Synthèse de travaux de recherches sur la lutte biologique contre les bio-agresseurs au Sénégal

(Tome 2)

Synthèse réalisée en 2017, par Maodo Malick Cissé

Département de Biologie Végétale

Université Cheikh Anta Diop de Dakar

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Substances naturelles couramment utilisées, méthode de préparation et d'application 19
Tableau 2 : L'ensemble des plantes utilisées de même que les parties utilisées. 23
Tableau 3 : Activité inhibitrice des différents extraits sur Cenchrus biflorus 24
Tableau 4 : Activité inhibitrice, méthode de préparation et d'application des différents extraits sur Pennisetum typhoides 25
Tableau 5 : Effets des extraits sur la levée de Cenchrus biflorus dans le champ d'essai de Gnit 27
Tableau 6 : Effets des extraits sur la levée de Pennisetum typhoïdes dans le champ d'essai de Gnit 27
Tableau 7 : Traitements et successions culturales. 33
Tableau 8 : Influence des traitements sur la performance des variétës de niébé et de mil : Route de Ngoye et Pultock Sérère 1999.....34
Tableau 9 : a= dégâts de Meloidogyne spp. dans une parcelle de haricot Tamya ; SOCAS, b= galles de Meloidogyne spp. sur haricot Tamya 38
Tableau 10 : Caractéristiques des différents produits utilisés.....44

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de Malika dans la zone périurbaine de Dakar.....4
Figure 2 : Cycle biologique de Plutella xylostella 4
Figure 3 : Mortalité des adultes traits avec les extraits ether et méthanolique de A. indica à différentes concentrations 13
Figure 4 : Mortalité des adultes traités avec les extraits éther et méthanolique de L. camara à différentes concentrations 13
Figure 5 : Cycle biologique de la chenille mineuse du mil.....14
Figure 6 : Phenacocus manihoti sur feuille de manioc 14
Figure 7 : Cycle biologique de la Pyriculariose.....41
Figure 8 : Cycle infectieux de H.oryzae 41
Figure 9 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne en fonction des traitements. 45
Figure 10 : Activité des produits testés sur la germination des spores de Colletotrichum sp..45
Figure 11 : Carte de la zone des Niayes.....46
Figure 12 : Cycle biologique général de Fusarium oxysporum 49
Figure 13 : Activité des huiles essentielles sur la croissance mycélienne de F. oxysporum ...51
Figure 14 : Activité de l'huile essentielle d'Eugenia caryophyllata sur F. oxysporum 51

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Adulte et chenille de Plutella xylostella : 3
Photo 2 : Parcelle de chou dans la zone périurbaine de Dakar 4
Photo 3 : Dégâts de Sitophilus zeamais sur le mais 8
Photo 4 : a= Hyptis spicigera, b= Tribolium castaneum sur maïs 9
Photo 5 : Lantana camara 11
Photo 6 : Larve de Heliochelus albipuntella 14
Photo 7 : Rastrococcus invadens 15
Photo 8 : Prostephanus truncatus et dégâts sur maïs 15
Photo 9 : Oxypes spp. 17
Photo 10 : Hippodomia convergens 17
Photo 11 : Orius spp. 18
Photo 12 : Epissyrphus balteatus 18
Photo 13 : Aphidius sp. 18
Photo 14 : gauche= fleur de tournesol, droite= rose d'Inde 19
Photo 15 : Adulte de C. salviniae sur S. Molesta 22
P**hoto 16** : Tache de faible croissance sur plantules d'oignons. WAF, Yamane. 38
Photo 17 : a=symptomatologie de la pyriculariose,= spores observées au MO(GX400) 40
Photo 18 : a=symptomatologie, b= spores au MO (GX400) 41
Photo 19 : Plantes aromatiques utilisées, a= E. camaldulensis, b= L. officinalis, c= E. caryophyllata. 46
Photo 20 : Dégâts d'Helicoverpa armigera sur une tomate 47
Photo 21 : Dégâts de Tuta absoluta sur feuille de tomate 47
Photo 22 : Enroulement foliaire de la tomate 47
Photo 23 : Galles sur tomates causées par Meloidogyne sp. 48
Photo 24 : Symptomatologie de l'alternariose, a= sur feuille, b= sur fruit 48
Photo 25 : Symptomatologie de la fusariose, a=sur feuille, b= sur racines 49

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX i

LISTE DES FIGURES i

LISTE DES PHOTOS ii

INTRODUCTION 2

I. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES RAVAGEURS DES CULTURES 3

II. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES MAUVAISES HERBES 22

III. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES NEMATODES 35

V. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES AGENTS PHYTOPATHOGENES 40

VI. DIAGNOSTIC DES MALADIES DES PLANTES ET PROPOSITION DE METHODES DE LUTTE PAR L'UTILISATION DES BIOPESTICIDES 52

CONCLUSION GENERALE 59

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 60

INTRODUCTION

L'Homme dans sa quête de nourriture a toujours été confronté aux problèmes des bio-agresseurs des cultures dont les insectes sont des plus importants. La situation alimentaire est caractérisée au Sénégal et dans le Sahel par l'insuffisance des récoltes à laquelle s'ajoutent des pertes souvent élevées dues en grande partie aux attaques des ravageurs surtout au champ et dans les lieux de stockage.

Pour y apporter des solutions, les producteurs ont recours le plus souvent aux pesticides de synthèse. Cependant, avec les nombreux cas de résistance notés à ces produits chimiques, les cas d'intoxications et les pollutions liées à cela, l'utilisation des pesticides constitue un sérieux problème environnemental et de santé publique. Les insecticides naturels tels que les plantes à effet insecticide et les substances inertes (sable, cendre, terres à diatomées,…) méritent d'être valorisées afin de réduire l'utilisation des insecticides chimiques et protéger l'environnement. C'est ainsi que ces dernières années, de nombreux travaux ont été menés pour proposer des méthodes alternatives de protection, peu coûteuses et qui respectent l'environnement. La lutte biologique a apporté une contribution remarquable à la science moderne de l'environnement en insistant sur la nécessité de l'équilibre de la nature.

Elle comprend toutes les méthodes qui réduisent la nuisance des ravageurs à l'exclusion des pesticides chimiques et des moyens de lutte qui diminuent directement les populations de ravageurs présents. Dans son sens large la lutte biologique englobe la résistance variétale des végétaux, les aménagements de modification des habitats des ravageurs, l'utilisation des phéromones et des inhibiteurs de croissance, des ennemis naturels, des lâchers de parasitoïdes, etc.

Ce document est une synthèse de quelques travaux de recherches qui ont été menées au Sénégal dans le cadre de lutte biologique contre les bio-agresseurs des cultures. Des mémoires de Master, des thèses des Doctorat, des articles scientifiques, des rapports de recherches y sont résumés.

C'est le fruit d'une collaboration entre l'Université Cheikh Anta DIOP à travers le Laboratoire de Phytochimie et Protection des Végétaux (LPPV) et Enda Pronat.

I. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES RAVAGEURS DES CULTURES

Un bon nombre d'études a été réalisé au Sénégal dans le cadre de la lutte biologique contre les ravageurs des cultures. Ci-dessous quelques-uns de ces travaux de recherches y sont résumés.

Le 19 Décembre **2013,** Laurence Arvanitakis a soutenu sa thèse de Doctorat sur le sujet : **«Interaction entre la teigne du chou *Plutella xylostella* (L.) et ses principaux parasitoïdes en conditions tropicales : approche éthologique, écologique et évolutive »**

Cette thèse a été soutenue à l'Université Paul-Valéry de Montpellier sur la spécialité : Ecologie et Biologie des Populations.

Une bonne partie de cette thèse a été réalisée sur le terrain au Sénégal plus précisément à Malika pendant deux ans dans le champ d'un cultivateur de chou.

- **Présentation de *Plutella xylostella* et statut au Sénégal**

Appelée encore Teigne des Crucifères, l'appellation teigne du chou est la plus répandue. L'adulte est un petit papillon gris clair rappelant une mite. La chenille est de couleur vert clair à tête brune, atteignant 8 à 10 mm (Photo 1). Elle vit sur les feuilles, isolée ou en groupe. Peu active en saison fraîche, elle se développe en populations difficiles à contrôler en saison chaude. En fin de développement la chenille tisse un cocon léger sur les feuilles, en forme de fuseau. Bien que les tendances de consommation de chou soient à la hausse, le potentiel de production est fortement freiné par l'impact négatif des ravageurs sur cette culture. D'après l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles), *P. xylostella* est le principal ravageur du chou. Il provoque d'important dégâts puisque les cultivateurs peuvent perdre jusqu'à 80% de leur production.

Photo 1 : Adulte et chenille de Plutella xylostella

- **Site d'expérimentation**

L'étude a été réalisée dans la zone périurbaine de Dakar, dans les Niayes, sur le site de Malika (latitude: 14°47'38 N et longitude: 17°20'20 W) (Fig. 12 et Fig. 13). Cette localité bénéficie d'un climat tropical de type côtier à deux saisons influencé par les alizés maritimes et la mousson. Les précipitations y sont peu abondantes et dépassent rarement 500 mm par an. Les températures moyennes varient entre 23°C et 30°C selon la saison. L'expérimentation a été réalisée pendant deux ans, sur la parcelle d'un agriculteur qui cultive du chou (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*, cultivar « Marché de Copenhague ») toute l'année, sans utiliser d'insecticide.

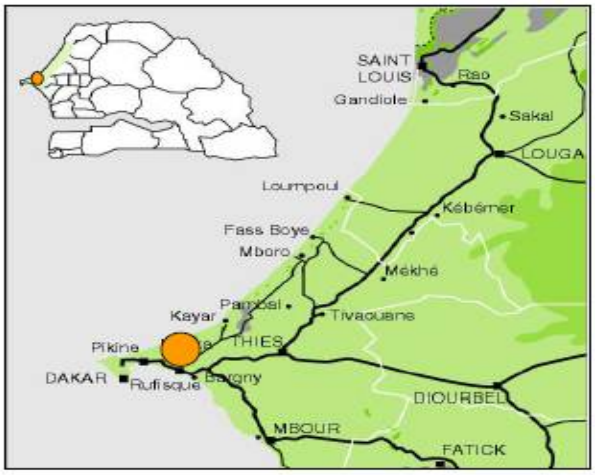


Figure 1 : Localisation de Malika dans la zone périurbaine de Dakar

Photo 2 : Parcelle de chou dans la zone périurbaine de Dakar

- **Présentation et description du cycle biologique du ravageur**

Figure 2 : Cycle biologique de Plutella xylostella

- **Résultats obtenus**

Quatre espèces d'hyménoptères ont été identifiées comme parasitoïdes de *P. xylostella*. Il s'agit d'*Oomyzus sokolowskii*, *Apanteles litae* Nixon (Braconidae), *Cotesia vestalis* et *Brachymeria citrae* Westwood (Chalcididae*). Apanteles litae* s'est révélée l'espèce la plus abondante en saison sèche, par contre *O. sokolowskii* a été l'espèce rencontrée le plus régulièrement pendant toute la durée de notre étude. Le taux de parasitisme total calculé a été de l'ordre de 10% et aucun contrôle de la teigne n'a été observé durant toute la période d'étude.

La durée totale du développement d'*O. sokolowskii*, entre l'oviposition et l'émergence de l'adulte, est relativement rapide (15 jours à 25°C), avec trois jours pour l'incubation des œufs, quatre jours pour le développement larvaire et huit jours pour la nymphose.

Une femelle isolée d'*O. sokolowskii*, peut parasiter 14% de chenilles L4 et engendrer une descendance très faible. En présence de congénères, ce taux augmente significativement puisqu'elle peut parasiter jusqu'à 78 % des chenilles L4 mises à sa disposition et sa descendance peut être multipliée par cinq. La population du Sénégal a des nymphes significativement plus grosses que celles de la population de Martinique qui nous a servi de référence. Les femelles *d'O. sokolowskii* du Sénégal parasitent d'avantage les chenilles L4 martiniquaises que sénégalaises (81% et 66%, respectivement). Le taux de parasitisme varie en fonction de l'âge de la femelle parasitoïde. Dès les premiers jours de sa vie, le taux peut atteindre 82% puis décroître jusqu'à 31% au bout de 28 jours.

O. sokolowskii présente une durée de développement rapide (15 jours) et parasite préférentiellement les chenilles de stades L4. Ses performances parasitaires dépendent du nombre de congénères, de l'origine de l'hôte et de l'âge de la femelle et le taux de parasitisme obtenu en conditions de laboratoire peut atteindre 80%.

Pour conclure, *O. sokolowskii* est un parasitoïde de *P. xylostella* qui présente des performances parasitaires évidentes en conditions de laboratoire, ce qui n'est pas le cas en conditions de terrain. Malgré la présence des trois autres espèces, le taux de parasitisme reste faible et la teigne n'est pas contrôlée.

En 2015, les chercheurs L. Diamé, I. Grechi, J-Y. Rey, C.A.B. Sané, P. Diatta, J-F. Vayssières, A. Yasmine, H. De Bon, and K. Diarra ont rédigé l'article de recherche intitulé : « **Influence of *Oecophylla longinoda* Latreille, 1802 (Hymenoptera: Formicidae) on Mango Infestation by *Bactrocera dorsalis*(Hendel) (Diptera: Tephritidae) in Relation to Senegalese Orchard Design and Management Practices ».**

Contact : L. Diamé : Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, ISRA/CDH.
Email : diamelamine99@gmail.com

Cette étude a été menée au Sénégal dans la zone des Niayes et à Thiès plateau et 15 vergers de manguiers ont été échantillonnés.

- **Résultats obtenus de l'article scientifique :**

Cet article a permis de démontrer qu'*O. longinoda* semble constituer un bon potentiel de lutte biologique contre *B.dorsalis*.

Dans certains vergers, le taux d'infestation et le nombre de pupes qui se développait dans les manguiers de variétés Kent avec ou sans *O. longinoda* pendant 3 périodes (Mai, Juillet et Août en 2013) a été mesuré. L'abondance de *B. dorsalis* et d'*O. longinoda* a été préalablement mesurée pendant 2 mois durant la saison sèche et pendant 2 autres mois durant la saison des pluies dans les 15 vergers en 2012. La présence d'*O. longinoda* sur les manguiers réduit la proportion des manguiers attaqués par *B. dorsalis* de même que le développement des pupes dans les mangues. La présence d'*O.longinoda* est négativement corrélée à celle de *B. dorsalis*.

Le 12 Février 2016, Lamine Diamé a soutenu sa thèse de Doctorat de 3e cycle sur le sujet : **« Relations entre le fonctionnement des agroécosystèmes à base de fruitiers et les fourmis (*Hymenoptera : Formicidae*). Impacts sur le développement des mouches des fruits (*Diptera : Tephritidae*) ».**

Cette thèse est le fruit d'une collaboration entre le Laboratoire « Equipe Production et Protection Intégrées en Agro-écosystème Horticole » (2PIA) du Département de Biologie Animale de l'Université de Dakar (SENEGAL), du Laboratoire d'Entomologie du Centre pour le Développement de l'Horticulture (CDH/SENEGAL), du Laboratoire Fonctionnement Agro-écologique et Performances des cultures horticoles du CIRAD (Montpellier) sous la direction du Docteur Isabelle GRECHI et du Laboratoire Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE/Montpellier) sous la direction du Docteur Rumsaïs BLATRIX.

Le travail a bénéficié du soutien financier du Programme de Développement des Marchés Agricoles du Sénégal (PDMAS) et d'un appui du Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) à travers le programme « Actions incitatives de soutien aux doctorants du Sud ».

- **Résumé d'une partie de la thèse**

La lutte biologique de *B. dorsalis* par *O. longinoda* en milieu semi-aride a pu être montrée à travers les résultats de cette étude. Il a été montré également qu'il y a une corrélation négative entre l'abondance d'*O. longinoda* et celle de *B. dorsalis*. Ce type de résultat atteste de l'importance des fourmis oecophylles en tant qu'agents de lutte biologique et peut pousser les producteurs à changer la perception qu'ils ont de ces espèces dans les agroécosystèmes fruitiers d'autant que leurs abondances sont susceptibles d'être influencées par les pratiques dans les vergers.

Le phénomène de la lutte biologique par les fourmis oecophylles trouve beaucoup plus son intérêt dans la production de fruits et légumes.

Dans les vergers de la zone étudiée, le manguier, une plante dont la pollinisation dépend des insectes, peut héberger d'abondantes populations de fourmis oecophylles. Il reste encore difficile de prédire l'effet des fourmis oecophylles sur les pollinisateurs du manguier et éventuellement l'impact de la baisse d'accès de ces pollinisateurs du manguier sur le rendement de l'arbre. Pour répondre à ces questionnements et envisager la préconisation d'une lutte biologique par *O. longinoda*, il serait intéressant d'étudier davantage les besoins en pollinisation entomophile du manguier et jusqu'à quel point ses pollinisateurs peuvent être affectés par les fourmis oecophylles sans que cela n'impacte la production.

En 2015, les chercheurs Papa Seyni CISSOKHO et Momar Talla GUEYE de l'Institut de Technologie Alimentaire (Laboratoire des Analyses Phytosanitaires, BP 2765 Dakar), El Hadji SOW de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Géologie, BP 5005 et Karamoko DIARRA de cette même Université mais du Département de Biologie Végétale ont rédigé l'article de recherche scientifique : **« Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest ».**

Auteur correspondant de l'article : papaseynicissokho@gmail.com, papseyni@gmail.com
Tel : (221) 702008352

- **Résumé l'article de recherche :**

La bruche du niébé *C. maculatus* a été l'une des espèces qui très tôt a attiré le plus d'attention dans les programmes de lutte contre les ravageurs. Une dizaine de plantes ont montré leurs efficacités contre les bruches du niébé et de l'arachide.

- **Résultats obtenus**

La plante médicinale *B. senegalensis* a fait l'objet de recherches très poussées. L'extrait acétonique de fruits de cette plante montre un puissant effet fumigant sur *C. maculatus* et *S. cerealella*. Le dosage quantitatif des composés actifs de *B. senegalensis* et les valeurs de CL50 obtenues des tissus de cette plante comparées à celles des molécules pures montrent que l'activité biologique de *B. senegalen*sis est due à la libération de MITC à partir d'un glucosinolate précurseur, la glucocapparine contenue dans les feuilles et fruits (Seck et al., 1993).

Dans ce cadre, des feuilles fraîches broyées de *B. senegalensis* appliquées sur graines de niébé infestées par *C. maculatus*, à la concentration de 2 à 4% (P/P) ont montré une activité biologique se traduisant par une mortalité de **63 à 100%** chez les adultes dans un délai de 24 à 48 heures, avec une inhibition de l'émergence et des dégâts de la population F1 de *C. maculatus* (Seck *et al.*, 1993).

Sur arachide, Guèye *et al.* (2011) ont obtenu avec les fruits et feuilles frais de cette plante **une mortalité totale de *C. serratus* respectivement aux doses de 3 et 6%.** Le stade physiologique de l'organe s'est montré très important dans l'efficacité de la plante sur les insectes car celle-ci donne un meilleur rendement à l'état vert (Guèye, 2012). Par la suite, des dosages de la glucocapparine ont montré le rôle de la période et de la localité de récolte sur l'efficacité des organes de *B. senegalensis* (Guèye *et al.,* 2013a). Le dosage du principe actif, le MITC sur des grains soumis à une fumigation a révélé que ce dernier restait dans les grains et se présente donc comme un résidu au même titre que les pesticides (Guèye *et al.,* 2013b).

Divers autres travaux surtout de laboratoire ont été menés pour expérimenter des solutions contre les bruches de l'arachide et autres déprédateurs des céréales et légumineuses. Des extraits à l'éther de pétrole et au méthanol obtenus de poudre de feuilles de *Lantana camara* et d'*Azadirachta indica* ont montré une même efficacité sur les œufs de *C. serratus* avec une mortalité de 90% à la concentration de 0,1gm/l (Guèye, 2008). De même, Thiaw et Sembène (2010) ont abouti à des essais concluants contre la bruche de l'arachide avec des extraits de *Calosopris procera*. Sur base d'application d'extraits au chloroforme, méthane et cyclohexane de *Crataeva religiosa*, Diouf *et al.* (2014) ont révélé une plus forte sensibilité de *C. maculatus* que *S. zeamais* avec dans les deux cas une mortalité plus élevée avec les extraits au chloroforme.

En 2014, le Gouvernement du Sénégal a signé un Contrat de Performance avec l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA) dans le but de renforcer les capacités d'intervention de cet institut. Une étude sur la lutte biologique contre les ravageurs du mais conduit par les chercheurs Momar Talla GUEYE, Papa Seyni CISSOKHO et Dogo SECK y a été présentée.
Titre : « Les épis vides de maïs peuvent conserver les grains de maïs stockés contre l'attaque des insectes. »

- **Contexte de l'étude**

Le mais est attaqué en stockage par de nombreux insectes ravageurs dont principalement le charançon *Sitophilus zeamais* et le grand capucin du mais *Prostephanus truncatus*. Ce dernier identifié pour la première fois au Sénégal en 2008 peut être foudroyant sur les stocks de mais (Photo 2) ; il semble pour l'instant très localisé dans les zones de Kolda a Kédougou le long de la frontière guinéenne (Gueye *et al.*, 2008).

