

# POTENTIEL ANTIFONGIQUE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *Ocimum gratissimum* DANS LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA MALADIE DES RAIES NOIRES DU BANANIER CAUSEE PAR *Mycosphaerella fijiensis* MORELET (MYCOSPHAERELLACEA)

M. F. KASSI<sup>1</sup>, J. O. BADOU<sup>1</sup>, F. Z. TONZIBO<sup>2</sup>, Z. SALAH<sup>1</sup>, A. B. B. BOLOU<sup>1</sup>, B. CAMARA<sup>1</sup>, E. G. D. N.-L. AMARI<sup>1</sup>, D. KONE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de physiologie végétale, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire. Email : fernand2kassi@yahoo.fr

<sup>2</sup> Laboratoire de chimie organique et biologique, UFR SSMT, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

## RESUME

En Côte d'Ivoire, la maladie des raies noires (MRN), causée par *Mycosphaerella fijiensis* a été identifiée dans plusieurs bananeraies où elle est à l'origine de la réduction du rendement et de la qualité des fruits. Dans l'exploitation SBMK du groupe CANAVESE, la méthode de gestion de cette maladie inclus ; la fertilisation, le traitement sur avertissement biologique, l'application de fongicide et l'effeuillage. Cependant pour des exigences environnementales et de santé humaine, la recherche de méthodes alternatives à la lutte chimique est nécessaire. La présente étude vise à comparer les effets sur l'évolution de la MRN du biofongicide NECO et d'un fongicide de synthèse, le propiconazole. Les résultats obtenus montrent qu'une pulvérisation foliaire de 10 ml /l de NECO à une incidence similaire à celle du propiconazole appliqué à la même dose sur les symptômes de la maladie des raies noires. A 20 ml/l, le NECO a assuré une meilleure réduction de la sévérité de la maladie et un plus faible nombre de feuilles nécrosées au cours des deux expérimentations. La substitution du propiconazole par le bio-fongicide NECO dans le traitement de la MRN pourrait contribuer à réduire la sévérité de *Mycosphaerella fijiensis* et l'usage des pesticides chimiques dans la lutte contre cette maladie.

**Mots clés** : Lutte biologique, *Mycosphaerella fijiensis*, Maladie des raies noires, *Ocimum gratissimum*, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

ANTIFUNGAL POTENTIAL OF *Ocimum gratissimum* ESSENTIAL OIL IN THE BIOLOGICAL CONTROL OF BANANA'S BLACK LEAF STREAK DISEASE CAUSED BY *Mycosphaerella fijiensis* MORELET (MYCOSPHAERELLACEA)

In Côte d'Ivoire, black leaf streak disease (BSD), caused by *Mycosphaerella fijiensis* has been identified in several banana plantations where it reduces the yield and fruit quality. In SBMK's exploitation of CANAVESE group, the method of management of this disease include: fertilization, biological warning, fungicide application and stripping. However, for environmental and human health requirements, the search for alternative methods to chemical control is necessary. The present study aims to compare the effects NECO, a bio-fungicide, and propiconazole, a synthetic fungicide, on the evolution of the black leaf streak disease. A foliar spray of 10 ml/l of NECO has a similar incidence on black leaf streak disease as propiconazole applied at the same dose. A foliar spray of 20 ml/l of NECO has ensured greater reduction of the severity of the disease and a lower number of necrotic leaves in two trials. The substitution of propiconazole by the bio-fungicide NECO in the treatment of the BSD could reduce the severity of *Mycosphaerella fijiensis* and the use of chemical pesticides in the control of this disease

**Key words** : Biological fight, *Mycosphaerella fijiensis*, Black leaf streak disease, *Ocimum gratissimum*, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

La banane et le plantain constituent une importante source d'alimentation pour des millions de personnes à travers le monde (Arias *et al.*, 2003). La banane essentiellement destinée à l'exportation, constitue une très importante source de devise. En Côte d'Ivoire, la production qui est estimée à plus de 350 000 t (FAO, 2011) est sujette à des contraintes fongiques (Jones, 2000). Parmi ces contraintes, la maladie des raies noires causée par *Mycosphaerella fijiensis* apparait comme la principale pathologie foliaire des bananiers par sa virulence et son impact sur un nombre plus large de cultivars (Carlier *et al.*, 2000). Cette pathologie est rencontrée dans toutes les zones de production de banane à travers le monde où elle est responsable d'une perte de production estimée entre 20 et 50 % (Burt *et al.*, 1997).

*Mycosphaerella fijiensis* est omniprésente dans la bananeraie ivoirienne (Koné *et al.*, 2009). Elle s'attaque aux feuilles et provoque la détérioration de l'aire foliaire, et la diminution des capacités photosynthétiques qui affectent la croissance et la productivité des plantes. En l'absence de variétés résistantes, la culture intensive de la banane dessert pour l'exportation n'est réalisable qu'au moyen d'un contrôle chimique rigoureux. Ainsi, 10 à 18 pulvérisations de fongicides sont indispensables chaque année (Perez *et al.*, 2002). Cette pratique présente de nombreux inconvénients relativement à l'environnement et aux consommateurs. L'utilisation de molécules chimiques seules ou en alternance, entre autre, a occasionné l'apparition de souches résistantes aux triazoles (Cronshaw *et al.*, 1994) et à l'azoxystrobine (Sierotzki, 2000). En Côte d'Ivoire, des foyers de résistance aux benzimidazoles ont été observés dans de nombreuses zones de production (Koné *et al.*, 2009).

