyne*. L'application des différentes doses du Velum ont permis d'assurer une protection des plants de canne à sucre jusqu'au 90ème JAP contre les populations de nématodes exophytes et endophytes avec des taux de réduction qui ont varié de 44,80 à 87,87 %. A partir du 120ème JAP, les populations de nématodes se sont reconstituées. Par conséquent, on pourrait établir la rémanence du Velum (Fluopyram 400 g / L) à 90 JAP. Le retrait sans cesse croissant des nématicides chimiques de l'espace de la Communauté Européenne (CE) et de l'espace de la zone CILSS (Comité Inter Etat de Lutte contre la Sécheresse au Sahel) devient de plus en plus préoccupant pour les producteurs agricoles des pays membres du Comité Sahélien des Pesticides. Dans la mesure où les molécules de substitution tardent à apparaître pour l'homologation. Aucune technique de lutte n'est exclusive des autres, bien au contraire, l'idéal serait d'harmoniser les moyens culturaux, l'utilisation de variétés de canne résistantes et l'application des produits nématicides afin d'arriver à une véritable lutte intégrée respectueuse de l'environnement.

Références

[1] - C. FELLER, La canne à sucre au Brésil : *agriculture, environnement et énergie,* (2004) 13 - 16

[2] - C. BAQUEY, La canne à sucre : une plante à tout faire, (2015) 3 p.

[3] - CEDUS, Le sucre et autres débouchés. Mémo statistique du *Centre d'Etude et de Documentation du Sucre de Paris,* (2015) 36 p.

[4] - A. M. TOE, R. OUEDRAOGO et S. PARE, Groundwater risk assessment of pesticides used by SN-SOSUCO for sugar cane cultivation in Burkina Faso. *Journal of environmental hydrology.* Vol 20, N°3 (2012) 9 p.

[5] - M. TRAORE, F. LOMPO, B. THIO, B. OUATTARA, K. OUATTARA et M. SEDOGO, Influence de la rotation culturale, fertilisation et du labour sur l'infestation des racines de sorgho *(Sorghum bicolor)* par le nématode *Pratylenchus brachyurus* et l'effet sur le rendement de la culture au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.,* 4 (6) (2010) 2192 - 2202

[6] - Y. C. KASOLE, Incidence de la prolifération de la culture de la canne à sucre sur le revenu des ménages dans le territoire de Kabare : cas du groupement de Bugobe. Diplôme gradué en développement rural. Institut supérieur de développement Bukavu rural (ISDR) (2009), Mémoire online.

http://www.memoireonline.com/04/12/5676/m_Incidence-de-la-proliferation-de-la-culture-de-la-canne--sucre-sur-le-revenu-des-menages-dans-le13.html#toc38

[7] - N. F. NDIAYE, Les nématodes du sol dans les systèmes de cultures à jachères du Sénégal dynamique des peuplements et relations avec les facteurs abiotiques et biotiques *telluriques.* Thèse de Doctorat d'état du 3e cycle de biologie animale. *ORSTOM*-Dakar, (1999) 157 p.

[8] - P. CADET, Gestion écologique des peuplements de nématodes phytoparasites Tro picaux : importance des facteurs édaphiques et du ruissellement. *Cahiers Agricultures*, 7 (1998) 187 - 194 p.

[9] - P. CADET, J. F. BOIS, J. F. CHOTTE, R. DUPONNOIS, F. N'DIAYE, C. FLORET, S. FOULD, R. MANLAY, D. MASSE D, T. MATEILLE, P. NORMAND, E. PATE, C. PLENCHETTE, J. THIOULOUSE, C. VILLENAVE et J. FARDOUX, Recherche de méthodes de gestion des peuplements de nématodes phytoparasites par les facteurs du sol en zone soudano-sahélienne au Sénégal. Etude et gestion des sols, 7, 4, numéro spécial, (2000) 261 - 270

[10] - A. BOUGUERRA, Les biopesticides à l'assaut des nématodes du sol : des substances biologiques qui freinent la pullulation des nématodes du sol pourraient contribuer à réduire l'emploi des pesticides chimiques souvent toxiques, (1993), http://base.d-p- h.info/fr/fiches/premierdph/fiche-premierdph-347.html. Consulté le 4 avril 2016

[11] - C. BERTRAND, Lutter contre les nématodes à galles en Agriculture Biologique. *GRAB-ITAB*, (2001) 4 p.

[12] - S. GUINKO, Végétation de Haute Volta. Thèse de Doctorat d'état, Université de Bordeaux III (France), (1984) 145 p.

[13] - SN-SOSUCO, Rapport d'activités de la campagne sucrière 2014/2015. Direction de la Division agronomie, (2015) 56 p.

[14] - C. S. BAYER, Fongicide contre l'oïdium et le black-rot de la vigne, les maladies des cultures légumières et du tabac. *Bayer Crop Science*, Luna Sensation, (2016) 4 p.

[15] - C. S. BAYER, Fongicide pour pommiers, poiriers, laitue et roquette (sous protection), tomate (sous protection), haricots et pois (en plein air) et cultures ornementales (sous protection). *Bayer Crop Science*, (2015) 6 p.