Photo 3 : Dégâts de Sitophilus zeamais sur le mais

- **Méthode de lutte biologique proposée**

Il s'agit d'une méthode naturelle de protection du mais égrené et conserve par ses propres épis vides (fanes) contre l'attaque d'insectes. En effet, après égrenage, les épis vides jadis laissés au rebut servent de pesticide biologique pour lutter contre le principal ravageur du mais au Sénégal, le charançon *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Les propres observations dans les greniers paysans ont montré de faibles pertes dues aux insectes ravageurs dans le cas de conservation avec du mais non vanné après égrenage, ceci lors d'une étude de suivi qui a duré deux années successives. Cela a été à la base de son évaluation scientifique au laboratoire.

- **Expérimentation au laboratoire et en milieu paysan**

Sur le plan expérimental, au laboratoire, après égrenage de lots d'épis de maïs, les fanes sont broyés et repartis par tamisage en deux diamètres 1,4 et 0,4 mm aux doses respectives de 2, 4, 6, 8 et 10g par diamètre sur 250g de maïs. L'infestation consiste à introduire cinq couples de *S. zeamais* dans les pots traites ainsi que dans des témoins non traités et des témoins traités à l'actellic qui est insecticide reconnu efficace à la dose de 50g/100 kg. La mortalité, la survie, l'émergence d'adultes, les dégâts et pertes sont évaluées au bout de quatre mois de stockage. Au niveau des greniers paysans (G1 a G5), il a été question de suivre des stocks paysans avec des sacs de grains de maïs non vannés, des sacs de grains vannés ainsi que des épis de maïs

pendant deux ans. Les mêmes paramètres ont été évalués qu'au laboratoire après introduction de sept couples du même charançon et sept autres couples du ver rouge de la farine *Tribolium castaneum.*

- **Résultats obtenus**

Les résultats du laboratoire ont montré une mortalité totale avec le pesticide de synthèse - actellic, nulle dans les pots non traités et très légèrement affectée avec les fanes de maïs. Par contre, l'émergence des adultes est fortement affectée avec une réduction très forte de la période de production d'adultes corrélativement à l'augmentation de la dose. Les dégâts et pertes dans le mais non traité sont évalués respectivement a plus de **40 et 20%** contre moins de **5 et 1%** avec le broyat d'épis vides à partir de la dose **4g/250 g** de mais au refus du tamis de 0,4mm. **A 10g, les pertes sont aussi faibles que dans le cas de l'actellic**.

En 2012, les chercheurs M.T. Gueye, G. Goergen, S. Ndiaye, E.A. Asiedu, J-P. Wathelet, G. Lognay et D. Seck ont rédigé l'article scientifique : « **Efficacité de méthodes traditionnelles de stockage et de traitement du maïs en greniers paysans - Etude de cas au Sénégal »**

Les études ont été conduites à Tomboronko et Sékoto dans la région de Kédougou à l'Est du Sénégal (12°29'20"N 12°17'26"O) pendant deux années. C'est une zone qui a un climat sub-guinéen et la température tourne entre 21.7 et 34.8°C. Le maximum est obtenu au mois d'Avril tournant avec 40°C et le minimum au mois de Décembre avec 17°C. La pluviométrie annuelle est de 1200mm et s'étend du mois de Mai au mois de Novembre.

- **Méthodologie**

Trois modes de stockage ont été adoptés :

- Epis de maïs
- Grains de maïs vannés
- Grains de maïs non vannés

Ces derniers ont été testés sur des greniers où les plantes insecticides *Hyptis sspicigera* et *Hyptis suaveolens* sont soit incorporées dans la charpente du grenier soit déposées entre les couches de maïs. Tous les greniers ont été artificiellement infestés au début du stockage par 7 couples de *Tribolium castaneum* et *Sitophilus zeamais*.

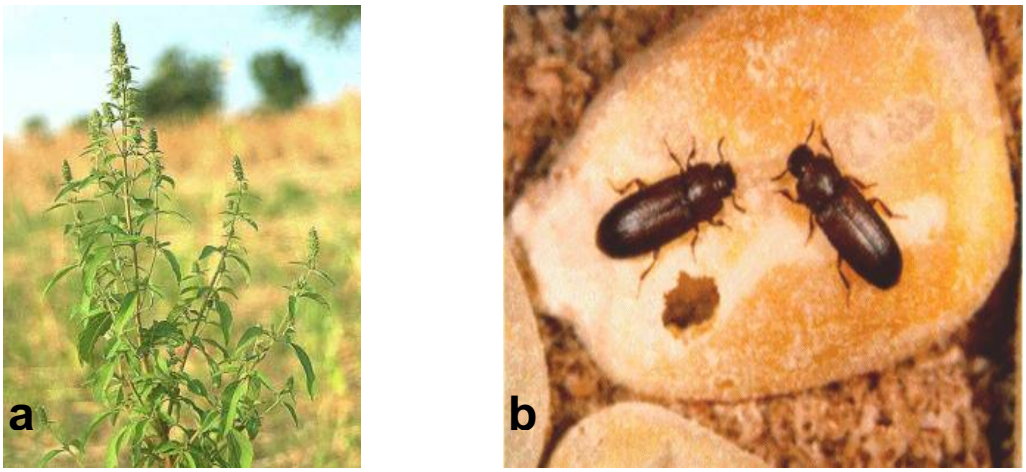


Photo 4 : a= Hyptis spicigera, b= Tribolium castaneum sur maïs

- **Résultats obtenus**

Il n'a été observé ni dégât, ni perte ou d'insectes vivants durant sept mois de stockage quand les épis de maïs sont insérés dans des couches de *H. spicigera*. Par rapport au témoin, l'incorporation des plantes au fond des greniers n'a pas eu d'effet significatif sur les dégâts et pertes indépendamment du mode de stockage. Le maïs non vanné a toujours été moins attaqué que le vanné. Dans tous les greniers infestés, le niveau des populations d'insectes et l'humidité ont été plus élevés à la fin de la période de stockage entre juin et juillet.

En 2010 certains chercheurs ont écrit l'article de recherche intitulé : « **Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale: synthèse bibliographique».**

Il s'agit de :

Momar Talla Guèye,
Institut de Technologie alimentaire. BP 2765. SN-Hann-Dakar (Sénégal). **E-mail : gueyemt@gmail.com**
Dogo Seck,
Centre Régional de Recherche en Écotoxicologie et Sécurité environnementale (CERES/Locustox). Route de Rufisque, km 15. BP 3300. SNDakar
(Sénégal).
Jean-Paul Wathelet,
Univ. Liège - Gembloux Agro-Bio Tech. Unité de Chimie analytique. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique).
Georges Lognay,
Univ. Liège - Gembloux Agro-Bio Tech. Unité de Chimie générale et organique. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique).
Notes de la rédaction : reçu le 29 janvier 2010, accepté le 1 juin 2010

Cet article a résumé une bonne partie des méthodes de lutte utilisées contre les ravageurs des stocks de cultures et des céréales au Sénégal.

- **Résultats de recherche obtenus**

Une étude dynamique des populations de *C. serratus* au Sénégal a révélé un fort parasitisme des œufs de *C. serratus* sur *Piliostigma reticulatum* et une totale incapacité du parasitoïde à exercer la même prédation sur les œufs pondus sur arachide (Guèye, 2000). Il est intéressant de mentionner les travaux de Seck *et al.* (1994) qui ont obtenu en application directe de fruits et de feuilles de *Boscia senegalensis* à des doses de 2 à 4 % (P/P) 80 à 100 % de mortalité des adultes de *Callosobrochus maculatus* et réduit significativement à la fois l'émergence et les dégâts de la génération F1.

Par ailleurs, dans la lutte contre *Caryedon serratus* ont obtenu de l'application de conidies de *Metarizhium anisopliae* sur gousses d'arachide un contrôle comparable à celui obtenu avec le pyrimiphos-méthyl à la concentration de 10 ppm.

En 2009, les chercheurs S. GUEYE, C THIAW, GUEYE-NDIAYE A, SAMB A, SEMBENE M de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar et GUEYE M.T de l'Institut de Technologie Alimentaire ont publié l'article de Recherche scientifique intitulé **« Effets ovicides et adulticides des extraits Ether et méthanolique de *Azadirachta indica* A. JUSS. Et de *Lantana camara* L. sur *Caryedon serratus* (Coleoptera, Bruchidae) »**

Cet article a été publié à la revue Journal des Sciences de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, **http://www.ucadjds.org** .

La photo ci –dessous présente *Lantana camara*, une plante aromatique utilisée ans cette étude.

Photo 5 : *Lantana camara*

- **Résumé de l'article**

Cette étude vise à évaluer l'effet insecticide des extraits d'Azadirachta *indica* et de *Lantana camara* contre *Caryedon serratus*, ravageur des stocks d'arachide. Les poudres des feuilles d'*A. indica* et *L. camara* sont macérées dans deux solvants : éther de pétrole et méthanol. Trois concentrations 0.1 g.ml-1, 0.01 g.ml-1, 0.001 g.ml-1 sont testées sur les œufs et les adultes de *C. serratus*. **A 0.1g.ml-1, les extraits éthérés des deux plantes induisent une mortalité de plus de 90 % des œufs**.

Cet effet ovicide diminue proportionnellement à la concentration appliquée. Les extraits méthanoliques donnent de faibles mortalités des œufs avec un maximum de 50 % aux concentrations 0.1 et 0.001g.ml-1 de *L. camara*. Chez les adultes, les extraits méthanoliques d'A. *indica* et *L. camara* provoquent respectivement 88.57 % et 75.76 % de mortalité. Aux mêmes concentrations, les extraits éthérés sont moins toxiques avec un maximum de 27 % pour *A. indica* et 50 % pour *L. camara*.

- **Méthodes d'étude de l'activité ovicide des extraits :**

Les femelles issues de quatre générations sont placées sur des graines d'arachide pendant 24h. Chaque graine est observée avec la loupe binoculaire pour s'assurer qu'elle reçoit un œuf. Si une graine en reçoit plus d'une, les autres sont séparées à l'aide d'une poignée souple. Des lots de 12 graines, déposés dans la boite de Pétri, sont trempés avec 1 ml de chaque extrait. Trois répétitions et deux contrôles sont établis pour chaque concentration. Contrôle avec œufs non traités et contrôle dans lequel les œufs sont mis en contact avec le solvant de dilution (éther de pétrole ou eau). Le tout est laissé à la température ambiante pendant 28 jours. Les graines sont

ensuite ouvertes et observées; Le nombre d'œufs non hachés ainsi que le nombre de larves vivantes ou mortelles sont notés.

- **Méthodes d'étude de l'activité adulticide des extraits :**

Dans ce test, les adultes utilisés étaient âgés de 24 à 48h: des lots de 12 coléoptères de sexe non spécifié sont placés dans la boite de Pétri et mis en contact avec 1 ml de chaque extrait. La mortalité est augmentée chaque jour à la même heure pendant 15 jours. Pour chaque concentration, trois répétitions et deux contrôles sont établis. Contrôle avec des adultes non traités et contrôle dans lequel les insectes sont mis en contact avec le solvant de dilution (éther de pétrole ou eau). Une analyse de variance (ANOVA) a permis de comparer les effets de la concentration sur la mortalité des œufs et des adultes.

- **Résultats des tests ovicides**

Les taux de mortalité des œufs traités sont présentés dans le tableau I. L'extrait d'éther d'*A. indica* donne une mortalité de plus de 90% des œufs avec une concentration de 0,1 g.ml-1. Les concentrations de 0,01 g.ml-1 et 0,001 g.ml-1 provoquent des mortalités qui ne sont pas significativement différentes entre elles mais qui sont inférieures à celles obtenues avec 0,1 g.ml-1. On note une mortalité moyenne de 16% avec l'extrait méthanolique de *A. indica*. Les différentes quantités testées ne présentent pas de différence significative.

L'effet ovicide très marqué (91,17%) obtenu avec l'extrait éthéré à la concentration C1 est significativement plus élevé que celui induit par l'extrait méthanolique (13,40%). Cette tendance est observée avec toutes les concentrations. L'extrait d'éther de *L. camara* donne une mortalité de plus de 90% des œufs avec la concentration de C1. Les concentrations C2 et C3 provoquent des mortalités qui ne sont pas significativement différentes entre elles mais qui sont inférieures à celles obtenues avec 0,1 g.ml-1. L'extrait obtenu avec le méthanol provoque une mortalité de la moitié des œufs traités avec les concentrations C1 et C3 et une faible mortalité (moins de 30%) avec la concentration en C2. Avec les traitements C1 et C2, l'extrait d'éther de pétrole de *L. camara* apparaît plus toxique avec les oeufs que l'extrait méthanolique sauf avec la dose la plus faible où l'extrait méthanolique provoque une mortalité significativement plus élevée. Il n'y a pas de différence significative sur l'action ovicide *d'A. indica* et celle de *L. camara*. Les extraits d'éther sont toxiques avec les œufs de C. serratus (plus de 90%) tandis que les extraits méthanoliques sont moins efficaces.

- **Résultats des tests adulticides**

Après 15 jours de traitement, l'extrait d'éther de pétrole induit une faible mortalité chez les adultes avec concentrations testées. L'extrait méthanolique tue plus de 80% des adultes avec 0,1 g.ml-1. Cette toxicité diminue avec les concentrations (C2 et C3) qui induisent des mortalités qui ne sont pas significativement différentes entre elles. La comparaison entre les extraits testés montre que le méthanolique est plus toxique pour les adultes que l'extrait d'éther de pétrole. Cette différence est observée avec les quantités de 0,1 et 0,01 g.ml-1; Avec la plus faible dose (0,001 g.ml-1) il n'y a pas de différence ($p > 0,05$) (Figure 4).

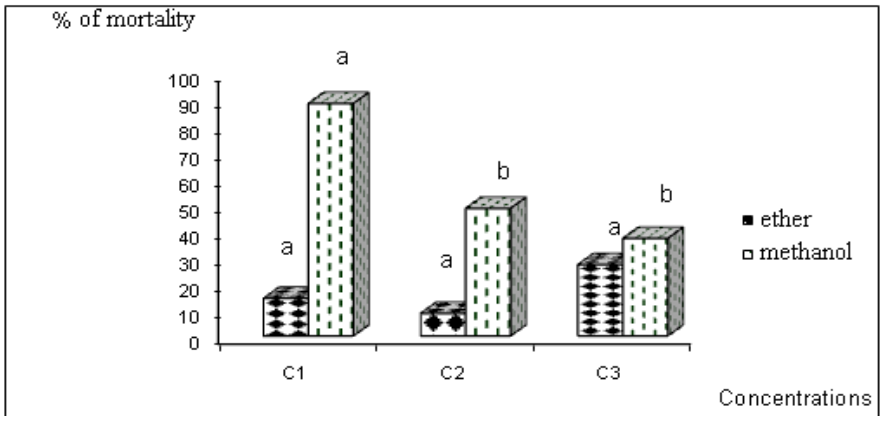


Figure 3 : Mortalité des adultes traits avec les extraits ether et méthanolique de A. indica à différentes concentrations

La mortalité des adultes traités avec l'extrait éthéré de *L. camara* est d'environ 50% avec une concentration de 0,1 g.ml-1. Les concentrations C2 et C3 sont moins toxiques pour les adultes. Avec les concentrations C1 et C3, l'éther et l'extrait méthanolique donnent des mortalités qui ne sont pas significativement différentes (p> 0,05). La différence est détectable seulement en traitant les adultes avec 0,01 g.ml (Figure 5).

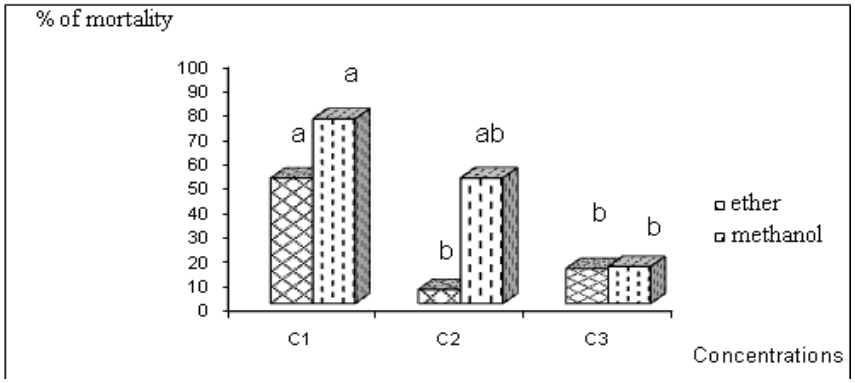


Figure 4 : Mortalité des adultes traités avec les extraits éther et méthanolique de L. camara à différentes concentrations

---

En 2003, Abou DIOP a publié l'extrait du dossier documentaire de l'ensept : **« Techniques agricoles, Evolution des méthodes de lutte contre les insectes ravageurs. »**

- ✓ **Lutte biologique contre la chenille mineuse du mil, *Heliochelus albipuntella***

Dans le cadre du projet de lutte intégrée conduit par le CILSS dans les années 70, un programme de contrôle de la chenille mineuse des chandelles du mil (*Heliochelus albipuntella*) a été initié au Sénégal. Les élevages du parasitoïde, *Bracon hebetor* (Diptères, Braconidae) ont été bien menés et les lâchers d'adultes en champ paysan ont permis de contrôler une population importante de chenilles, mais ces dernières sont souvent mortes après les dégâts. C'est ce qui explique les résultats mitigés du programme.

Photo 6 : Larve de Heliochelus albipuntella

La photo ci-dessous présente le cycle de vie de la chenille mineuse de l'épi du mil et le moment d'intervention avec les lâchers de parasitoïdes.

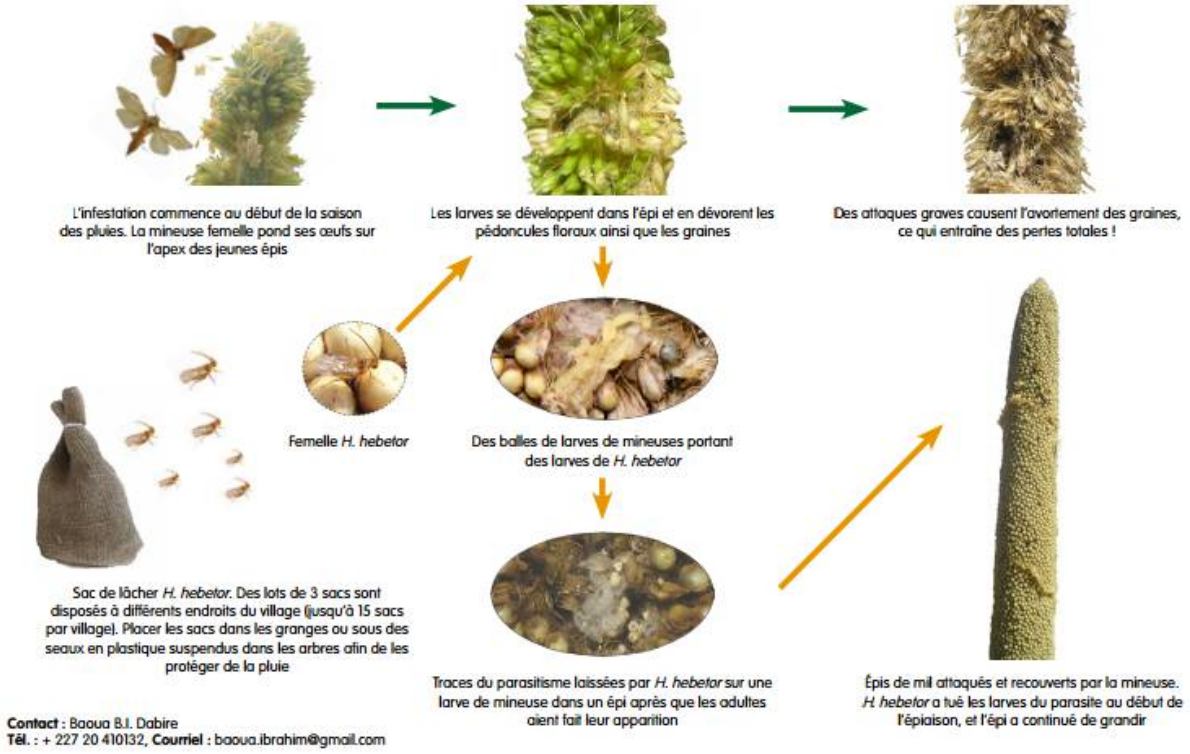


Figure 5 : Cycle biologique de la chenille mineuse du mil

- ✓ **Lutte biologique contre la cochenille farineuse du manioc, *Phenacocus manihoti***

La cochenille farineuse du manioc, *Phenacocus manihoti* (Homoptère, Pseudococcidae) s'est propagée de manière extraordinaire de 1970 à 1990 en Afrique au Sud du Sahara. Elle a compromis la culture dans de nombreux pays. Un vaste programme de lutte biologique avec l'utilisation d'un parasitoïde *Epidinocarsis lopezi* et conduit par l'ITTA/PLB a donné des résultats satisfaisants.

Figure 6 : Phenacocus manihoti sur feuille de manioc

✓ **Lutte biologique contre la cochenille farineuse du manguier *Rastrococcus invadens***

Signalée en 1981 au Ghana et au Togo, la cochenille farineuse du manguier *Rastrococcus invadens,* s'est étendue dans de nombreux pays comme le Sénégal en s'attaquant en réalité à près de 44 espèces végétales de 22 familles. Les attaques les plus significatives sont notées sur le manguier, les agrumes, le bananier et le goyavier.

Plusieurs ennemis naturels tels des prédateurs et parasitoïdes ont été trouvés sur l'insecte. Mais les attaques les plus importantes qui ont été notées sont sans nul doute celles du parasitoïde primaire *Gyranusoidea tebygi* (Hyménoptère, Encyrtidae).

Photo 7 : Rastrococcus invadens

✓ **Lutte biologique contre le Grand Capucin du maïs, *Prostephanus truncatus***

Le Grand Capucin du Maïs, *Prostephanus truncatus* (Coléoptère, Bostrichidae), signalé en 1980 en Tanzanie et 1982 au Togo s'est propagé rapidement au Kenya, Burundi, Bénin, Ghana. Parmi les nombreux prédateurs et parasitoïdes s'attaquant à l'insecte, *Teretriosoma nigrescens* a été choisi par IITA/PLB pour sa grande faculté de se nourrir des œufs et des larves du ravageur.

Photo 8 : Prostephanus truncatus et dégâts sur maïs

✓ **Lutte biologique contre les sautériaux**

Des études menées par l'IITA/PLB ont montré que les acridiens sont victimes d'une grande prédation d'oiseaux et d'un parasitisme notoire de parasitoïdes. Ceux qui sont les plus attaqués sont *Schistocerca gregaria* (Forskål), *Zonocerus variegatus* (Linné), *Oedaleus senegalensis* (Krauss), *Chortoicetes terminifera* (Walker). On a noté entre 1.000 à 650.000 insectes ponctionnés journalièrement par une horde de corbeaux, hérons ou cormorans.

En 2002, le Projet PAN AFRICA a publié un rapport sur le thème **: « Lutte contre les ravageurs, sécurité alimentaire et coton biologique au Sénégal »**

Projets de production de coton biologique au Sénégal

Le coton biologique est le coton produit sans utilisation systématique de produits chimiques (engrais et pesticides). Ce sont plutôt les ressources locales telles que les plantes insecticides et insectifuges, la bouse et l'urine de vache, le fiente de volaille, la cendre de bois, qui sont utilisées. La première expérience de production de coton biologique au Sénégal a commencé à partir de 1995. Il s'agit des expérimentations conduites par Enda Pronat à Koussanar dans la région de Tambacounda et par le Groupement d'Intérêt Economique (GIE) dénommé BIO-AGRO à Vélingara dans la région de Kolda.

Projet expérimental de Koussanar

La pratique de l'agriculture biologique dans un tel milieu est importante pour l'amélioration de la fertilité des sols avec l'utilisation de la fumure organique. L'objectif principal de cette action était de démontrer par la pratique, la faisabilité de la culture biologique du coton au Sénégal. Il s'agissait également d'arriver à la responsabilisation progressive des paysans en matière d'organisation, de techniques et de gestion afin qu'ils puissent pérenniser la production de coton biologique et si possible, l'appliquer à d'autres cultures.

- **Epandage de fumier**

L'épandage de fumier commence au mois de mai et a lieu de préférence avant les semis. La fumure se fait soit par parcage soit par amendement. La quantité de fumier doit être au moins égale à 4 t/ha pour compenser l'absence d'apport sous forme minéral. Le fumier de bovin est à préférer à celui de cheval. Pendant la période végétative, certains paysans complètent l'apport de la fumure animale par une application de cendre de bois ou d'urine de vache fermentée. Ces traitements ont un rôle primaire de contrôle de certains ravageurs et contribuent également à l'enrichissement du sol grâce au potassium.

- **Préparation du sol**

La préparation du sol débute avec les premières pluies généralement en juin et se poursuit souvent jusqu'en début août. Le labour avec la charrue de marque UCF, le grattage avec les dents canadiennes et le semis direct sont généralement utilisés. Le labour est recommandé aux paysans, car il permet le développement rapide du cotonnier, le contrôle des ravageurs et la conservation de l'humidité du sol pendant des poches de sècheresse.

- **Semis**

La date de semis dépend des précipitations. Les semis débutent généralement en juillet. Le semis précoce est recommandé car il présente l'avantage de lutte contre certains ravageurs. Les semis se font à la main ou avec un semoir tracté par des chevaux ou des ânes. Les semis se font en lignes espacées de 80 cm x 25 cm afin de faciliter le désherbage. La quantité de semence recommandée est de 30 à 50 kg à l'hectare et la densité visée est de 50.000 plants par hectare.

- **Entretien des cultures**

Les travaux d'entretien démarrent deux à trois semaines après le semis. Trois opérations sont entreprises pour maîtriser essentiellement les adventices. Le sarclage manuel se situe en moyenne entre 2 et 3 semaines après le semis. Au cours du sarclage manuel, on procède au

démariage des cotonniers (procédé consistant à supprimer certains jeunes plants afin de respecter la distance réglementaire entre 30 et 35 cm). Il est suivi du sarclage mécanique. Le buttage est la troisième opération qui permet de conserver l'humidité du sol pendant les poches de sécheresse. Il consiste à l'aide de la charrue ou de la daba à retourner la terre de chaque côté des lignes de semis, enfouissant ainsi les mauvaises herbes. Pendant le buttage, des cloisons peuvent être placées entre deux buttes.

- **Protection des cultures**

Des solutions préparées à partir des produits naturels sont utilisées pour la protection phytosanitaire. Les extraits des produits sont utilisés seuls ou en association, souvent en traitement et quelquefois en prévention. Les produits principalement utilisés sont le neem (*Azadirachta indica*) et l'urine de vache. D'autres plantes par contre font l'objet de recherches actives par les paysans dont les noms en langue pulaar sont les suivants: le 'khai' (*Khaya senegalensis*) dont le macéré de l'écorce est utilisé en pulvérisation; le 'barabubel' (*Cassia nigritans*) est une plante annuelle dont le macéré est utilisé en pulvérisation; le 'darboguel' qui pourrait appartenir au genre *Adenium*, le 'tallo', le 'pelé', le 'bati' dont les noms scientifiques n'ont pas été identifiés.

L'emploi de pièges à phéromones spécifiques et des capsules toxiques a été abandonné après les campagnes 1996 et 1997. Ces pièges étaient faits à partir des pastilles toxiques constituées de substances chimiques non conformes aux normes de certification de coton biologique. Le bio pesticide *Bacillus thuringiensis* a été expérimenté en milieu paysan, mais a été abandonné à cause de son prix élevé. Il en est de même pour le piment (*Capsicum spp*).

En 2014, la FAO a publié une revue très importante qui a relaté un ensemble de méthode de lutte non chimique contre les ennemis du coton intitulé : **« Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs du coton (Guide du facilitateur pour les champs-écoles des producteurs) ».**

- **Promotion des ennemis naturels**

Oxyopes spp. est une araignée qui prélève principalement les lépidoptères (œufs, larves et adultes).

Photo 9 : Oxypes spp.

Les Coccinelles *Hippodamia convergens*, *Scymus sp*. (Coleoptera: Coccinellidae) ont des adultes et des larves qui mangent principalement les pucerons et les acariens. Un adulte peut manger 100 individus par jour, alors qu'une larve en mange 600.

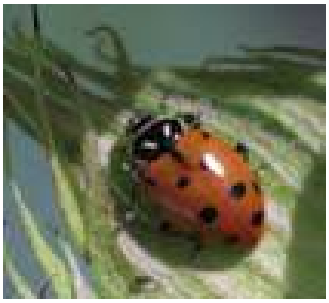


Photo 10 : Hippodomia convergens

Les Punaises prédatrices *Orius spp. Podisus spp.* (Hemiptera: various families)
Elles se nourrissent d'œufs et de larves d'insectes ravageurs (lépidoptères, mouches blanches, acariens et autres).

Photo 11 : Orius spp.

Les Syrphes *Episyrphus balteatus*, *Syrphidae spp*. (Diptera: Syphidae). Les larves se nourrissent principalement de pucerons (100 par jour) mais aussi d'œufs et de larves de lépidoptères. Extrêmement vorace.

Photo 12 : Epissyrphus balteatus

Les micro-hyménoptères parasites, *Aphidius sp., Trichogramma sp.* (Hymenoptera: various families) Petits insectes déposent leurs œufs à la surface ou à l'intérieur du corps de leurs proies qui peuvent être des larves ou des œufs de pucerons, de lépidoptères, de jassides.

Photo 13 : *Aphidius sp.*

- **Méthode de promotion agro-écologique des ennemis naturels des ravageurs**

L'assolement/rotation permet d'attirer les insectes utiles, les espaces entre les rangées de cotonnier peuvent être remplis par des plantes à fleurs comme le sésame ou le tournesol. Plus on diversifie les cultures, plus d'ennemis naturels des ravageurs y vivent. Les plantes des rangées peuvent également fournir du matériel de compostage et aider à protéger le sol contre l'érosion. On peut aussi laisser une bande de végétation naturelle autour de la parcelle de coton ou y planter des rangées d'arbres ou des haies pour fournir un habitat aux oiseaux et autres ennemis naturels des insectes ravageurs. Le mulch ou paillis crée des habitats pour des insectes utiles qui vivent sur le sol.

- **Utilisation de plantes pièges**

La technique des plantes pièges consiste à offrir aux ravageurs un large choix de plantes. Certains ravageurs du cotonnier préfèrent les plantes de maïs, de sorgho, de tournesol, de pois d'angole, d'oseille, ou de gombo. Trois plantes pièges sont couramment utilisées :

- **Le tournesol** peut être cultivé en association avec le coton sur les rangées tous les 10-15 mètres. Il est semé en même temps ou peu de temps après le coton (10 à 15 jours après le coton), de sorte que la floraison arrive au moment où les chenilles du cotonnier commencent leurs attaques. D'autres insectes et oiseaux utiles sont également attirés

par la plante en fleur. En outre, les graines de tournesol sont une source de revenu supplémentaire pour le producteur ou la productrice, et de fourrage pour les animaux.

- **Le gombo** est aussi utilisé comme plante piège et donne des résultats satisfaisants sur le contrôle des ravageurs comme *Helicoverpa armigera*.
- Une autre plante efficace contre *Helicoverpa armigera* est **la rose d'Inde**. Elle est semée en même temps que le coton sur les rangées tous les 10-15 mètres et attire les larves de ce redoutable ravageur. Elle est utilisée comme plante piège en association avec le coton sur les rangées tous les 10-15 mètres. Il est semé en même temps que le coton. C'est une qui attire les larves du redoutable ravageur du cotonnier qu'est *Helicoverpa armigera*.

Photo 14 : gauche= fleur de tournesol, droite= rose d'Inde

Le tableau ci-dessous résume un ensemble de méthodes de lutte biologiques avec les substances naturelles couramment utilisées.

Nom de la recette	Mode de préparation	Déprédateurs ciblés	Doses (quantité/ha)	Quand l'utiliser?	Comment l'utiliser?
Solution de feuilles de neem	3 kg de feuilles +10 l d'eau +200 g de savon en poudre +200 g de piment en poudre	Puceron, Syllepté, *Helicoverpa, Bemisia, Earias, Dysdercus*	10 l/ha tous les 7 jours	L'utilisation est fonction de la présence du ravageur cible sur le cotonnier	À l'aide des appareils Ultra low volume (ULV). La largeur de traitement est de 3 lignes par passage de l'applicateur
Solution de poudre d'amande (graines décortiquées) de neem	500 g de poudre de graine de neem +10 l d'eau +200 g de savon +100 ml d'huile de koby	Puceron, Syllepté, *Bemisia, Earias, Helicoverpa, Dysdercus*	10 l/ha tous les 7 jours	L'utilisation est fonction de la présence du ravageur cible sur le cotonnier	À l'aide des appareils ULV. La largeur de traitement est de 3 lignes par passage de l'applicateur
Solution de graines (graines non décortiquées) de neem	1 kg+10 l d'eau +200g de savon +100 ml d'huile de koby	Puceron, Syllepté, *Helicoverpa Bemisia, Earias, Dysdercus*	10 l/ha tous les 7 jours	L'utilisation est fonction de la présence du ravageur cible sur le cotonnier	À l'aide des appareils ULV. La largeur de traitement est de 3 lignes par passage de l'applicateur
Solution de feuilles d'*Hyptis suavilensis*	-15 kg de feuilles (pas trop jeunes, ni trop âgées) +200 g savon neutre +10 l d'eau	Puceron, Syllepté, *Helicoverpa, Bemisia, Earias, Dysdercus*	10 l/ha tous les 7 jours	L'utilisation est fonction de la présence du ravageur cible sur le cotonnier	À l'aide des appareils ULV. La largeur de traitement est de 3 lignes par passage de l'applicateur
Feuille de *physalis* (tentôri)	1 kg de poudre +10 l d'eau	Puceron, Ampoasca, *Bemisia, Earias, Dysdercus*	10 l/ha tous les 7 jours	L'utilisation est fonction de la présence du ravageur cible sur le cotonnier	À l'aide des appareils ULV. La largeur de traitement est de 3 lignes par passage de l'applicateur

Tableau 1 : Substances naturelles couramment utilisées, méthode de préparation et d'application

- **Utilisation des champignons, des virus et des bactéries contre les ravageurs du coton**

Le Bt (*Bacillus thuringensis*) est un microbe efficace contre les larves mangeuses de feuilles. Son action se limite à la première phase du cycle de vie des chenilles du cotonnier, avant qu'elles ne pénètrent les capsules. Les préparations de Bt sont commercialisées sous l'appellation BATIK.

Les Trichocartes qui contiennent des milliers d'œufs de guêpes parasites Trichogrammes, un prédateur de *Helicoverpa armigera* sont aussi utilisés contre les ravageurs des cultures. Les guêpes déposent leurs œufs dans les œufs des chenilles du cotonnier et les tuent.

Beauvaria bassiana est un champignon qui provoque une maladie chez les vers des moissons et les différents types de chenilles. Il agit mieux dans les périodes de grande humidité. Il existe des préparations industrielles.

Avec les virus, le VPN (virus ployhédrose nucléaire) s'attaque à *Helicoverpa armigera* et l'élimine. La multiplication des préparations VPN est faite par pulvérisation dans les champs et ensuite les larves infectées sont écrasées et diluées dans l'eau.

En 2000, MANFOUMBI-MOUNGUENGUI Romuald a soutenu son mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Travaux Agricoles à l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambey sur le thème : **« Evaluation de Génotypes de Niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) pour la Résistance aux Thrips (*Megalurothrips sjostedti*) »**

Ce mémoire de fin d'études a été réalisé au Centre National de Recherches Agronomiques (C.N.R.A.) de Bambey au niveau du service de sélection du niébé et a été financé par l'état gabonais.

L'étude a eu pour objectif d'évaluer la réaction aux thrips des lignées de différentes provenances et celles de l'ISRA (Mélakh, Mouride, 20-65 et 20-52). Les lignées TVU 1509 et la TVX 3236 ont servi de témoins de résistance à cette espèce.

- **Dispositif expérimental**

Les essais d'évaluation de lignées pour la résistance aux thrips ont été implantés à Bambey sur un sol Deck-Dior. Les semis ont été effectués le 24 Juillet et le 3 Août 2000. Ils ont été précédés d'un labour, d'un hersage et d'une fertilisation avec 150 Kg/ha de 6-20-10 (N.P.K) effectuée sur l'ensemble des parcelles. A cause du niveau d'enherbement assez important, un binage des parcelles a été fait aussitôt après le semis. Le deuxième binage avec sarclage a été effectué le 7/08/2000, suivi d'un autre au cheval, le 16/08/2000.

- **Lignées utilisées**

Le matériel végétal utilisé pour cette évaluation a été constitué de vingt (20) entrées dont neufs (Daipel ; Ejura red ; Kintimpo ; Sanzi Sambinli ; Ex-adidane 1 ; Ex-adidane 2, Dagartie, Simbiri ; Bun 22) sont originaires du Ghana, quatre issues de la collection de 1"IITA (TVU '1509, lT89K-349 ; IT 83KD-374-57 et TVX 3236) et deux provenant du Burkina Faso (KVX 404-8.1 et KW 404-22.2). Les autres composées d'une locale (58-77) et de quatre issues de croisement {Mouride ; Mélakh, ISRA 20-65 et ISRA 20-52) ont été choisies dans la collection du CNRA de Bambey.

La variété Mouride ou IS86-275 provient du croisement entre la 58-77 et la lignée IT81D-1137. La Mélakh ou B89-504N est issue du croisement entre les lignées IS86-292N et U-83 S-742-13.

- **Quelques résultats obtenus**

Concernant la sensibilité aux thrips en terme de l'importance de la population observée sur les fleurs, les résultats montrent que la lignée Bun 22 s'est montrée beaucoup plus résistante aux thrips que les autres. En effet, la population des thrips observée au deuxième prélèvement était avec 27,6 individus par 5 fleurs la plus faible en absence de protection, contrairement à la variété Ex-adidane 1 qui était la plus sensible avec 221,6 thrips.

Les résultats montrent également sur ce plan l'existence de lignées plus résistantes que les variétés TVU 1509 et TVX-3236 qui sont considérés comme témoins de résistance aux thrips. Il s'agit respectivement de Bun 22, Sanzi Sambinli, Dagartie, 20-6.5, IT 89K1D-374- 57 et Daipel. Sur la base de ce critère, ces variétés peuvent constituer de véritables sources de résistance.

II. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

Cette partie présente des travaux de recherches sur la lutte biologique contre les adventices. Quelques études menées au Sénégal dans ce cadre y sont résumées.

Les chercheurs Arnold H. Pieterse, Marianne Kettunen, Sara Diouf, Ismael Ndao, Khady Sarr, Anne Tarvainen, Sandra Kloff, and Seppo Hellsten ont rédigé l'article de recherché: **Effective Biological Control of *Salvinia molesta* in the Senegal River by Means of the Weevil *Cyrtobagous salviniae***.

Arnold H. Pieterse: Ecologiste et membre du staff de Royal Tropical Institute des Pays-Bas.
Contact : arnoldhp@planet.nl

Marianne Kettunen est écologiste, spécialiste de la conservation environnementale et du management des pays tropicaux. Elle a rédigé son Master sur l'écologie et les impacts socio-économiques de l'invasion de *Salvinia molesta* au Sénégal
Contact : marianne.kettunen@mantsy.fi

Ismael Ndao et Khady Sarr sont des géographes travaillant à la Direction des Parc Nationaux au Ministère de l'Environnement
Contact. dpnsbpnd@telecomplus.sn

Anne Tarvainen est un chercheur à l'Institut de l'Environnement d'Helsinki en Finlande et est spécialisée sur l'écologie tropicale aquatique et sur les changements écologiques.
Contact : anne.tarvainen@environment.fi

Sandra Kloff est un consultante indépendante en écologie aquatique.
Contact: srkloff@hotmail.com

Seppo Hellsten est un chercheur à l'Institut d'Environnement d'Oulo en Finlande.
Contact:seppo.hellsten@ymparisto.fi

Cette étude a été réalisée au niveau du Delta du fleuve Sénégal en 1999 au moment où l'invasion de la mauvaise herbe *S.molesta* posait un réel problème tant sur le plan socio-économique que sur la biodiversité.

- **Résumé de l'étude**

Introduite au Sénégal en Avril 2001, *Cyrtobagous salviniae* semble constituer un bon moyen de lutte biologique pour le contrôle de *S. molesta*. Lorsqu'elle est mise en compétition avec cette mauvaise herbe, le développement de l'herbe diminue considérablement. Du fait de cette introduction, depuis Avril 2002, *S. molesta* n'est plus un problème dans la vallée du fleuve Sénégal.

Photo 15 : Adulte de C. salviniae sur S. Molesta

Ibrahima FALL pour l'obtention du grade de Docteur de 3e cycle a travaillé sur le sujet : **« Etude des propriétés herbicides d'extraits de quelques plantes courantes au Sénégal sur les adventices du mil dans la zone de NDER-GNIT (NORD SENEGAL) ».**

Après avoir identifié les principaux adventices du mil dans le secteur de NderGnit, et défini un standard de germination à partir de quelques facteurs, le potentiel inhibiteur des extraits aqueux (décoctions) d'une dizaine de plantes courantes sur la germination du mil (Pennisetum *typhoïdes)* et d'une adventice (Cenchrus *biflorus)*.

- **Etude de quelques extraits inhibiteurs de germination**
  - **Recensement des extraits inhibiteurs à tester**

Les observations sur le terrain ont consisté à repérer soit des espèces de faible associabilité comme *Leptadenia hastata*, *Tridax procubens* soit des espèces soupçonnées de produire des suppressants comme *Peltophorum ferrugineum*, *Salvadora persica*, *Cocculus pendilens* qui finissent par tuer les arbres voisins.

Les plantes utilisées devraient obéir à un certain nombre de critères comme leur abondance dans la zone d'intervention de Nder –Gnit, leur phénophase avant et pendant l'hivernage doivent permettre l'exploitation des organes (feuilles, fruits, …) utilisées pour les extraits. L'utilisation des organes de ces plantes à des fins herbicides ne devrait pas aussi avoir des effets toxiques pour l'homme, les animaux domestiques et l'environnement.

Tableau 2 : L'ensemble des plantes utilisées de même que les parties utilisées.