[16] - EFSA, Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Oxamyl. European Food Safety Authority, *EFSA Scientific Report,* (2005) 78 p.

[17] - DUPONT, Vydate 10 G. Protéger mieux pour produire mieux ; protéger mieux pour produire plus : pomme de terre, (2011) 2 p.

[18] - J. W. SEINHORST, Modification of elutriation method for extracting nematodes fromsoil. Nematologica, 8 (1962) 117 - 128 p.

[19] - J. W. SEINHORST, De betkenis van de toestant von de grond voor optreden van aanstatinq door het stengelaaltje, (*Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filip Jern) Tijdschr. Plziekdt, 50 (1950) 291 - 349 p.

[20] - L. M. VILITSKY, Technologie d'emploi des herbicides. L. Agropromizdat, (1989) 176 p.

[21] - G. REVERSAT et P. CADET, Etude des nématodes parasites de la canne à sucre sur le complexe sucrier de *BANDA-SARH (Tchad)*. Rapport de mission, *ORSTOM*, Fonds documentaire, N° 43686 (1989) 23 p.

[22] - P. CADET et H. De BOER, Les nématodes parasites de la canne à sucre à Barbade. *ORSTOM*, Fonds documentaires, (1993) 108 - 122 p.

[23] - Y. A. KONATE, M. OUATTARA, N. MILLOGO, A. TIALA, Evaluation de l'efficacité biologique du FOXAMYL 10 GR (OXAMYL 100 g / kg) contre les nématodes parasites de la canne à sucre. Rapport de la campagne, (2015) 2014 - 2015

[24] - P. CADET et G. MERNY, Premiers essais de traitements chimiques contre les nématodes parasites de la canne à sucre en Haute Volta. *Revue Nématol.*, 1 (1978) 53 - 62 p.

[25] - P. CADET et V. W. SPAULL, Nematodes parasites of sugarcane *In* LUC M., SIKORA R. A. et BRIDGE J., Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, 2nd edition. CAB International Edit., Wallingford Oxon, U.K., (2005) 461 - 491 p.

[26] - Y. A. KONATE, N. MILLOGO, A. LENGANI et S. KIEMDE, Evaluation de l'efficacité biologique du Vytal 310 SL (Oxamyl 310 g / L) contre les nématodes parasites de la canne à sucre. Rapport de campagne 2010-2011, (2011) 16 p.

[27] - I. KOUADIMA, Evaluation de l'efficacité biologique et de la sélectivité du Counter 15G (Terbufos 15 %) contre les nématodes parasites de la canne à sucre. Mémoire de fin d'études des Ingénieurs d'Agriculture/ CAP-Matourkou, (2014) 68 p.

[28] - P. CADET et V. W. SPAULL, Studies on the relationship between nematodes and sugarcane in South and West Africa : Plant cane. *Revue de Nématologie*, 8 (1985) 131 - 141 p.

[29] - Y. A. KONATE, N. MILLOGO, A. LENGANI et S. KIEMDE, Evaluation de l'efficacité biologique du COSMOPOL 15G (TERBUGOS 150 g / kg) contre les nématodes parasites de la canne à sucre. Rapport de campagne 2008-2009, (2009) 14 p.

[30] - P. CADET et J. THIOULOUSE, Traitements nématicides et peuplements de nématodes parasites de la canne à sucre au Burkina Faso. 1. Repousses, (1989) 10 p.

[31] - P. CADET et M. PORTIER, Etude de l'influence du Furadan sur les populations de nématodes et le rendement en riz dans le nord de la côte d'Ivoire. Laboratoire de Nématologie / *ORSTOM,* (1980) 8 p.

[32] - M. KAWANOBE, N. MIYAMARU, K. YOSHIDA, T. KAWANAKA and K. TOYOTA, A field experiment with nematicide treatment revealed potential sugarcane yield loss caused by plant-parasitic nematodes in Okinawa, Japan. *Nematological Research*, 46 (1) (2016) 1 - 8

[33] - J. APPERT et J. DEUSE, Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères sous les tropiques. Techniques agricoles et Productions tropicales. Edition G. P. Maisonneuve et Larose / Agence de coopération culturelle et technique. (1982) 411 p.

[34] - A. K. HAGAN, Velum Total. A new nematicide for Peanut, (2015) 7 p.

[35] - P. CADET, P. QUENEHERVE et P. SAUNIER, Incidence des formulations liquides des nématicides sur le rendement des cannes à sucre en Afrique de l'Ouest. *Phytoma. Défense des cultures*, N°392, (1987) 56 - 59

[36] - C. NETSCHER et J. C. MAUBOUSSIN, Résultats d'un essai concernant l'efficacité comparée d'une variété de tomate résistante et de certains nématicides contre *Meloidogyne javanica*. Cah. *ORSTOM Sér.Biol.*, 21 (1973) 97 - 102

[37] - P. CADET, Incidence des nématodes sur les repousses de canne à sucre au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. *Revue Nématol*, 8 (3) (1985) 277 - 284