Plantes	Organes utilisés	Etat
Acacia adansoni	Écorces	sec
Borreria verticillata	Feuilles-Fleurs	frais
Cassia occidentalis	Graines (torréfiées)	sec
Euphorbia balsamifera	Feuilles	frais
Lawsonia inermis	Feuilles	sec
Leptadenia hastata	Feuilles	frais
Mangifera indica	Feuilles	frais
Prosopis chilensis	Feuilles	frais
Vetiveria nigritana	Rhizomes	sec

- **Etude des propriétés herbicides au laboratoire**

Les extraits aqueux des plantes retenues sont des décoctions de 100%0 (100g d'organe végétal dans 1L d'eau). Seul l'extrait de *Vetiveria nigritina* est à 50%0 pour éviter que les rhizomes spongieux de cette plante n'absorbent toute l'eau. Les graines de *Cenchrus biflorus* et *Pennisetum typhoides* (mil) ont été utilisées pour tester les capacités inhibitrices des extraits.

Les graines de *Cenchrus biflorus* et *Pennisetum typhoides* (mil) ont été utilisées pour tester les capacités inhibitrices des extraits. Dix lots de boîtes de Pétri ont été préparés pour chaque plante-test et ont été répartis en un lot témoin et neuf lots à traiter correspondant aux neuf extraits. Chaque lot est composé de cinq boîtes de Pétri contenant chacune 30 graines. Les lots témoins reçoivent 2 ml d'eau distillée par boîte, les lots traités reçoivent chacun et par boîte 2ml de l'extrait correspondant. Le tout est ensuite placé à l'étuve réglée à 30° C. Pendant une dizaine de jours on compte quotidiennement le nombre de graines germées des différents lots.

Tableau 3 : Activité inhibitrice des différents extraits sur Cenchrus biflorus

Lots témoins, Lots traités aux extraits de:	"Concentration" extraits	Germination		Test de M-W		
		Nombre de graines germées	Taux d'inhibition	U	N2	P
Témoins		54 (10,8 ± 1,5)				
Acacia adansoni	100 ‰	12 (2,4 ± 1,7)	77,8	0	5	0,004
Borreria verticillata	"	11 (2,2 ± 1,3)	79,6	idem		
Cassia occidentalis	"	8 (1,6 ± 1,1)	85,2	idem		
Euphorbia balsamifera	"	33 (6,6 ± 2,1)	38,9	1,5	5	0,012
Lawsonia inermis	"	1 (0,2 ± 0,4)	98,1	0	5	0,004
Leptadenia hastata	"	24 (4,8 ± 1,6)	55,6	idem		
Mangifera indica	"	23 (4,6 ± 3,0)	57,4	0,5	5	0,002
Prosopis chilensis	"	25 (5± 2,1)	53,7	0	5	0,004
Vetiveria nigritana	50 ‰	5 (1,0 ± 1,0)	90,7	idem		

Légende :

Dans la colonne "Nombre de graines germées, les chiffres situés en haut des cases indiquent le nombre total de graines germées dans un lot, les chiffres placés en bas et entre parenthèses, le nombre moyen de graines germées par boîte de Pétri avec son intervalle de confiance au coefficient de sécurité de 95 %.

Test de M-W = test de comparaison de Mann-Whitney

U = statistique du test de M-W si N2 :0::; 8

N2 = nombre de données du plus grand échantillon

p = niveau de probabilité

Tableau 4 : Activité inhibitrice, méthode de préparation et d'application des différents extraits sur Pennisetum typhoides

Lots témoins, Lots traités aux extraits de:	"Concentration"	Germination		Test de M-W		
		Nombre de graines germées	Taux d'inhibition	U	N2	P
Témoins		144 (28,8 ± 1,1)				
Acacia adansoni	100 ‰ -	101 (20,2 ± 2,6)	29,9	0	5	0,004
Borreria verticillata	"	103 (20,6 ± 1,1)	28,5	idem		
Cassia occidentalis	"	105 (21,0± 2,1)	27,1	idem		
Euphorbia balsamifera	"	109 (21,8 ± 2,6)	24,3	idem		
Lawsonia inermis	"	104 (20,8 ± 2,6)	27,8	idem		
Leptadenia hastata	"	108 (21,6 ± 2,1)	25,0	idem		
Mangifera indica	"	123 (24,6 ± 2,1)	14,6	0,5	5	0,006
Prosopis chilensis	"	113 (22,6± 2,3)	21,5	0	5	0,004
Vetiveria nigritana	50 ‰	91 (18,2± 1,8)	36,8	idem		

Légende: Dans la colonne "Nombre de graines germées, les chiffres situés en haut des cases indiquent le nombre total de graines germées dans un lot, les chiffres placés en bas et entre parenthèses, le nombre moyen de graines germées par boîte de Pétri avec son intervalle de confiance au coefficient de sécurité de 95 %.

Test de M-W = test de comparaison de Mann-Whitney

U = statistique du test de M-W si J2 8

N2 = nombre de données du plus grand échantillon

p == niveau de probabilité

- **Etude au champ de l'activité des différents extraits**

- **Etude de la concentration à utiliser**

On dispose pour chacune des deux espèces *Cenchrus biflorus* et *Pennisetum typhoides* et pour chaque concentration des pots de polyéthylène remplis de sol dunaire ; les graines sont placées à 1 cm de profondeur dans le sol arrosé à saturation plusieurs heures auparavant. Les pots rangés dans des bacs sont exposés à la température ambiante du laboratoire de l'ordre de 27 à 28°C. Le volume d'extrait utilisé par pot a été défini en tenant compte de l'humidité du sol incomplètement ressuyé (donc une humidité au pF2, S), de la profondeur de semis au-delà de laquelle les adventices retenues ne germent presque plus (profondeur = 5 cm) et de la densité apparente du sol (densité apparente=1,6).

Ce volume a été calculé d'après la formule suivante (ELIARD, J. 1974:

Volume (ml) "" P (cm) x S (cm2) x d xHpF2, S

P= profondeur du semis = 1 cm
S= surface du sol à traiter (64 cm2)
d= densité apparente du sol = 1,6
HpF2/S= humidité du sol au p.F2, S = 2, soit un volume de 12 ml.

- **Dispositif expérimental au champ**

La parcelle d'expérimentation située en dehors de terroirs de culture a été installée dans le voisinage immédiat de la cité ouvrière de la SONEES de GNIT. Le choix de cet emplacement a été dicté par le souci de disposer facilement d'eau d'arrosage en cas d'insuffisance des pluies et de bénéficier de l'aide des riverains dans la surveillance et l'aménagement de la parcelle. La partie aménagée comprend trois blocs séparés par des bandes-témoins d'un mètre de large. Chaque bloc est divisé en six (6) placettes de 12 m 2 chacune dont:
- une placette Po non sarclée ni traitée
- une placette Pl non traitée mais sarclée une seule fois,
- une placette Pz non traitée mais sarclée deux fois et,
- trois placettes traitées chacune par un des extraits étudiés suivants: extraits de *Acacia adansoni, Borreria verticillata, Cassia occidentalis, Euphorbia balsamifera, Lawsonia inermis, Leptadenia hastata(Mangifera indica, Prosopis chilensis, Vetiveria nigritana*.

Les extraits ont été répartis dans les différentes placettes par tirage au sort Les placettes sarclées (Tl, T2) et les placettes non sarclées sont au nombre de 3, les placettes traitées au nombre de 1. Le semis a eu lieu aussitôt après la première pluie. Toutes les placettes témoins (To, Tl, T 2) comme traitées ont 10 poquets de mil. Le nombre de graines de mil par poquet est de 30. Le démariage des touffes à 4 plantes a été effectué 12 jours après le semis. Le traitement est intervenu quatre à six heures après la première pluie. Le volume d'extrait utilisé est de 23 litres par placette et a été calculé par la formule ci-dessus (ELIARD, J.L., 1974):

Volume (ml) = p (cm) x S (cm2) x d x HpF2,5
P = profondeur du sol visée par le traitement
S = surface du sol à traiter (12 m2)
d = densité apparente du sol = 1,6 (ORSTOM 1980)

H.pF2, 5 = humidité du sol correspondant à l'humidité capillaire du sol non ressuyé. Les observations et mesures ont été faites à différents moments du cycle cultural: à 6, 12, 33, 77 et 102 jours après le jour du semis et du traitement.

Tableau 5 : Effets des extraits sur la levée de Cenchrus biflorus dans le champ d'essai de Gnit

Placettes	Effets des extraits en M12		Effets des extraits en M33	
	P	% d'inhibition	P	% d'inhibition
Témoins (T_0)	8	-	17	-
Acacia adansoni	9	0	17	0
Borreria verticillata	7	12,50	16	5,9
Cassia occidentalis	5	37,5	10	41,2
Euphorbia balsamifera	8	0	16	5,9
Lawsonia inermis	1	87,5	4	76,5
Leptadenia hastata	5	37,5	8	52,9
Mangifera indica	7	12,5	12	29,4
Prosopis chilensis	5	37,5	10	41,2
Vetiveria nigritana	3	62,5	6	64,7

M12 : moment correspondant au 12e jour après le semis
M.33 : moment correspondant au 33e jour après le semis

Tableau 6 : Effets des extraits sur la levée de Pennisetum typhoïdes dans le champ d'essai de Gnit

Placettes Témoins (T0) Traitées (Tr)	Effets des extraits en M6		Effets des extraits en M12	
	Nl	% d'inhibition	Nl	% d'inhibition
Témoins T_0	9	-	9	-
Acacia adansoni	10	0	10	0
Borreria verticillata	8	11,11	8	11,11
Cassia occidentalis	7	22,2	8	11,11
Euphorbia balsamifera	9	0	9	0
Lawsonia inermis	6	33,3	7	22,2
Leptadenia hastata	6	33,3	8	11,1
Mangifera indica	4	55,6	8	11,1
Prosopis chilensis	5	44,4	7	22,2
Vetiveria nigritana	3	66,6	6	33,3

Mt : moment correspondant au 6e jour après le semis
MI2: moment correspondant au 12e jour après le semis.

Conclusions générales obtenues à l'issue de la thèse :
Les extraits de *Lawsonia inermis* et de *Vetiverianigritana* ont des propriétés inhibitrices très grandes. Utilisés comme herbicides les extraits de *L. inermis* présentent des propriétés herbicides plus intéressantes que ceux de *V. nigritana* très toxiques envers le mil. Les extraits aqueux de *L. inermis* ont *in vitro* (à *50‰)* une sélectivité assez bonne sur le mil et une efficacité satisfaisante sur trois des grandes adventices *Chloris prieurii, Dactyloctenium aegyptium* et *Eragrostis tremula. In vivo* (à *150‰*) ils ont une sélectivité assez bonne sur le mil et une efficacité satisfaisante sur *Eragrostis tremula.* Ses composés inhibiteurs, notamment les acides-phénols et les dérivés flavoniques sont très puissants et ont à leurs dilutions sélectives une efficacité suffisante sur *Cenchrus biflorus* et *Eragrostis tremula* . Ses extraits basiques à base de cendres végétale, ont/aux grandes dilutions, une sélectivité acceptable sur le mil et une efficacité satisfaisante sur quatre grandes adventices graminées: *Cenchrus biflorus, Chloris prieurii , Dactyloctenium aegyptium* et *Eragrostis tremula* . Ces résultats permettent de proposer raisonnablement l'utilisation des extraits de *L. inermis* dans le désherbage du mil après quelques études complémentaires.

Le 5 Mars 2002, M. Kandioura Noba, a soutenu sa thèse de Doctorat en Sciences Naturelles sur le sujet : **« La flore adventice dans le Sud du Bassin arachidier (Sénégal) : structure, dynamique et impact sur la production du mil et de l'arachide** »

Cette thèse a permis d'avoir une idée nette sur les adventices dans cette zone mais aussi a permis de préconiser un certain nombre de méthodes de contrôle non chimiques des mauvaises herbes allant dans le sens de l'augmentation de la productivité du mil.
Ce travail est le fruit d'une collaboration entre l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar (Sénégal) et l'INRA de Dijon (France). Pour arriver à son terme, il a bénéficié d'une somme d'efforts institutionnel, financier et de personnel.

- **Résumé de quelques points importants de cette thèse :**

Cette étude sur la flore, la germination des graines, la dynamique et la concurrence, a été entreprise pour réunir les informations utiles permettant de réduire l'impact des adventices sur la production du mil et de l'arachide dans le sud du Bassin arachidier.
Les résultats obtenus indiquent que la flore adventice est constituée de 125 espèces réparties en 81 genres et 31 familles.
L'étude de la germination des graines a montré que les graines âgées de 3 ans germent mieux que les graines fraîchement récoltées à l'exception de celles de *Indigofera hirsuta* et *Sesbania pachycarpa.* Aux conditions optimales, une augmentation de la température à 40°C permet d'obtenir le meilleur taux de germination chez *Hibiscus asper* et *Cassia obtusifolia.* Pour les autres espèces, l'optimum thermique est situé autour de 30°C.
L'étude de la dynamique a montré qu'il existe 15 espèces principales qui sont rencontrées chaque année, en station connue en milieu paysan. Toutefois, l'effet des changements climatiques saisonnières et interannuels et des facteurs culturaux~ peut affecter la communauté adventice. En station, la flore adventice est caractérisée par une dominance de 2 principales

espèces *Kyllinga squamulata* et *M. villosus*. En milieu paysan, on assiste à une dominance trispécique constituée de *M. villosus*, *Cyperus amabilis* et *E. tremula*. Ces variations sont sans doute liées à l'action de la profondeur du labour et de l'antécédent cultural sur la biologie des espèces, en particulier sur l'importance spécifique dans le stock semencier, la répartition verticale des graines et les conditions de germination dans le sol. En ce qui concerne le nombre de levées, les résultats indiquent qu'en station, les levées sont plus importantes dans les parcelles fertilisées en azote que dans les parcelles non fertilisées. Ces différences sont dues à l'effet positif de l'azote sur la germination des graines et la levée des plantules.

L'influence de la durée de la concurrence de la flore adventice plurispécifique sur la production du mil et de l'arachide a été étudiée dans un but prédictif afin de déterminer la date critique de concurrence et proposer un itinéraire technique en relation avec la fertilisation.

Les résultats préliminaires obtenus montrent qu'en ce qui concerne le mil, la date critique de concurrence pourrait se situer au 40ème jour dans les parcelles non fertilisées et entre le 20ème et le 30ème jour dans les parcelles fertilisées. Pour l'arachide, cette date se situerait au l5ème jour. Ces dates correspondent à la période qui précède la montaison chez le mil et l'élaboration des gousses et des graines chez l'arachide.

Pour les deux cultures, le meilleur itinéraire technique pour le paysan serait de 2 désherbages, au 20ème jour puis entre le 30ème et le 40ème jour pour le mil, au 15ème et au 45ème jour pour l'arachide. Mais à défaut de 2 désherbages, un seul pourrait suffire. Pour le mil, ce désherbage unique pourrait se situer entre le 30ème et le 40ème jour dans les parcelles non fertilisées et entre le 20ème et le 30ème jour dans les parcelles fertilisées et au 20ème jour pour l'arachide.

Les résultats préliminaires obtenus au cours de ce travail ont permis de mieux identifier la flore adventice, d'en déterminer la structure et sa dynamique. Ils permettent de suggérer un itinéraire technique indicatif qui demande moins de travail et conduit à une production significative. En particulier, l'association plante cultivée/adventices/mycorhizes présente une perspective.

En 2013, Mame Samba MBAYE a soutenu sa thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles sur le sujet : « **Association mil [*Pennisetum glaucum (*L.) R. Br.] et niébé [(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] : arrangement spatio-temporel des cultures, structure, dynamique et concurrence de la flore adventice et proposition d'un itinéraire technique** ».

Ces travaux ont bénéficié du financement du Fond Internationale pour la Science (IFS). Ils ont été réalisés aussi en collaboration avec l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles qui a octroyé les conditions expérimentales dans la station de Nioro du Rip.

Ce travail avait pour objectif majeur de contribuer à l'amélioration de la production agricole dans le bassin arachidier en déterminant les conditions d'association du mil et du niébé, en particulier dans leur rapport avec les adventices et les conditions de mise en œuvre de la culture mixte. De manière spécifique, les travaux ont été conduits en conditions azotées et non azotées. Il s'agissait entre autres: d'évaluer l'effet de l'association sur la flore adventice, de déterminer l'arrangement spatiotemporel optimal du mil et du niébé favorable à une bonne production, de définir l'inventaire et la caractérisation de la flore adventice de l'association, de mettre en évidence la dynamique des levées des adventices, d'évaluer le rendement du mil et du niébé en fonction des traitements et enfin de proposer la d'un itinéraire technique de production.

A la suite de ce travail, un certain nombre de solutions techniques ont été proposées pour le contrôle des adventices :

- La biomasse des adventices est plus importante en culture pure de mil d'où le contrôle des adventices par l'association mil/niébé
- Les semis précoces de niébé (simultané ou décalé de 10 jours permettent de réduite le développement des adventices
- Deux lignées intercalaires de niébé dans le mil réduisent le développement des adventices
- La fertilisation azotée accroit le développement des adventices à toutes les conditions expérimentales.

Un itinéraire technique a été aussi proposé à la suite de ces travaux de thèse :

- semis du mil (Souna 3) après une pluie utile avec un écartement de 90 cm entre lignes et entre poquets ;
- binage démariage autour du 10ème jour après émergence du mil ;
- semis du niébé (Mélakh) immédiatement après binage-démariage avec une ligne intercalaire et un écartement de 45 cm ;
- épandage d'urée en granulé à raison de 75 kg/ha au cours du binage démariage ;
- binage aux 10-15 ème jours après binage démariage ;
- épandage d'urée en granulé à raison de 75 kg/ha au 40ème jour après émergence ;
- récolte du niébé autour du 60ème jour après son émergence ;
- récolte du mil autour du 90ème jour après son émergence.

Le 1er Août 2015, Ndongo DIOUF a soutenu son Mémoire pour l'obtention di diplôme de Master en Taxonomie, Biodiversité, Ethnobotanique et Conservation des Ressources Naturelles (TABEC-RN) sur le sujet **: « Flore adventice du mil [(*pennisetum glaucum* (l.) r.br] et de l'arachide (*Arachis hypogaea* l.) dans la zone de Diobass (Thiès, sénégal) : structure, degré d'infestation et nuisibilité »**

Dans cette étude, il a été question de définir la flore adventice du mil à Diobass, située dans la région de Thiès. Nous avons pensé qu'il serait utile de le présenter ici malgré qu'il ne présente pas en réalité des cas de lutte biologique mais il pourrait permettre d'avoir une idée sur le degré d'infestation de certains adventices.

Cette étude a été réalisée dans la zone de Diobass durant la période de Septembre-Octobre de l'année 2014 pour caractériser la flore adventice, connaitre le degré d'infestation des espèces et déterminer la nuisibilité des espèces répertoriées.

- **Résultats obtenus**

Cette étude a permis de faire l'état des lieux sur la flore adventice dans la zone de DIOBASS. Cette flore est constituée de 46 espèces appartenant à 40 genres réunies dans 19 familles. La répartition des espèces dans les grands groupes taxonomiques, indique que les dicotylédones sont majoritaires avec 79% des familles, 67,5% des genres et 69,5% des espèces. Les trois (3) familles dominantes sont : les Poacées (19,57%), les Fabacées (13,04%) et les Convolvulacées (10,87%), soit 43,48% des espèces recensées.

L'étude de la nuisibilité a montré que 18 espèces ont un I.P.N (Indice Partiel de Nuisibilité) supérieur ou égal à 50. Elles sont potentiellement nuisibles, parmi lesquelles : *Digitaria ciliaris, Cyperus esculentus, Sesbania pachycarpa, Commelina benghalensis et Cenchrus biflorus.*

En Novembre 1999, Thierno Seydou LY a soutenu son mémoire de Master sur le sujet : « **Les faux hôtes : une alternative de lutte contre *Striga gesnerioides* (Wild.) Vatke. Et *Striga hermonthica* (Del.) Benth** »

Ces travaux ont été réalisés au Centre National de Recherches Agricoles (CNRA) de Bambey, et ont été par le programme Striga du CNRA. Les expérimentations ont été faites au laboratoire et au champ.

- **Méthodologie d'étude :**

Quatre (4) espèces annuelles cultivées ou spontanées *Vigna unguiculata* (niébé), *Arachis hypogaea* (arachide), *Pennisetum glaucum* (mil) et *Phyllanthus amarus* sont cultivées dans des pots de végétation dans l'abri grillagé (voir liste des traitements). Les exsudats racinaires de huit (8) plantes sont testés en comparaison du témoin (eau distillée).
Chaque traitement est randomisé et répété trois (3) fois.

- Niébé : Mougne
- Niébé : Mélakh (B89-504)
- Niébé : Mouride (IS86-275)
- Niébé : Diongoma (IS86-283)
- Arachide : Fleur 11
- Arachide : 55-437
- Mil : Souna 3
- *Phyllanthus amarus*
- Eau distillée (témoin)
- **Stérilisation des graines de *Striga***

Les graines de *S. gesnerioïdes* testées ont été récoltées en 1998 sur des plants de *Striga* parasitant le niébé dans un champ à Bambey-sérère (département de Bambey) alors que les graines de *S. hermonthica* l'ont été la même armée à Diohine (Région de Fatick) sur des plants de *Striga* parasitant le mil souna. Toutes les graines ont été nettoyées de la poussière et des débris de capsules par la méthode d'Eplée (Séparation par différence de densité dans une solution de carbonate de potassium (d : 1,4). Les graines ont été ensuite conservées au laboratoire dans des bocaux hermétiquement fermés à la température ambiante de 25 à 28°C. Au moment de leur utilisation, elles sont stérilisées par trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium à 1 % pendant dix (10) minutes. Pour briser la tension de surface du liquide et permettre un meilleur mouillage des graines de *Striga*, deux (2) gouttes de "Tween 80" y sont ajoutées. Elles sont ensuite rincées abondamment avec: de l'eau distillée stérile.

- **Préconditionnement des graines de *Striga***

Après séchage, vingt (20) graines de chaque espèce clé *Striga* sont placées sur une rondelle de papier filtre de 1,5 cm de diamètre. Les rondelles sur lesquelles sont disposées les graines de *Striga* sont ensuite plaquées sur du papier filtre Whatman GF/A imbibé d'eau distillée stérile et

mises en incubation dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre. Les graines de *Striga* sont ainsi pré-conditionnées pendant 10 à 15 jours dans un incubateur obscur à 32°C.

- **Germination des plantes à tester (abri grillagé:)**

Les graines des plantes à tester sont semées dans des pots en plastique de 15 cm de diamètre et 20 cm de profondeur contenant du sable fin comme substrat. 15 à 20 jours après leur levée, les jeunes plantes sont dépotées et leurs racines soigneusement lavées à l'eau distillée stérile. Puis les racines sont coupées au niveau de leurs collets puis débitées en de petits morceaux de 1 mm de long.

- **Tests de germination des graines *de Striga* en présence d'extraits de racines**

Pour chaque espèce testée, huit (8) rondelles de papier filtre sur lesquelles sont placées des graines de *Striga* pré-conditionnées sont plaquées, après un léger séchage, au fond d'une boîte de Pétri de 9 cm de diamètre (voir schéma). De chaque lot de racines, un (1) gramme est prélevé et mis dans un anneau en papier aluminium placé au milieu de chaque boîte de Pétri. Pour permettre une imbibition correcte des rondelles sur lesquelles sont déposées les graines de *Striga,* cinq (5) ml d'eau distillée stérile sont ajoutées à l'intérieur de chaque anneau.
Les boîtes de Pétri sont ensuite hermétiquement fermées et de nouveau placées dans l'incubateur. La température de celui-ci doit être maintenue à 32°C. Au bout de 48 à 72 heures on procède au comptage des graines de *Striga* germées sous une loupe binoculaire.

- **Résultats obtenus**

Les extraits des racines du mil (souna 3), Fleur 11, Mélakh (B89-504) donnent les pourcentages de germination les plus élevés avec respectivement 28,75 %, 30 ?h et 12,5 % pour les rondelles les plus proches de l'anneau. Suivent ensuite dans l'ordre décroissant la S5-437 (7,5 %), Mouride et Diongoma (1,25 %). La variété Mougne et l'eau distillée ne se sont pas montrées efficaces dans l'induction de la germination des graines de *Striga hermonthica.*
Les graines du *S. hermonthica* situées à 3,l cm de l'anneau ont, dans l'ensemble, donné des pourcentages de germination faibles avec 11,25% pour Mélakh, 8,75%pour le mil, 5 % pour 55-437 et la Fleur 11 et 1,25 % pour Mouri'de. La variété Diongoma s'est montrée peu efficace dans l'induction de la germination des graines de *S. hermonthica* situées à 3,1 cm de l'anneau. Au niveau des rondelles les plus proches, les extraits des racines de Diongoma, 55-437, Mouride et Fleur 11 ont donné les meïlleurs pourcentages de germination avec respectivement 20 %, 175%, 16,2S% et 13,75 %. Mélakh et le mil souna ont donné chacun 6,25 % et 3,75 % de graines de Striga germées. Mougne et l'eau distillée n'ont pas provoqué la germination des graines du *Striga hermonthica.* Les pourcentages de germination obtenus avec les extraits de racines situés à 3,l cm de l'anneau se présentent comme suit : Diongoma (12,5 %), Fleur 11 (6,25 %) et le Mil (1,25 %) Les deux variétés de niébé (Mouride et :Mélakh) et la variété arachide (55-437) ont donné le même pourcentage (3,75 %).

- **Conclusion sur les travaux de recherches au laboratoire**

Les résultats de recherche montrent que :

- pour *S. gesnerioides* aucune des plantes testées cette année, ne peut être retenue comme faux hôte. Par contre, la variété de niébé Mougne peut jouer au même titre qu'*Indigojèra astragalina* et *Ipomoea coptica* le rôle de plante piège pour ce parasite.

- pour *Striga hermonthica,* les variétés de niébé testées (Diongoma, Mouride et Mélakh) et les deux variétés d'arachide (Fleur 11 et 55-437) peuvent être retenues comme faux-hôtes potentiels de cet adventice parasite.
- cependant, le mil souna, du fait de sa forte sensibilité au *Striga hermonthica* pourrait jouer le rôle de plante piège pour ce parasite. Mais 1"incorporation de cette culture doit se faire au stade où le parasite est en pleine germination souterraine - début émergence (20-35 jal.). Cette dernière technique reste hypothétique compte tenu de la durée de la saison des pluies dans le Sahel où certaines cultures bouclent difficilement leur cycle biologique.

➢ **Les tests effectués en milieu réel**

Les essais ont été implantés en milieu réel dans deux (2) sites différents : Route de Ngoye (Bambey) et Pultock Sérère (Thiadiaye). Le choix de ces sites situés dans le bassin arachidier se justifie par le niveau élevé des infestations naturelles par *S. hermonthica.*

- **Méthodologie adoptée**

Les variétés utilisées ont été Mouride pour le niébé et Souna 3 pour le mil. Mouride est une variété résistante aux *Striga gesnerioïdes.* Mais, elle reste sensible à certains déprédateurs tels qu'*Amsacta mdloneyi, Callosobricus maculatus, Megalurothrips sp., Aphis craccivora.* Son cycle végétatif (semis - maturité) est d'environ 63 jours à Bambey et de 58 jours à Louga. Son rendement potentiel {en station) est de 1817 kg/ha avec un poids des 100 graines de l'ordre de 16 g. Cette variété a été sélectionnée pour les régions de Diourbel, Thiès, Louga et Saint-Louis. Comme ternoin, le souna 3 a été utilisé. Elle demeure sensible à certains déprédateurs tels que *S. hermonthica, Heliochelus albipzanctella, Scbrospora graminicola.* Son cycle végétatif (semis - maturité) est de 90 jours. Son rendement moyen en station est de 2.700 kg/ha avec un poids de 1 000 graines de l'ordre de 9 g. Cette variété a été sélectionnée pour les régions de Kaolack et Fatick.

- **Traitement expérimental**

L'essai a été implanté dans deux (2) 'sites différents sur des terrains naturellement infestés par *S. hermonthica.* Dans chaque site le dispositif expérimental utilisé est un plan en blocs de Fisher et comprend cinq (5) traitements répétés 4 fois à Thiadiaye et 3 fois à Bambey. Les répétitions sont séparées par des allées de 1,5 m de large (voir plans essais). Le niébé a été semé à 45 cm entre les lignes et 20 cm sur les lignes et le mil à 90.

Tableau 7 : Traitements et successions culturales.

Précédent 1998	Année 1 1999	Année 2 2 000	Année 3 2 001	Année 4 2 002
1 Mil souna	Mil souna	Mil souna	Mil souna	M i l souna
2 Mil souna	Niébé	Niébé	Niébé	M i l souna
3 Mil souna	Niébé	Niébé	Mil souna	M i l souna
4 Mil souna	Niébé	Mil souna	Niébé	M i l souna
5 Mil souna	Niébé	Mil souna	Mil souna	M i l souna

- **Bambey (Route de Ngoye)**

19 plants de *Striga* / m2 avec une production de graines de 694 kg / ha. Sur le niébé, les paramètres analysés (composantes du rendement) n'ont pas montré de différences significatives (tableau 6). I1 y a lieu de signaler ici que bien que la pluviométrie soit correcte cette année à Bambey (578, l mm), au niveau de l'essai, la production du niébé comme celle du mil a été faible.

- **Thiadiaye (Pultock Sérère)**

Sur le mil souna nous avons noté à la récolte 19 plants / m2 de *S. hermonthica* avec une production de graines de 16 1 kg / ha. Sur le niébé, les paramètres analysés (composantes du rendement) n'ont pas montré de différences significatives. Il faut signaler ici que les productions de niébé et de mil ont été trop faibles.

Tableau 8 : Influence des traitements sur la performance des variétës de niébé et de mil :

Traitements	Nombre poquets levés/ha		Nombre de plants récoltés / ha		Poids fanes kg/ha		Poids gousses kg/ha		Poids graines kg/ha	
	R. Ngoye	Thiadiaye	R. Ngoye	Thiadiaye	R. Ngoye	Thiadiaye	R. Ngoye	Thiadiaye	R. Ngoye	Thiadiaye
1. Mil (témoin)	17.499	15 000							694,44	161
2. Niébé (Mouride)	49.185 a	84.000 a	83 333 a	61.875 a	2500 a	3906 a	777,77 a	403 a	270,81 a	115 a
3. Niébé (Mouride	49.111 a	16.245 a	75 833 a	48.750 a	2500 a	4375 a	888,88 a	415 a	265,18 a	129 a
4. Niébé (Mouride)	41.333 a	81.111a	45 833 a	53.750 a	1875 a	4062 a	962,96 a	355 a	217,40 a	89 a
5. Niébé (Mouride)	45.555 a	84.222 a	70 000 a	64.375 a	2075 a	4375 a	999,99 a	440 a	356,84 a	110 a
CV %	8	6	24	120	21	55	34	42	48	42

Route de Ngoye et Pultock Sérère 1999

III. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES NEMATODES

Cette partie résume quelques travaux sur la lutte biologique contre les nématodes.

En 1998, Mlle Khadidiatou SENGHOR pour obtenir le grade de Docteur de 3e Cycle de Biologie Animale a travaillé sur le sujet : « **Etude de l'incidence du nématode phytoparasite *Meloidogyne javanica* sur la croissance et la symbiose fixatrice d'azote de douze espèces d'Acacia (Africains et Australiens) et mise en évidence du rôle des symbiotes endo et ectomycorhiziens contre ce nématode** ».

Le travail est issu de la collaboration entre le Département de Biologie Animale (Université Cheikh Anta Diop de Dakar) et le Laboratoire de Nématologie du centre ORSTOM de Dakar. le thème de recherche s'inscrit dans le programme OPAN (Organisme parasites et antagonistes des nématodes) qui est un volet des programmes de recherches sur les relations antagonistes au sein de la biocénose. Ces programmes réunissent l'ORSTOM et diverses institutions nationales (UCAD, ISRA, ENSA, DPV et ENSUT) au sein du groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Linné crée en 1994 à Dakar (Sénégal).

- **Résumé de la thèse**

Cinq espèces d'Acacia africains et sept espèces australiennes ont été testées quant à leur résistance vis-à-vis du nématode *Meloidogyne javanica*. Toutes ces espèces se sont révélées hôtes de *M. javanica* car présentant les galles caractéristiques de l'infestation par ce parasite. Mais le nombre de (indice de galles) et la croissance des plants varient en fonction de l'espèce d'Acacia ce qui révèle une certaine différence de comportement du nématode.

- *Acacia hilliana, A. holosericea, A. mangium, A. nilotica, A. schelrosperma* et *A.seyal* sont les plus sensibles et les moins résistants alors que *A. Lysiophylla, A. raddiana, A. senegal, A. trachycarpa* sont les plus résistants.
- *A. albida* et *A. tumida* constituent deux cas particuliers, ce sont deux espèces résistantes et leur croissance est en plus stimulée en présence du nématode.

Etant donné que les acacias sont des espèces entrant en symbiose avec des bactéries fixatrices d'azote, la croissance de ces arbres en présence du nématode a été étudiée en tenant compte de cette symbiose fixatrice d'azote qui dans le cas présent, a été réalisée avec des bactéries indigènes.

- L'impact de *M.javanica* sur les acacias est la résultante de deux effets antagonistes. L'effet dépressif de la destruction mécanique des racines par le nématode et l'effet stimulant résultant de la symbiose rhyzobienne avec les bactéries indigènes.
- La présence du nématode peut stimuler la symbiose fixatrice d'azote *(A. albida, A. senegal, A. trachycarpa* et éventuellement *A. lysiphollia* ou l'induire *(A. tumida* et *A. hilliana*), mais peut également inhiber cette symbiose comme c'est le cas chez *A. holosericea, A. seyal, A. mangium* et *A. nilotica.*
- Cependant, chez *A. schlerosperma* et *A. raddiana,* la présence du nématode n'a aucun effet sur la symbiose fixatrice d'azote. Le mécanisme intervenant dans la réaction des plantes à l'attaque du nématode a été étudié en déterminant la teneur en phénols de chaque espèce *d'Acacia* et en réalisant des coupes histologiques.

La résistance mécanique et la résistance physiologique précédemment énoncées ont été mises en évidence chez certaines espèces. L'effet de *M.javanica* sur la symbiose fixatrice d'azote a été étudié sur *A. holosericea* en conditions contrôlées en inoculant au moment des semis différentes souches de *Rhizobium* et de *Bradyrhizobium.* M. *javanica* a inhibé la symbiose et le rendement des souches (production de biomasse).

Pour limiter les effets négatifs du nématode, des champignons mycorhiziens ont été utilisés: *Glomus* sp., un champignon endomycorhizien dont l'effet sur le nématode a été étudié sur deux types de sol, et plusieurs souches de champignons ectomycorhiziens du genre *Pisolithus* dont les exsudats fongiques ont été appliqués contre des œufs et des juvéniles de *Meloidogyne*, la teneur en phénols de chaque exsudat ayant été préalablement déterminée.

- L'inoculation de *Glomus* sp. améliore la croissance des plants et leur résistance aux attaques de M. *javanica* sans pour autant inhiber le développement de celui-ci. Ces effets bénéfiques de *Glomus* sp. sur *A. holosericea* et sur le nématode sont toutefois plus marqués sur le sol de Thyssé Kaymor que sur le sol de Bel-air. Les exsudats fongiques ont provoqué la mort chez les œufs et les juvéniles. Cependant, cette mortalité ne dépend pas de la teneur en phénols des exsudats fongiques.

En 1997, les chercheurs Robin DUPONOIS et Thierry MATEUILLE d'ORSTOM, Laboratoire de Nématologie et Amadou M BA de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles ont publié l'article de recherche « **Effects of sorne rhizosphere bacteria for the biocontrol of nernatodes of the genus *Meloidogyne* with *Arthrobotrys oligospora*" ou** Action de bactéries rhizosphériques dans le contrôle biologique des nématodes du genre *Meloidogyn*e par *Arthrobotrys oligospora.*

- **Résumé de l'article de recherche**

Dans cette étude, l'action d'isolats bactériens associés au champignon nématophage *Arlhrobotrys oligospora* ORS 18692 S7 isolé au Sénégal sur le développement du champignon (croissance saprophytique et activité prédatrice) a été étudiée sur la multiplication d'une population de *Meloidogyne mayaguensis* sur des plants de tomate, et la croissance de la plante hôte.

Trois isolats bactériens ont été capables de stimuler *in vitro* l'activité prédatrice du champignon et de réduire le développement d'une population de *M. mayaguensis* sur des plants de tomate cultivés en pots. Ces bactéries ont été nommées bactéries auxiliaires de champignons nématophages (Bat). Les critères permettant de distinguer ces organismes des autres bactéries rhizosphériques n'ont pu être mis en évidence. L'utilisation des BAt pour le contrôle biologique des nématodes est discutée.

En 1999, Ndèye NDIAYE (épouse FAYE) a soutenu sa thèse de Doctorat de 3e cycle de Biologie Animale sur le thème : **«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**».

Le travail a été réalisé entièrement à l'ORSTOM Dakar (Bel Air).

La dynamique des peuplements de nématodes phytoparasites a été suivie dans les systèmes de cultures à jachères au Sénégal. Deux sites, l'un au Sine-Saloum et l'autre en Casamance, se

différenciant au niveau de l'anthropisation, du climat et de la végétation, ont été retenus pour mener l'étude.

- **Méthodologie et résultats obtenus**

La caractérisation spatio-temporelle des peuplements effectuée pendant trois ans dans des parcelles mises en jachères à des dates différentes, s'est basée sur une analyse de 4730 échantillons de sols. 33 espèces de nématodes appartenant à 17 genres phytoparasites ont été observées dans les échantillons prélevés des deux sites. À Thyssé-Kaymor (Sine-Saloum), les nématodes phytoparasites majeurs sont dominants dans les jeunes jachères mais, d'une manière générale, leur fréquence relative dans toutes les parcelles a baissé au cours des trois années d'étude. À Saré-Yorobana (Casamance), le peuplement est fortement dominé par les phytoparasites mineurs, en particulier par *Ditylenchlls* et des représentants de la famille des Tylenchidae. Les résultats montrent que la jachère de courte durée ne peut modifier de façon notoire la structure du peuplement nématologique. En revanche, la jachère longue (protégée ou non) provoque une augmentation de la densité du peuplement et une modification de la structure spécifique par la disparition de *Scutel!onema,* l'apparition et/ou l'abondance de *Gracilacus et Trichotylenchus.* Des analyses multivariées (ACP et co-inertie) montrent que les différences dans les densités et les structures des peuplements dans les deux sites, peuvent s'expliquer par des textures et des niveaux de fertilité chimique des sols très différents. Des expériences en serre révèlent que la jachère apparaît comme un moyen efficace pour induire des changements notables dans les peuplements de nématodes afin qu'ils soient moins pathogènes. À Thyssé-Kaymor, la protection du milieu accélère ces modifications. À Saré-Yorobana, une jachère d'au moins *5* ans est suffisante pour la remontée agro-biologique des sols tandis qu'il en faudrait 10 à Thyssé-Kaymor.

En 1979, Vincent A JACK du laboratoire de Microbiologie des sols, ORSTOM Dakar BP 1386, Sénégal et Renaud FORTUNER du laboratoire de Nématologie, ORSTOM Abidjan BP V-51, Côte d'Ivoire ont rédigé l'article scientifique dont le titre est **« Biological control of rice nematodes using sulphate reducing bacteria » ou « Lutte biologique contre les nématodes du riz au moyen des bactéries sulfato-réductrices ».** Ces études ont été entreprises au Sénégal.

- **Résumé de l'article de recherche**

Tout d'abord, les niveaux de populations de nématodes dans le sol des rizières sont plus faibles quand l'activité des bactéries sulfato-réductrices est élevée, produisant des concentrations létales de sulfures. Il est possible d'augmenter artificiellement l'activité de ces bactéries après la récolte en assurant une bonne anaérobiose par l'inondation du champ et en rapportant aux bactéries des composés minéraux soufrés et de la matière organique qui permet de diminuer davantage le nombre de nématodes présents dans le sol. Cependant les œufs pondus à l'intérieur des racines du riz ne sont pas ou pas tous tués par les sulfures et leur éclosion permet la formation d'une nouvelle population de parasites qui reste cependant à un niveau inférieur à celui des témoins. Une culture de contrôle, faite après le traitement, montre que cette méthode

n'est pas dangereuse pour le riz et qu'elle permet de lutter efficacement contre les nématodes et augmente les rendements en riz.

Christian CHABRIER en 2014 avec le Programme COLEACP a présenté le rapport de recherche intitulé **: « Solutions de lutte contre les nématodes au Sénégal ».**

Dans ce rapport un ensemble de méthodes biologiques y sont rapportés et qui sont principalement utilisées par de grandes sociétés agro-industrielles comme la SOCAS, les GDS, etc.

- ✓ **Cas de la Société de Conserves Alimentaires du Sénégalaises (SOCAS)**

Les photos ci-dessous représentent des ravages de nématodes dans certaines zones de production de la SOCAS.

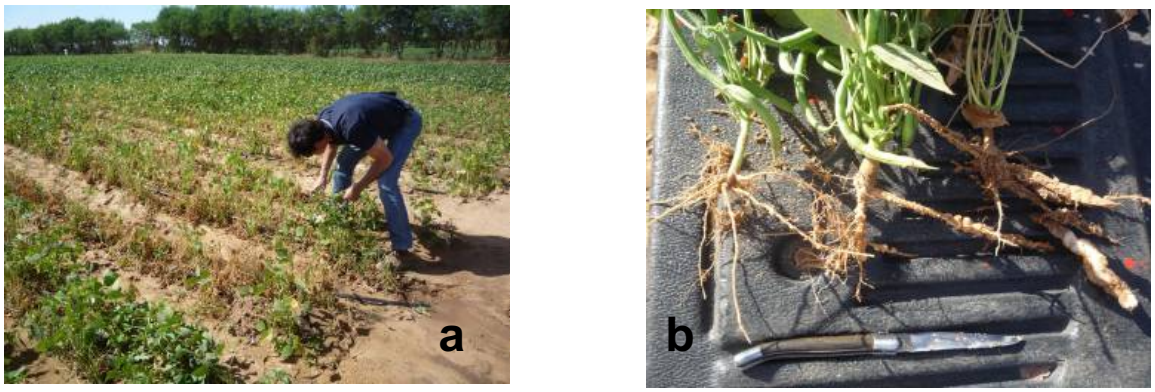


Tableau 9 : a= dégâts de Meloidogyne spp. dans une parcelle de haricot Tamya ; SOCAS, b= galles de Meloidogyne spp. sur haricot Tamya

- **Méthodes de lutte non chimiques utilisées**

Les plantes a effet nématicide comme *Tagetes spp*., *Crotalaria spp*., *Mucana spp*., donnent de bons résultats. L'utilisation d'apports de matière organique est susceptible de limiter les dégâts de *Meloidogyne sp*..

- ✓ **Cas de WAF (West African Farm)**

Cette société est située à Yamane au Sud de Dagana. Les nématodes causent d'énormes dégâts sur leurs cultures.

Photo 16 : Tache de faible croissance sur plantules d'oignons. WAF, Yamane.

- **Méthodes de lutte non chimiques utilisées**

Ditylenchus dipsaci est le nématode qui cause le plus de dégâts ans cette zone. Cependant c'est un nématode peu adapté aux températures chaudes. L'élimination des populations se fait par solarisation pendant 4 à 8 semaines. 4 semaines de solarisation contre ce nématode est aussi efficace qu'une application de dichloropropène à 300 L / ha. Le sol est recouvert d'une bâche plastique à la température étant de 45°C dans les 20 premiers cm de profondeur du sol. Cette durée est souvent allongée lorsqu'il s'avère nécessaire.

Une autre méthode utilisée est l'utilisation de la plante à effet nématicide, *Tagetes patula*. Des résultats satisfaisants ont été obtenus lorsqu'elle est combinée avec la solarisation.

- ✓ **Cas des Grands Domaines du Sénégal**

Des cas de stérilisation des sols avec le générateur de vapeur Garden Vap donne des résultats satisfaisants mais la méthode est néanmoins couteuse. Les préparations antagonistes comme le BioAct ont été aussi préparées. Elles ont donné d'excellents résultats et peuvent être combinées avec des rotations de plantes pièges comme les *Crotalaria* ou *Tagetes*.
Des essais en pots ont été réalisés selon la méthode décrite ci-dessous :

- Planter les plantes assainissantes à tester (3 séries de 10 répétitions) dans des pots (1 plant par pot).
- Faire une inoculation 3 semaines après leur levée avec 500 à 1000 J2 de *Meloidogyne* / pots issus de l'une des serres (pour avoir suffisamment de J2.On multiplie la souche sur des plants de tomate cultivés à part). Une première série sera sacrifiée à 45 jours après inoculation, la seconde à 60 jours et la dernière à 90 jours.
- Un essai avec le BioAct a été faite comme suit. 4 traitements, insecticide (Vydate à la dose / m² habituelle), BioAct à 2,5 et 5.108 spores / pots (soit, pour une préparation à 10 spores/g, 25 et 50 mg par pots) et témoin non traité. Dans 40 pots (10 répétitions x 4 traitements) d'un Litre contenant le milieu de culture habituel, on inocule 500 à 1000 J2 de *Meloidogyne*. Au bout d'une semaine, un plant de tomate est repiqué. Au bout de 70 à 75 jours, les plants de tomate sont sacrifiés pour compter les populations de nématodes dans les racines et dans le sol.

V. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES AGENTS PHYTOPATHOGENES

Cette partie résume présente quelques études menées au Sénégal dans le cadre de la lutte biologique contre les agents phytopathogènes au Sénégal.

En 1988, Yamar Mbodj pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences agronomiques a rédigé sa thèse sur le thème : **« La lutte intégrée contre les maladies du riz en Casamance au Sénégal »**

Les travaux qui font l'objet du présent mémoire ont été réalisés au Centre de recherches agricoles de Djibélor, dans la cadre d'un programme conjoint entre le Projet CILSS de lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans les pays du Sahel et l'Institut sénégalais de recherches agricoles. Ce programme a été financé par I'USAID, avec l'appui technique de la FAO.

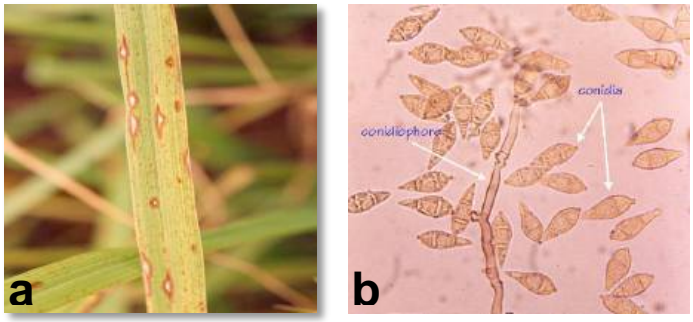
La pyriculariose (*Pyricularia oryzae* Cav.) principalement le plissement des gaines (*Rhizoctonia solani* Kuhn), l'Helminthosporiose (*Dreschlera oryzae* Subram et Jain) la Rhynchosporiose (*Gerlachia oryzae* [Yogo] W. Gams et Muller), la pourriture des gaines (*Sarocladium oryzae* (Sav.) W. Gams et D. Hawsksw.) et la moisissure des grains (due à un complexe d'agents pathogènes) sont les principales contraintes phytopathologiques pour la riziculture en Casamance, au Sénégal.

Cette présente thèse fait la synthèse de l'ensemble des travaux menés de 1980 à 1988 en vue d'une lutte intégrée contre ces maladies. L'étude a permis de tire un certain nombre de mesures visant à améliorer la lutte intégrée contre ces maladies du riz.

- **Présentation de quelques de ces agents pathogènes**

Ci-dessous la symptomatologie et les cycles biologiques de quelques maladies rencontrées sur le riz en Casamance.

Photo 17 : a=symptomatologie de la pyriculariose, b= spores observées au MO(GX400)



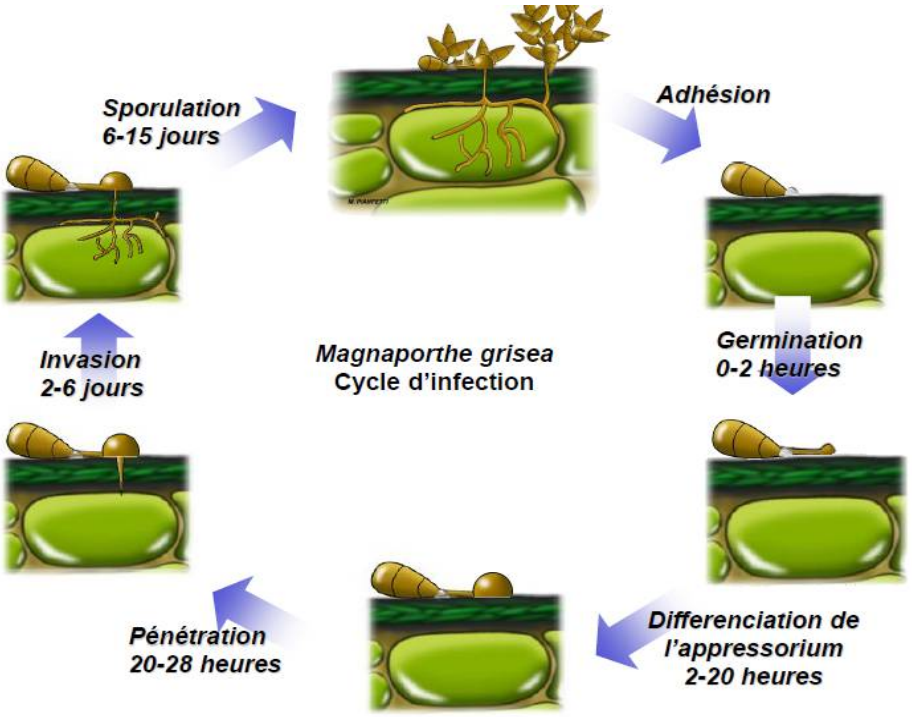


Figure 7 : Cycle biologique de la Pyriculariose

Ci-dessous la symptomatologie et le cycle biologique de l'Helminthosporiose sont présentés.

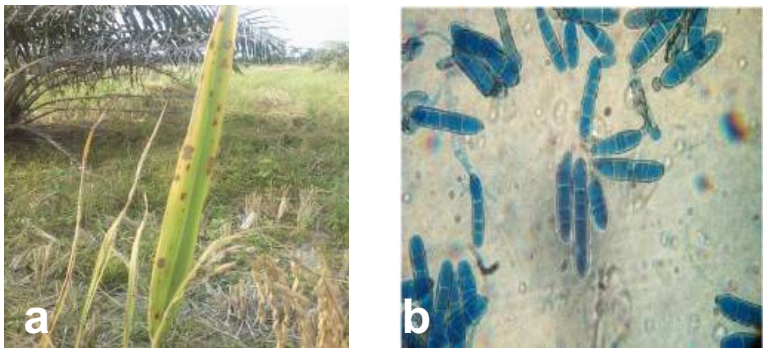


Photo 18 : a=symptomatologie, b= spores au MO (GX400)

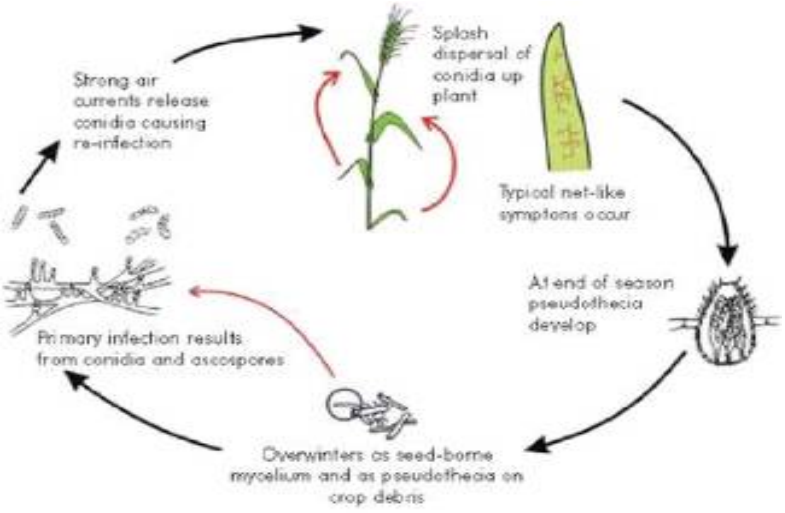


Figure 8 : Cycle infectieux de H.oryzae

- **Méthodologie d'étude**

Un dispositif multilocal et pluriannuel combinant ces quatre facteurs, suivie d'une analyse de stabilité de comportement, a permis de sélectionner des variétés pourvues d'un bon comportement vis-à-vis de la Pyriculariose dans plus de 15 localités de la région, d'une armée à l'autre, malgré les fluctuations de la pluviométrie, selon l'intensification de la fumure azotée. Ces variétés ont ensuite été confrontées en inoculation artificielle, à 31 souches de *P. oryzae d'origines* génétiques et géographiques diverses, de même qu'au Flétrissement des gaines et à 1'Helminthosporiose en présence de quatre doses (0, 50, 100, 150 kg N-ha-l) de fumure minérale azotée en conditions naturelles au champ. Leur réaction à la Pourriture des gaines, à la Rhynchosporiose et à la Moisissure des grains a été évaluée quant à elle, dans les localités favorables à ces maladies. Il apparaît, au total, que les variétés suivantes se révèlent intéressantes, sans utilisation de fongicides, pour remplacer celles qui sont actuellement vulgarisées :

- (1) en riziculture pluviale stricte, Dj 8.341, IRAT 10, IRAT 112 et IRAT 144 ;
- (2) en riziculture pluviale avec nappe, Dj 8.341, Dj 11.509, Dj 12.519, IRAT 133 et TOX 728.1;
- (3) en riziculture aquatique faiblement noyée, Dj Ci D et ITA 123 ;
- (4) en riziculture aquatique moyennement noyée, IBW 100 et BW 248.1;
- (5) en riziculture aquatique profondément noyée, B W 248.1 et BKN 6986.381;
- *(6)* en riziculture irCgu, BG 90.2, BW 100, BW 248.1, Dj 684 D et ITA 123.

- **Quelques conclusions obtenues**

Pour une protection intégrée contre l'ensemble des maladies, l'emploi de certaines variétés (BG 90.2, BKN 698638.1, IRAT 10, IRAT 112, IRAT 133, IRAT 1.44) devrait se faire avec des doses d'azote modérées (50 kg N.ha-l au maximum) à cause de leur sensibilité soit au flétrissement des gaines, soit à la pourriture des gaines ou à la Rhynchosporiose. Par contre, un apport important d'azote contribue à réduire les taux d'attaque de dose sur deux variétés (Dj 8.341, Dj 12.519) sensibles à l'Helminthosporiose, sans provoquer de modification importante de leur bon comportement vis-à-vis des autres maladies présentes. et réduit la fréquence d'isolement des champignons *P. oryzae, Fusarium moniliforme,* etc.

Dans cette même étude, Yamar MBODJ a étudié le thème : « **Etude de l'influence de la fumure azotée et évaluation de la résistance à 1'Helminthosporiose *(Drechslera oryzae* Subr. et Jain) de 13 variétés de riz prometteuses pour leur bon comportement à la Pyriculariose (*P. oryzae*) »**

- **Méthodologie**

Treize variétés reconnues prometteuses pour leur bon comportement à la Pyriculariose ont été menées en riziculture pluviale avec apport complémentaire d'eau afin de permettre à toutes les variétés d'achever leur cycle végétatif sans stress hydrique au cours de l'hivernage en 1987.

En vue d'étudier l'effet de la fumure azotée sur le développement de la maladie variété, les variétés étudiées ont été placées sur quatre doses croissantes (0,50,100,150 kg N.ha-1) de fumure minérale azote.

Le dispositif expérimental utilisé: a été celui en split-plot, à trois répétitions, comprenant en parcelles principales les quatre doses d'azote et en parcelles secondaire (6 ml, soit 10 lignes de

2 m à l'écartement de 30 cm) les 13 variétés étudiées (Barafita, BKN 698638.1, BW 248.1, Dj 8.34l, IDj 11.509, Dj 12.519, IRAT 10, IRAT 112, IRAT 133, IRAT 144, ITA 123, TOS 103, TOX 728.1).
L'essai a été conduit sur un sol sabla-limoneux acide (pH de 4,9) présentant une fertilité naturelle moyenne (3,63 % de matière organique, 1,56 LTC d'azote total, 11,99 ppm de P assimilable, 325 ppm de K assimilable).
La pluviosité annuelle (1 077,4 mm) a été très peu lessivante pour l'azote et a été favorable à. l'étude de l'effet de cet élément nutritif sur le développement de 1'Helminthosporiose.
Les semis ont été réalisés, manuellement, le 7 juillet 1987, sur un sol humide, à raison de: 100 kg de paddy par hectare. Le phosphore (50 P) et la potasse (40 K) ont été enfouis, respectivement sous forme de supertriple et de chlorure de potassium, avec la reprise du labour. L'azote a été épandu sous forme d'urt5e et immédiatement enfoui à la binette dans la couche superficielle du sol, pour deux-tiers à vingt jours après semis (JAS) et pour un tiers à 40 JAS.
L'intensité des attaques a été évaluée, 30 jours après épiaison, en nombre moyen (sur 10 feuilles par répétition - dose d'azote - variété) de lésions à centre nécrotique par 15 cm2 de feuille).

- **Résultats obtenus**

L'effet azote n'est pas significatif sur cinq variétés (BW 248.1, Dj 8.341, Dj 11.509, IRAT 11.2, TOX728.1). Il l'est par contre sur les huit autres variétés étudiées (Barafita, BKN6986.38.1, Dj 12519, IRAT 10, IRAT 133, IRAT 144, ITA 123, TOS 103). Mais, la fumure réduit les taux d'attaque sur les six premières variétés et l'augmente sur les deux dernières. En revanche, on observe une tendance inverse à la dose de 150 kg N/ha-l (paramètre c). Ces résultats concordent avec les observations contradictoires quant à l'influence de la fumure azotée sur le développement de 1'Helminthosporiose. Ils indiquent tantôt une action de réduction, tantôt une augmentation.
L'apport de fumure azotée apparaît donc comme une mesure efficace de lutte contre 1'Helminthosporiose. Et il est important de signaler qu'il n'accroît pas de manière importante, hormis sur Barafita, les taux d'attaque par *P. oryzae* sur les variétés retenues pour leur stabilité. Ce qu'il fait cependant, sur ceux par *R. solani* avec les variétés BKN 698638.1, BG 90.2, IR4T 10, IRAT 133 et RAT144, particulièrement à partir de la dose 50 kg N.ha-l.

Le 26 Janvier 2016, Faty Ndiaye a soutenu son mémoire de Master en Phytopharmaciet Protection des Végétaux sur le sujet : **« Etude diagnostique des champignons phytopathogènes du manguier (*Mangifera indica* L.) dans la zone de Notto Diobass à Thiès et essai de contrôle de l'anthracnose »**.

Le présent travail a été réalisé au niveau de deux laboratoires : le laboratoire de Phytopathologie de l'ENSA et le Laboratoire de Phytochimie et Protection des Végétaux (LPPV). Il a bénéficié du soutien financier du Ministère de l'enseignement supérieur à travers le Fond Fonds National de Recherche Agricole et Agro-alimentaire (FNRAA) en collaboration avec l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA), l'Agence Nationale pour le Conseil Agricole et Rural (ANCAR).

- **Méthodologie d'étude de l'activité des produits utilisés sur la croissance mycélienne et la germination des spores de *Colletotrichum sp***

Les produits utilisés sont le Sonata, le Sérénade, Molybdénium de sodium, Silice de potassium et Azoxystrobine. L'ensemble de ces produits utilisés viennent des Etats-Unis.

Tableau 10 : Caractéristiques des différents produits utilisés

	Formulation	Concentration
Azoxystrobine	ortiva 250	1,1ml/L
Bacillus pumilis QST 2808	Sonata	11,7ml/L
Bacillus subtilis QST 713	Sérénade optimum	2,5g/L
Sodium molybdate		0,2g/L
Potassium silicate		3,5g/L

- **Méthode d'étude de l'activité des produits sur la croissance mycélienne**

Pour chaque produit, les concentrations suivantes ont été testées : la concentration recommandée (C) et la demi-concentration (C/2). Après solidification du milieu PDA, le produit a été prélevé puis étalé à la surface des boites de pétri contenant le milieu. Ensuite, des disques mycéliens de 1,1 mm de diamètre sont prélevés au niveau de jeunes colonies de la souche de *Colletotrichum sp*. puis déposés au centre de chaque boîte. Pour chaque produit, 8 boites ont été utilisées en raison de quatre par concentration. L'incubation a été faite à l'étuve à la température de 25°C pendant 15 jours.

La mesure de la croissance a été faite par la méthode des deux diamètres perpendiculaires et le pourcentage d'inhibition de la croissance calculé à partir de la formule suivante :

$$\mathbf{I\ (\%) = 100\ X\ (Dt - Dc)/\ Dt}$$

Dt = Diamètre moyen des colonies témoins
Dc = Diamètre moyen des colonies traitées

- **Méthode d'étude de l'activité des produits sur la germination des spores**

Pour effectuer le test de germination des spores, une petite quantité de mycélium contenant des spores a été raclée à partir d'une colonie de *Colletotrichum sp* âgée de 7 jours puis déposé sur une lame ajouté de 5 ul de chaque produit. Le tout est recouvert d'une lamelle puis incubé à l'intérieur d'une boite de pétri tapissée d'une double couche de papier filtre humidifié. Les tests ont été effectués à la concentration recommandée et la demi-concentration. Chaque traitement a été répété quatre fois. Le témoin correspond aux lames sans le produit. Le nombre de spores ayant germées est déterminé toutes les heures. Une spore est considérée comme ayant germée si le tube germinatif est visible. Le pourcentage de germination a été calculé selon la formule suivante.

$$TG(\%) = (NSG/NST)*100$$

TG=Taux de germination
NSG=Nombre de spores ayant germé
NST=Nombre total de spores

- **Résultats obtenus**
  - **Effets sur la croissance mycélienne**

Le traitement des boites avec les produits a entrainé une inhibition de la croissance mycélienne aussi bien pour la concentration recommandée (C) que pour la demi-concentration (C/2). Cependant, les taux d'inhibition étaient plus élevés à la concentration recommandée. Le taux d'inhibition le plus élevé (76%) a été noté sur les boites traitées avec l'azoxystrobine. Les autres produits à savoir : Sonata, Molybdénium de sodium, Silice de potassium et Sérénade ont montré des taux d'inhibition respectif de 67, 66, 65.33, et 64% (Figure 8).

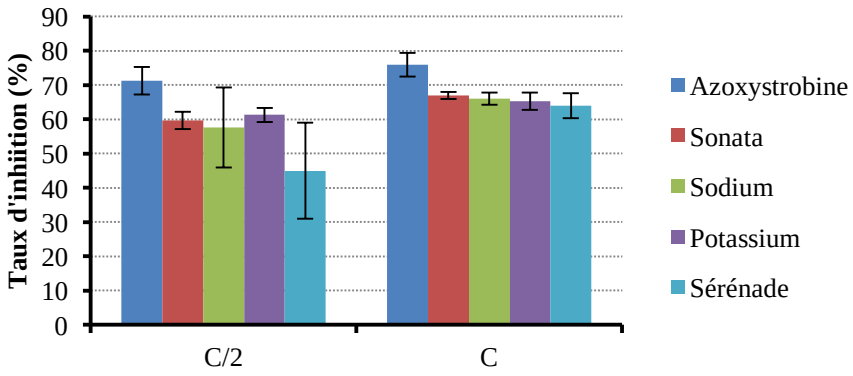


Figure 9 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne en fonction des traitements.

- **Effets sur la germination des spores**

Nous notons que pour tous les produits, l'efficacité était plus marquée à la concentration recommandée. Cependant, une inhibition totale de la germination des spores a été notée avec l'azoxystrobine à la concentration recommandée (1100ppm). Le même produit a aussi été plus efficace à la demi-dose. Comparé au témoin où le taux de germination est de 57,5%, Sonata, Molybdénium de sodium, Silice de potassium et Sérénade ont montré une efficacité sur la germination des spores à la concentration recommandée avec des pourcentages de germination respectives de 2,5%,5% et 10% (figure 9).

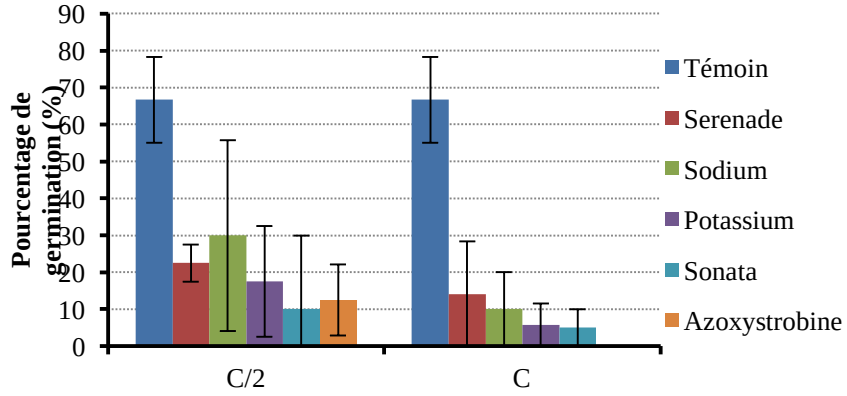


Figure 10 : Activité des produits testés sur la germination des spores de *Colletotrichum sp.*

Le 27 Janvier 2016, Urielle Claudia AZONTONDE a soutenu son mémoire de Master en Phytopharmacie et Protection des Végétaux sur le thème : « **La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dans la zone des Niayes : identification des principaux maladies et ravageurs et lutte biologique contre *Fusarium oxysporum* par l'utilisation d'huiles essentielles ».**

Ce présent travail a bénéficié du financement du Programme de Mobilité INTRA-ACP et a été réalisé au laboratoire de Phytochimie et Protection des Végétaux du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar.

L'objectif principal de l'étude est d'améliorer les conditions de production et de conservation de la tomate tout en préservant la santé des consommateurs. Pour atteindre cet objectif, des sorties ont été effectuées dans la zone des Niayes afin d'une part d'identifier les principaux maladies et ravageurs et d'autre part de développer des stratégies de lutte efficaces et durables par l'utilisation d'huiles essentielles contre la fusariose de la tomate.

- **Présentation des plantes aromatiques utilisées**

Trois plantes aromatiques ont été utilisées pour l'extraction de leurs huiles essentielles : *Eucalyptus camaldulensis*, *Lavandula officinalis* et *Eugenia caryophyllata.*

Photo 19 : Plantes aromatiques utilisées, a= E. camaldulensis, b= L. officinalis, c= E. caryophyllata.

- **Présentation de la zone des Niayes**

La figure ci-dessous présente les différentes localités qui composent la zone des Niayes.

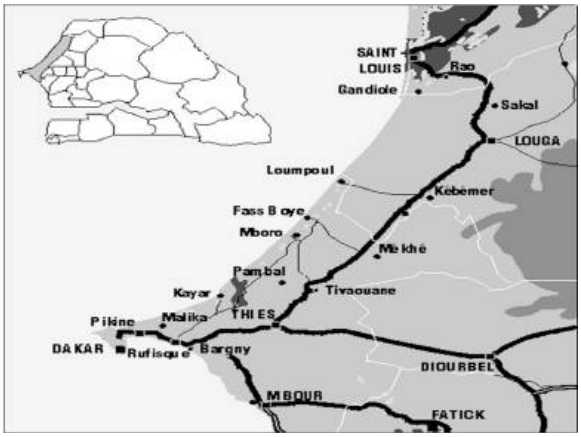


Figure 11 : Carte de la zone des Niayes

- **Les ravageurs rencontrés sur la tomate dans la zone d'étude**
  - ***Helicoverpa armigera,***

La chenille est une noctuelle polyphage qui fore les fruits. Les dégâts comme des déjections peuvent être observées sur les organes de la plante attaquée (Photo 19).

Photo 20 : Dégâts d'Helicoverpa armigera sur une tomate

- ***Tuta absoluta***

Tuta absoluta est un lépidoptère nocturne de la famille des Gelechiidae. Les attaques se manifestent par l'apparition sur les feuilles de galeries blanchâtres (seul l'épiderme de la feuille subsiste, le parenchyme étant consommé par les larves) renfermant chacune une chenille et ses déjections (Photo 20).

Photo 21 : Dégâts de Tuta absoluta sur feuille de tomate

- **Les maladies rencontrées sur la tomate**
  - **L'enroulement foliaire**

L'enroulement foliaire est une maladie physiologique qui se manifeste par un recroquevillement des feuilles qui prennent une forme de cuillère (Photo 21).

Photo 22 : Enroulement foliaire de la tomate

- **Les nématodes à galles**

Les nématodes phytoparasites, ou nématodes phytophages, sont de petits vers microscopiques qui vivent aux dépens des plantes, en ectoparasites ou en endoparasites, causant d'importants dégâts aux cultures. L'attaque se manifeste par un flétrissement de la plante, un jaunissement du feuillage et des galles sur les racines (Photo 22).

Photo 23 : Galles sur tomates causées par Meloidogyne sp.

- **L'alternariose**

L'Alternariose est une maladie due au champignon appelé *Alternaria solani* qui s'attaque à plusieurs solanacées (tomate, pomme de terre, aubergine, etc.).
Sur les feuilles, la maladie se manifeste par l'apparition de taches brunes, arrondies, bien délimitées, qui sont à l'origine de son jaunissement (Photo 23).
Sur les fruits, on observe des taches concaves déprimées situées au niveau de l'attaque pédonculaire du fruit portant une moisissure noire (Photo 23).

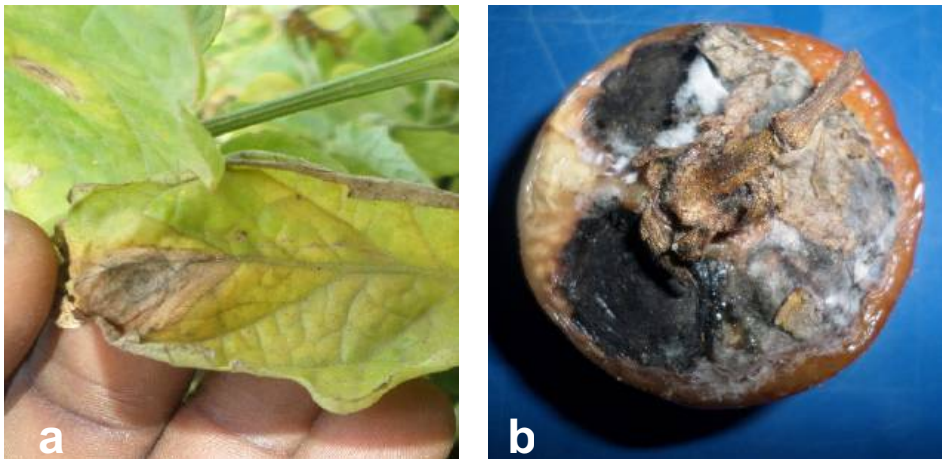


Photo 24 : Symptomatologie de l'alternariose, a= sur feuille, b= sur fruit

- **La fusariose**

La fusariose est causée par *Fusarium oxysporum*, un champignon qui se dissémine par les poussières du sol dans les conditions favorables. La maladie se manifeste par un début de flétrissement des plants de tomate et par un chancre brun, légèrement déprimé et se développant sur un seul côté du collet et de la tige en forme de flamme (Photo 24).

Photo 25 : Symptomatologie de la fusariose, a=sur feuille, b= sur racines

- **Cycle de vie de *Fusarium oxysporum***

La figure 11 ci-dessous présente le cycle de développement de *Fusarium oxysporum* responsable du flétrissement de la tomate.

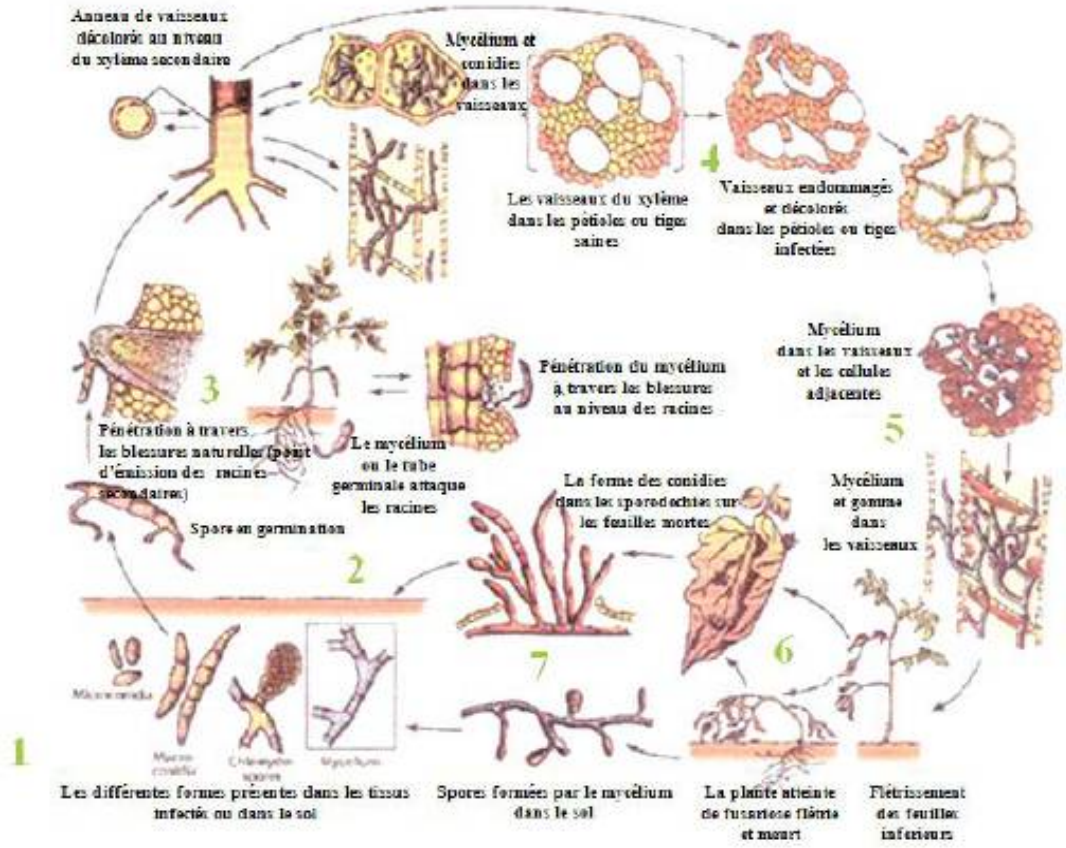


Figure 12 : Cycle biologique général de Fusarium oxysporum

- **Méthode d'étude de l'activité des huiles essentielles sur la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum***

Les huiles essentielles (HE) sont mélangées au tween 80 dans les proportions 1/9 HE-tween 80, lequel est dilué au 1/10 au préalable. Le tween est un tensioactif qui permet une meilleure diffusion de l'HE dans la gélose. La solution HE/Tween 80 est incorporée au milieu gélosé de manière à obtenir des concentrations qui variaient de 10 à 10000 ppm. Le mélange est coulé dans des boîtes de Pétri avec trois répétitions chacune. Après 24h, une rondelle de 1,1cm de diamètre issue d'une culture de souche âgée de sept jours, mesurée à l'aide d'un emporte-pièce, est ensemencée dans les boîtes de Pétri. Les boîtes témoins ne contiennent que le Tween et le PDA.

Les taux d'inhibition de la croissance (TIC) par rapport au témoin sont calculés selon la formule suivante proposée par Doumbouya *et al.*(2012) :

$$\mathbf{TIC = [(T-E)/T] \times 100}$$

TIC= Taux d'inhibition de la croissance (en %)

T= Diamètre de croissance moyen du champignon dans la boîte témoin (en cm)

E= Diamètre de croissance moyen du champignon dans les boîtes traitées (en cm)

- **Méthode de contrôle de *Fusarium oxysporum* en serre par l'huile essentielle *d'Eugenia caryophyllata***

Le substrat utilisé pour la pépinière était Jiffy substrates**.** C'est un substrat pour horticulture professionnelle, prêt à l'emploi et adapté aux différentes cultures horticoles. Il est composé d'oligoéléments, d'engrais minéral (NPK 17 :10 : 14), de la tourbe et de la matière organique. Avec un pH compris entre 5 et 6.Il apporte des éléments nécessaires à la plante pour une durée de trois à six semaines selon la taille des alvéoles.

Le semis des graines s'est fait dans des alvéoles. Les alvéoles permettent également de protéger la pépinière des attaques de certains pathogènes du sol, tels que les champignons. Après semis, la pépinière était arrosée tous les matins. Le repiquage a eu lieu 3 semaines a Le sol utilisé pour l'expérimentation a été prélevé au champ école de la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD. Ce sol a été mis dans des pots de tomates en boîte stérilisée dans une étuve avec une température de 120°C pendant 48 heures.
Sur les 27 gaines, 18 ont été inoculées avec un inoculum fait à base de son de blé auquel le champignon a été ajouté. Chaque gaine avait reçu 20g d'inoculum.

L'huile essentielle est mélangée au tween 80 dans les proportions 1/9 HE-tween 80, lequel est dilué au 1/10 au préalable. Le tween est un tensioactif qui permet une meilleure homogénéisation de l'HE. Sur la base des résultats obtenus des tests sur la croissance mycélienne, l'huile essentielle a été testée à une concentration de 10 ppm.

La pulvérisation du mélange se faisait une fois par semaine et constituait à épandre 5 ml du mélange sur chaque plante. La première pulvérisation s'est faite tout juste après la transplantation.

- **Acticités des huiles essentielles sur la croissance mycélienne de *F.oxysporum***

Une inhibition de la croissance mycélienne a été notée à la concentration de 10ppm avec l'huile essentielle d'*Eugenia caryophyllata*, à 5000ppm avec *Lavandula officinalis* et enfin à 10000ppm avec *Eucalyptus camaldulensis* (Figure 11).

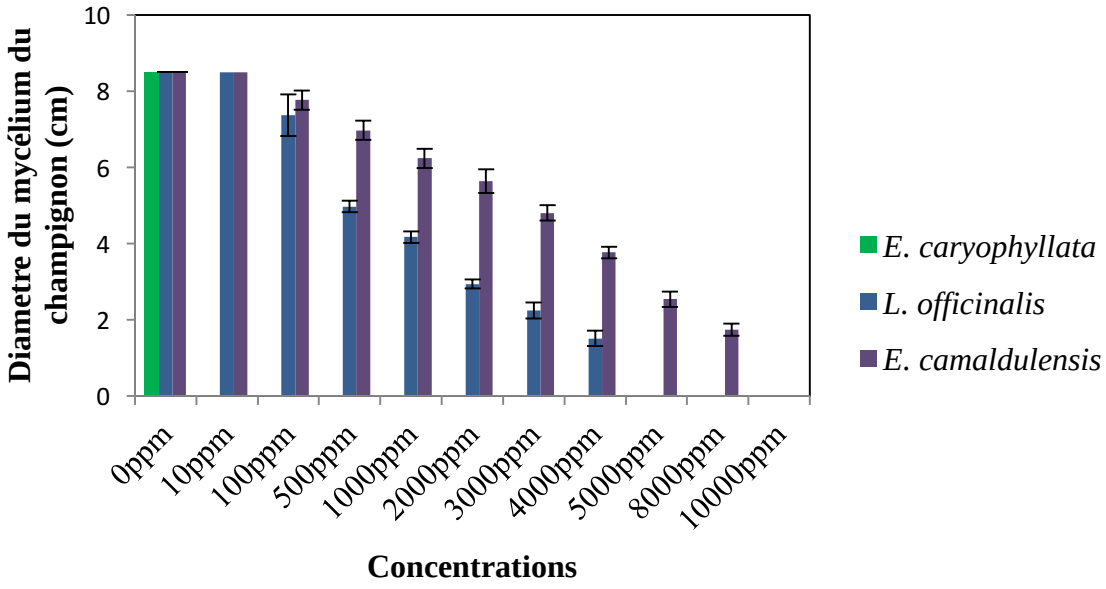


Figure 13 : Activité des huiles essentielles sur la croissance mycélienne de F. oxysporum

- **Contrôle en serre de *F. oxysporum* par l'huile essentielle d'*E. caryophylllata***

Les résultats montrent que l'huile essentielle d'*Eugenia caryophyllata* diminue considérablement la sévérité de la maladie en Serre après pulvérisation (Figure 12)

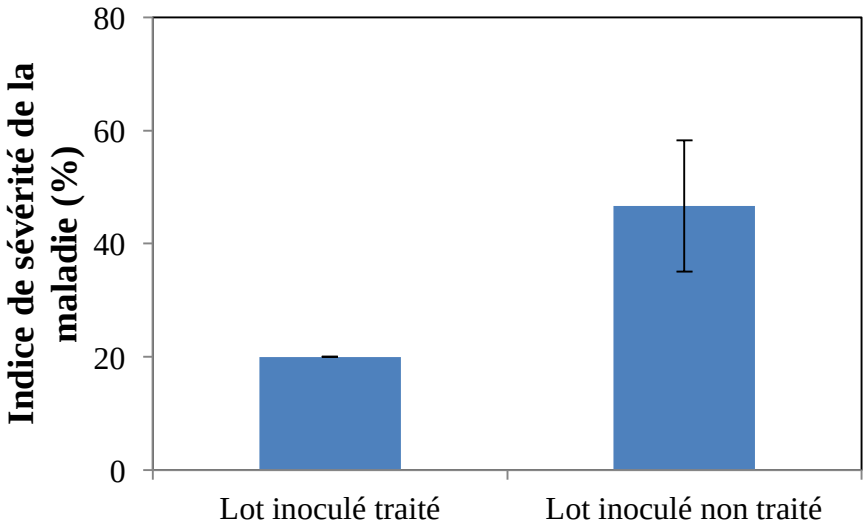


Figure 14 : Activité de l'huile essentielle d'Eugenia caryophyllata sur F. oxysporum

VI. DIAGNOSTIC DES MALADIES DES PLANTES ET PROPOSITION DE METHODES DE LUTTE PAR L'UTILISATION DES BIOPESTICIDES

Papa Madiallacké Diédhiou[1], Dr Nalla MBAYE[2]

[1]UFR S2 ATA, Université Gaston Berger de Saint –Louis (UGB), [2] Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Département de Biologie Végétale, BP 5005 Dakar

anifane@gmail.com, 00221775634838, nalla.mbaye@ucad.edu.sn , 00221776557050

1) RESUME

L'objectif principal de l'étude est d'améliorer les conditions de production et de conservation de la tomate tout en préservant la santé des consommateurs. Pour atteindre cet objectif, des sorties ont été effectuées dans la zone des Niayes afin d'une part, d'identifier les principaux maladies et ravageurs, et d'autre part, de développer des stratégies de lutte efficaces et durables par l'utilisation d'huiles essentielles contre la fusariose de la tomate. L'étude diagnostique a permis d'identifier trois maladies (Alternariose, Fusariose et l'enroulement foliaire), des nématodes phytoparasites et trois ravageurs majeurs (*Tuta absoluta, Meloidogyne spp* et *Helicoverpa armigera*) de la tomate. Les agents pathogènes responsables des maladies fongiques, *Alternaria solani* et *Fusarium oxysporum*, identifiées, ont été caractérisés sur les plans macroscopique et microscopique. L'huile essentielle d'*Eugenia caryophyllata* a donné un rendement de 2.33%. Elle a présenté une bonne efficacité sur *Fusarium oxysporum*. Les tests effectués, en serre, ont montré que l'huile essentielle de *E. caryophyllata* réduit significativement la sévérité du flétrissement causé par *F. oxysporum* tout en ayant une action positive sur le développement de la plante.

Les résultats de cette étude indiquent qu'une meilleure valorisation des huiles essentielles pourrait permettre de lutter efficacement contre les maladies fongiques de la tomate au Sénégal et dans le monde.

Mots clés : Tomate, maladies, ravageurs, *Fusarium oxysporum*, huiles essentielles, Sénégal

Abstract

This study was carried out in the Niayes area of Senegal and in the Laboratory of Phytochemistry and Plant Protection of the Faculty of Science and Technology (FST) of the Cheikh Anta Diop University (UCAD) in Dakar. The main objective of the study is to improve the conditions for production and conservation of tomatoes while preserving the health of consumers. To achieve this objective, trips were made in the Niayes area to identify the main diseases and pests and to develop effective and sustainable control strategies through the use of essential oils against tomato blight. The study revealed three major diseases (Alternaria, Fusariosis and leaf rolling) and three major pests (*Tuta absoluta*, *Meloidogyne spp* and *Helicoverpa armigera*). For the two identified diseases, isolates were made to characterize the pathogens. This characterization was based on two aspects: the macroscopic appearance (color and appearance of the mycelium) and the microscopic appearance (size and shape of the

conidia); which allowed us to obtain an isolate of *Alternaria solani* and two isolates of *Fusarium oxsporum*. The essential oil of *E. caryophyllata* gives a yield of 2.33%. A total inhibition of mycelia growth is obtained at 10ppm, and the spore germination at 3ppm. *E. caryophyllata* reduces considerably the severity of the disease in greenhouse.

This work finally suggested some perspectives for a better valorization of the effectiveness of essential oils against the fungal diseases of tomato in general in the world and more particularly in Senegal.

Keywords: *Alternaria fusarium*, *Fusarium oxysporum*, essential oils, Senegal.

2) INTRODUCTION

Il a été estimé que 97 % des aliments consommés contiennent des résidus de pesticides ; et que les enfants sont exposés à près de 130 polluants chimiques chaque jour (Gatignol et Etienne, 2010). Il devient nécessaire de développer de nouvelles méthodes pour le contrôle pré et post-récolte des maladies de la tomate, qui soient à la fois bénéfiques pour les producteurs, les consommateurs et l'environnement. Ainsi, la substitution des produits chimiques par les produits phytosanitaires d'origine végétale et/ou animale serait une alternative prometteuse. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui a pour objectif général d'améliorer les conditions de production et de conservation de la tomate tout en préservant la santé des consommateurs.

Les objectifs spécifiques sont:

- identifier les principales maladies et ravageurs responsables d'altérations pré et post-récolte de la tomate dans la zone des Niayes ;
- développer des stratégies de lutte efficaces et durables par l'utilisation des huiles essentielles contre *Fusarium oxysporum*, agent responsable du flétrissement de la tomate.

Présentation de la zone d'étude : la zone des Niayes

La zone des Niayes est une région naturelle située au Nord-Ouest du Sénégal. Elle s'inscrit administrativement dans les quatre régions bordant la frange maritime du nord du pays : Dakar, Thiès, Louga et Saint-Louis.

3) METHODE

Utilisation d'un inoculum à base de son de blé

Pour vérifier le pouvoir pathogène de *F. oxysporum*, un inoculum avec *Fusarium oxysporum* est utilisé à base de son de blé.

Une culture pure de *F. oxysporum* âgée de 7 jours, sur milieu PDA, est introduite dans un bocal contenant 160 g du son de blé stérilisé. Le bocal a été fermé hermétiquement et placé à l'étuve à une température de 25°C pendant une semaine.

Plante aromatique utilisée

Photo 26 : Bourgeons floraux d'Eugenia caryophyllata

Choix du substrat et mise en place de la pépinière

Le substrat utilisé pour la pépinière était Jiffy substrates**.** C'est un substrat pour horticulture professionnelle, prêt à l'emploi et adapté aux différentes cultures horticoles. Il est composé d'oligoéléments, d'engrais minéral (NPK 17 :10 : 14), de la tourbe et de la matière organique. Avec un pH compris entre 5 et 6. Il apporte des éléments nécessaires à la plante pour une durée de trois à six semaines selon la taille des alvéoles. Le semis des graines s'est fait dans des alvéoles. Les alvéoles permettent également de protéger la pépinière des attaques de certains pathogènes du sol, tels que les champignons. Après semis, la pépinière était arrosée tous les matins. Le repiquage a eu lieu 3 semaines après les semis.

Stérilisation du sol et rempotage des gaines

Le sol utilisé pour l'expérimentation a été prélevé au champ école de la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD. Ce sol a été mis dans des pots de tomates en boîte de 2 kg puis stérilisé dans une étuve avec une température de 120°C pendant 48 heures. Le sol stérilisé a été mis dans des gaines en plastique. Au total 27 gaines ont été remplies à raison de 9 gaines par traitement. Les gaines remplies de sol stérilisé ont été arrosées et laissées au repos pendant 24 heures avant inoculation et transplantation.

Inoculation et repiquage

3 traitements ont été considérés :

- témoins non inoculés,
- plants inoculés non traités,
- plants inoculés et traités avec l'huile essentielle d'*E. caryophyllata*.

L'inoculation a consisté à introduire 20g d'inoculum de son de blé dans les gaines avant repiquage. Après inoculation, les plants de tomate âgés de 3 semaines ont été repiqués au niveau des gaines.

Pour chaque traitement, 9 plants ont été utilisés correspondant à 3 répétitions.

Tous les plants ont été arrosés régulièrement pour éviter un déficit hydrique.

Traitement à l'huile essentielle d'*E. caryophyllata*

L'huile essentielle est mélangée au tween 80 dans les proportions 1/9 HE-tween 80, lequel est dilué au 1/10 au préalable. Le tween est un tensioactif qui permet une meilleure homogénéisation de l'HE.

La pulvérisation de l'huile essentielle préparée à la concentration de 10ppm se faisait une fois par semaine et consistait à épandre 5 ml du mélange sur chaque plante. La première pulvérisation s'est faite tout juste après la transplantation.

Evaluation de l'incidence du flétrissement

Apres 10 jours de transplantation, l'incidence du flétrissement a été évaluée selon la formule suivante :

$$I = (Nf / Nt) \times 100$$

I= Incidence

Nf= Nombre de plants flétris

Nt= Nombre total de plants

Evaluation de la sévérité du flétrissement

L'évaluation a été faite 20 jours après la transplantation. La sévérité de la maladie a été évaluée selon l'échelle de sévérité de De Cal *et al.*, (1995) qui varie de 1 à 5.

1 (0- 24%) : Plante saine ayant toutes ses feuilles vertes.

2 (25- 49%) : Plante ayant ses feuilles inférieures jaunes.

3 (50- 74%) : Plante ayant ses feuilles inférieures mortes et quelques feuilles supérieures jaunes.

4 (75- 99%) : Plante ayant ses feuilles inférieures mortes et les feuilles supérieures flétries.

5 (100%) : Plante morte.

La sévérité (S) a été déterminée à partir de la formule suivante :

$$S = [\sum (Ni \times Si)/(Nt \times 5)] \times 100$$

Ni= Nombre de plante de classe de sévérité i

Si= Classe de sévérité i

Nt= Nombre total de plante

4) RESULTATS

Verification du pouvoir pathogène de *F. oxysporum*

10 jours après innoculation, les plants ont présenté les symptômes du flétrissement causés par *F. oxysporum.*

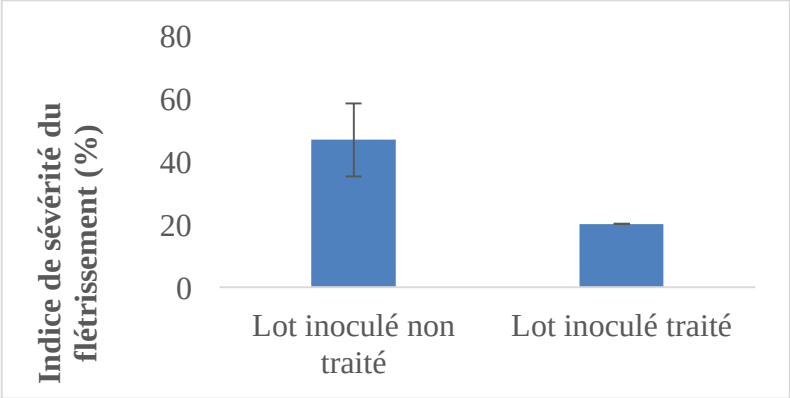
Photo 27 : Plants ayant servi de témoins absolus

Photo 28 : Plants ayant reçu l'inoculum à base de son de blé

Test d'efficacité de l'huile essentielle *d'Eugenia caryophyllata* pour le contrôle en Serre de *F. oxysporum*

La figure ci-dessous montre l'indice de sévérité du flétrissement causé par *F. oxysporum* en fonction des traitements. L'application de l'huile essentielle d'*E. caryophyllata* réduit l'indice de sévérité de la maladie de 47% (lot non traité) à 20%.

Figure 15 : Effet de l'huile essentielle d'Eugenia caryophyllata sur l'indice de sévérité du flétrissement de la tomate



La photo ci-dessous montre l'aspect des plants 27 jours après transplantation et suivant chaque traitement. En effet, les plants inoculés et traités avec l'huile essentielle d'*E. caryophyllata*, présente un aspect plus développé comparé au lot servant de témoins et au lot inoculé non traité.

a b c

Photo 29 : Aspect des plants 27 jours après transplantation

A=témoins absolus ; B=lot inoculé non traité ; C= lot inoculé et traité à l'huile essentielle *d'E. caryophyllata*

Par ailleurs, l'étude comparative de quelques paramètres agronomiques entre les plants inoculés et traités avec l'huile essentielle d'*E. caryophyllata* et les plants inoculés non traités montre que l'huile essentielle améliore de façon significative la croissance. En effet, la hauteur des plants traités est significativement plus importante, il en est de même du nombre de feuille et de la longueur des folioles. Cependant, aucune différence significative n'a été notée pour ce qui concerne la largeur des folioles.

Tableau 11 : Comparaison de quelques paramètres agronomiques des plants témoins et des plants traités avec l'huile essentielle de E. caryophyllata, 3 semaines après repiquage

	Plants inoculés non traités	Plants inoculés et traités avec l'huile essentielle d'*E. caryophyllata*
Hauteur des plants (cm)	18,33 b	31,89 a
Nombre de feuilles/plants	7,67 b	10,11 a
Longueur des folioles (cm)	4,7 a	6,17a
Largeur des folioles (cm)	2,3 a	2,5a

Pour une même ligne, les valeurs suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Student Newman-Keuls au seuil de 5 %.

5) DISCUSSION

La fusariose de la tomate est une maladie fongique qui cause beaucoup de dégâts voire la mort de la plante. L'utilisation des pesticides chimiques pour le contrôle de cette maladie s'avère un peu couteux et ne préserve ni l'environnement, ni la santé de la population. L'utilisation des huiles essentielles est d'actualité et leur efficacité sur beaucoup de champignons pathogènes a déjà été démontrée (Carvalho *et al.*, 2008 ; Behtoie *et al.*, 2012, Abd Alla *et al.*, 2013).

L'huile essentielle d'*Eugenia caryophyllata* en Serre, a réduit significativement la sévérité du flétrissement de la tomate. L'efficacité des huiles essentielles pour le contrôle des maladies des plantes a été rapportée par différents auteurs. Abreu (2006) a montré que l'huile essentielle de cinnamome avait la capacité de réduire significativement l'incidence de la maladie des boutons foliaires de la tomate jusqu'à 95%. Il a aussi démontré que les huiles essentielles comme celle du cinnamome peuvent diminuer l'incidence de cette maladie de 12,5 et 32,8% lorsqu'elle est appliquée au champ aux concentrations respectives de 3000 et 5000µL L^{-1} (0,3 et 0,5%).

6) CONCLUSION

L'étude avait pour objectif principal d'améliorer la production de la tomate à travers la réduction des pertes de récolte due aux maladies. Pour aboutir à cela nous avons tout d'abord identifié les principaux maladies et ravageurs de la tomate dans la zone des Niayes, ensuite développer des stratégies de lutte efficaces et durables par l'utilisation des huiles essentielles contre la fusariose.

L’identification des principaux maladies et ravageurs a permis de cerner les pratiques culturales et de noter quelques maladies et ravageurs à savoir : fusariose, alternariose, enroulement foliaire, des dégâts de *Tuta absoluta* et de *Helicoverpa armigera* et enfin des galles de nématodes (*Meloidogyne spp*).

L’huile essentielle a montré une bonne activité en réduisant la sévérité de la maladie en serre. Ce qui nous permet de dire que l’huile essentielle d’*E. caryophyllata* renforce la résistance de la plante contre *Fusarium oxysporum.*

Les résultats obtenus nous permettent de dire que ces huiles peuvent être utilisées dans une alternative de lutte biologique contre les agents pathogènes responsables des maladies des plantes comme la fusariose de la tomate.

CONCLUSION GENERALE

Plusieurs études ont été menées au Sénégal dans le cadre de la lutte biologique contre les bio-agresseurs. Les différentes méthodes de lutte biologique présentées comme alternatives aux pesticides présentent chacune des avantages, mais aussi quelques limites. C'est là tout le sens d'une gestion intégrée basée sur la combinaison de plusieurs procédés pour circonscrire l'activité des bio-agresseurs, redoutables compétiteurs de l'Homme. Les différences de sensibilité des bio-agresseurs aux produits devraient nous amener à considérer la lutte de manière plus spécifique. En effet, le choix de l'insecticide (naturel) devra en priorité reposer sur l'insecte majeur à combattre. Il a été prouvé que la réponse à l'intensité de la toxicité d'un produit dépendait dans bien des cas de manière spécifique du ravageur et pour un ravageur donné du stade considéré. De plus, l'efficacité des biocides est en partie associée aux conditions pédoclimatiques.

Il est donc important d'envisager aujourd'hui la production de ces cultures dans un contexte d'agriculture durable en développant une approche spécifique, localement adaptée, dans la recherche de solutions aux contraintes majeures de développement dans les agrosystèmes.

Il serait important que l'expérimentation au champ des résultats de recherches soit valorisée et que la recherche soit encore soutenue dans notre pays où les pertes dues aux bio-agresseurs sont considérables.

Les ressources humaines et la compétence ne manquent pas mais le financement de la recherche sur la lutte biologique doit être encore renforcé pour parvenir à de meilleurs résultats et en conséquence mettre en place une agriculture durable et compétitive.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARVANITAKIS L .2013. Interaction entre la teigne du chou *Plutella xylostella* (L.) et ses principaux parasitoïdes des en conditions tropicales : approche éthologique, écologique et évolutive. Sciences agricoles. Université Paul Valery - Montpellier III. Français. <NNT : 2013MON30067>. <tel-00984578>, 201p.

AZONTONDE UC. 2016. La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dans la zone des Niayes : identification des principaux maladies et ravageurs et lutte biologique contre *Fusarium oxysporum* par l'utilisation d'huiles essentielles**.** Mémoire de Master, Université Cheikh Anta DIOP, 57p.

CISSOKHO PS, GUEYE MT, SOW ELH, DIARRA K. 2015. Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal eten Afrique de l'Ouest. Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(3): 1644-1653.

DIAME L. Relations entre le fonctionnement des agroécosystèmes à base de fruitiers et les fourmis (Hymenoptera : Formicidae). Impacts sur le développement des mouches des fruits (Diptera : Tephritidae). Thèse de Doctorat de 3e cycle, Université Cheikh Anta DIOP de DAKAR, 162p.

DIAME L, GRECHI I, REY JY, SANE CAB, DIATTA P, VAYSSIERES JF, YASMINE A, De BON H, DIARRA K. 2015. Influence of *Oecophylla longinoda* Latreille, 1802 (Hymenoptera: Formicidae) on Mango Infestation by *Bactrocera dorsalis*(Hendel) (Diptera: Tephritidae) in Relation to Senegalese Orchard Design and Management Practices . African Entomology, Vol. 23, Issue 2, pg(s) 294-305 doi: 10.4001/003.023.0207

DIOP A. 2003. Techniques agricoles, Evolution des méthodes de lutte contre les insectes ravageurs. Extrait Documentaire ENSEPT, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar

DIOUF N. 2015. Flore adventice du mil [(*pennisetum glaucum* (l.) r.br] et de l'arachide (*Arachis hypogaea* l.) dans la zone de Diobass (Thiès, sénégal) : structure, degré d'infestation et nuisibilité. Mémoire de Master, Université Cheikh Anta DIOP, 59p

DUPONNOIS R, MATEUILLE T, BA AT. 1997. Effects of sorne rhizosphere bacteria for the biocontrol of nematodes of the genus *Meloidogyne* with *Arthrobotrys oligospora. Fundam. Appl. Nematol., 21(2), 157-163.*

FALL I. 1997. Etude des propriétés herbicides d'extraits de quelques plantes courantes au Sénégal sur les adventices du mil dans la zone de nder-gnit (nord Sénégal). Thèse de Doctorat en 3e cycle en Sciences de l'Environnement, Université Cheikh Anta DIOP, 157p.

GUEYE S, THIAW C, GUEYE-NDIAYE A, GUEYE MT, SAMB A, SEMBENE M. Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest *J. Sci.Vol. 9, N° 4, 12 – 19*

GUEYE MT. 2000. Structure et évolution des peuplements de C. serratus, déprédateur de l'arachide entreposée en milieu sahélien. Thèse de doctorat : Université Cheikh Anta Diop, Dakar (Sénégal).

GUÈYE MT, SECK D, WATHELET JP, LOGNAY G. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **15**(1): 187-198.

GUEYE MT. 2012. Gestion intégrée des ravageurs de céréales et de légumineuses stockées au Sénégal par l'utilisation de substances issues de plantes. Thèse de doctorat, Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech, 216 p.

GUÈYE MT, GOERGEN G, NDIAYE S, ASIEDU EA, LOGNAY G, SECK D. 2013A. Efficiency of traditional maize storage and control methods in rural grain granaries: a case study from Senegal. *Tropicultura,* **31**(2): 39-46.

GUEYE MT, SECK D, DIALLO A, TRISMAN D, FISCHER C, BARTHELEMY JP, WATHELET JP, LOGNAY G. 2013B. Development of a Performant Method for Glucocapparin Determination in *Boscia senegalensis* Lam Ex. Poir.: A Study of the Variability. *Am. J. Anal. Chem.*, **4**:104- 110.

GUÈYE MT, BADIANE M, NDIAYE AB, MBAYE I, DIOUF M, NDIAYE S. 2008B. La protection des stocks de maïs au Sénégal: enquêtes sur les pratiques d'utilisation des pesticides et plantes à effet insecticide en milieu paysan. *ITA Echos*, N°3, 12.

JACK. V, FORTUNER R. 1979. Biological control of rice nematodes using sulphate reducing bacteria. *Revue Nématol* 2 *(1)* : *41-50*

LY ST. 1999. Les faux hôtes : une alternative de lutte contre *Striga gesnerioides* (Wild.) Vatke. Et *Striga hermonthica* (Del.) Benth. Ecole nationale des cadres ruraux, centre national de recherche de Bambey agronomiques (C.N.RA.) de Bambey, 61p.

MBAYE MS. 2013. Association mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] et niébé [(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] : arrangement spatiotemporel des cultures, structure, dynamique et concurrence de la flore adventice et proposition d'un itinéraire technique. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université Cheikh Anta DIOP, 236p.

MBODJ Y. 1988. La lutte intégrée contre les maladies du riz au Sénégal, en Casamance. Thèse de Doctorat en Sciences agronomiques, Université Catholique de Louvain, Faculté des Sciences Agronomiques, 217p.

NDIAYE F. 2016. Etude diagnostique des champignons phytopathogènes du manguier (*Mangifera indica* L.) dans la zone de Notto Diobass à Thiès et essai de contrôle de l'anthracnose. Mémoire de Master, Université Cheikh Anta DIOP, 57p.

NOBA K. 2002. La flore adventice dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal) : structure, ézdynamique et impact sur la production du mil et de l'arachide. Thèse de Doctorat en Sciences Naturelles, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 141p.

MANFOUMBI-MOUNGUENGUI R. 2000. Evaluation de Génotypes de Niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) pour la Résistance aux Thrips (*Megalurothrips sjostedti).* Mémoire d'Ingénieur des Travaux Agricoles, Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambey, Centre National de Recherches Agronomiques (C.N.R.A.) de Bambey, 44p.

PIETERSE AH, KETTUNEN M, DIOUF S, NDAO I, SARR K, ANNE T, KLOFF S, HELLSTEN S. 2003. Effective Biological Control of *Salvinia molesta* in the Senegal River by Means of the Weevil *Cyrtobagous salviniae*. A Journal of the Human Environment, Vol. 32, Issue 7, pg(s) 458-462 doi: 10.1579/0044-7447-32.7.458

NDIAYE N. 1999. 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 de 3e cycle, Université Cheikh Anta DIOP, 170p. Résumé des travaux de recherches.

SENGHOR K. 1998. Etude de l'incidence du nématode phytoparasite *Meloidogyne javanica* sur la croissance et la symbiose fixatrice d'azote de douze espèces d'Acacia (Africains et Australiens) et mise en évidence du rôle des symbiotes endo et ectomycorhiziens contre ce nématode. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 139p.

SECK D. 1993. Biological activity of the shrub Boscia senegalensis (Pers.) Lam ex Poir. (Capparaceae) on stored grain insects. J. Chem. Ecol., 19(2), 377-389.

SECK D, LOGNAY G, HAUBRUGE E, WATHELET JP, MARLIER M, GASPAR C, SEVERIN M. 1993. Biological activity of the shurd *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir. *J. Chem. Ecol*., **19**(2): 377-389.

SECK D. 1994. Développement de méthodes alternatives de contrôle des principaux insectes ravageurs des denrées emmagasinées au Sénégal par l'utilisation de plantes indigènes. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux. 192 p.

SENGHOR K. 1998. Etude de l'incidence du nématode phytoparasite *Meloidogyne javanica* sur la croissance et la symbiose fixatrice d'azote de douze espèces d'Acacia (Africains et Australiens) et mise en évidence du rôle des symbiotes endo et ectomycorhiziens contre ce nématode. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 139p.

THIAW C, SEMBÈNE M. 2010. Bioactivity of crude extracts and fractions extract of *Calotropis procera* AIT. on *Caryedon serratus* (OL.) insect pest of peanut stocks in Senegal. *Int. J. Biol. Chem. Sci*., **4**(6): 2220-2236.