La problématique qui se pose aujourd'hui pour la filière banane face aux contraintes liées au marché et à l'environnement, demeure l'élaboration de stratégies respectueuses de l'environnement et de la santé humaine. Les travaux réalisés sur l'activité antifongique (Camara *et al.*, 2007 ; Tatsadjieu *et al.*, 2000) et sur l'activité insecticide (Olivier-Bever, 1982) de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Ocimum gratissimum* ont révélé son aptitude dans le contrôle biologique des ravageurs des plantes.

La présente étude a pour objectif de comparer l'impact du propiconazole (un fongicide de synthèse) et du NECO, un fongicide biologique à base d'huile essentielle extraite des feuilles de *Ocimum gratissimum*, sur l'évolution de la maladie des raies noires en plantation en vue de son utilisation dans une gestion intégrée et durable de cette maladie.

## MATERIEL ET METHODES

### MATERIEL

Le matériel végétal est constitué de plants de bananier dessert (*Musa acuminata*), cultivar Jaffa âgé de 3 mois issus de culture *in vitro*.

Le biofongicide utilisé pour lutter en plantation contre la souche de *Mycosphaerella fijiensis* est l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* ; codifiée NECO. C'est un produit biologique dont les composés majeurs sont le thymol et le para-pinène.

### METHODES

#### Extraction de l'huile essentielle constituant le NECO

Le biofongicide NECO a été obtenu à partir des feuilles fraîches de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae), variété macrophyllum, récoltées dans la région du Moronou (Côte d'Ivoire). L'huile essentielle a été extraite de ces feuilles par entraînement à la vapeur d'eau réalisée avec le dispositif de type Clevenger (Oussou, 2009) pendant 2 heures.

#### Expérimentation au champ

##### Dispositif expérimental

Le site expérimental se situe à 5° 29 de latitude nord et 3° 13 de longitude ouest, à une altitude de 61 m du niveau de la mer, avec une température moyenne de 25,7 °C et une humidité relative de 85 %. L'étude a été conduite en condition d'infestation naturelle de *Mycosphaerella fijiensis* et d'autres espèces de *Mycosphaerella* spp. Elle comprend deux essais (essai 1 et essai 2) mis en place respectivement en Septembre 2009 et en Novembre 2009 sur l'exploitation de la Société Bananière Maubert Kablan (SBMK) dans la région du Sud Comoé.

Afin de comparer l'effet du NECO à celui du propiconazole sur le contrôle de la maladie des raies noires, chaque essai a été conduit avec 6 traitements et 3 répétitions par traitement. Le NECO a été appliqué respectivement en 3 différentes concentrations (1 ml/l ; 10 ml/l et 20 ml/l) correspondant aux traitements (T2, T3 et T4). Le propiconazole a été appliqué à la dose de 10 ml/l (traitement T5). L'effet de chacun des traitements T2, T3, T4 et T5 a été comparé à un traitement (T1) à l'huile minérale (Banole) qui a servi de solvant aussi bien pour le NECO que pour le propiconazole. Les produits ont été appliqués tous les 14 jours sur les feuilles de jeunes bananiers à l'aide d'un pulvérisateur à dos de marque STIHL d'une capacité de 11 litres, à embout réglable, de longue portée. L'ensemble de ces traitements a été comparé à un traitement témoin (T0) sans application de NECO, de propiconazole ni de Banole.

Chaque essai a ainsi été conduit sur 18 parcelles expérimentales qui sont des planches de 1 000 m<sup>2</sup> chacune. Chaque planche de forme rectangulaire était composée de 2 doubles rangées de plants séparées de 3 m avec 1,7 m entre les rangées de plants et 2,2 m entre les plants sur une rangée ; soit une superficie de 1,8 ha pour un total de 2 730 plants par essai. La gestion agronomique des essais a été effectuée suivant un protocole de fertilisation comportant un apport de 50 g de DAP (Diammonium phosphate)/ plant à la plantation, suivi de 15 g d'urée/plant/semaine. A partir de la 6<sup>e</sup> semaine, une alternance entre 15 g d'urée et 35 g de KCl par plant a été effectuée toutes les semaines. L'arrosage journalier a été effectué par l'apport de 5 m<sup>3</sup> d'eau / planche. La durée de l'expérience, de la plantation à la détermination de l'indice de sévérité de la maladie, a été de 3 mois.

#### *Evaluation de l'incidence de la maladie*

20 plants/planche sur les 2 rangées internes ont été évalués 45 jours après les premières applications de produits.

La plus jeune feuille nécrosée (PJFN), c'est-à-dire la première feuille totalement déroulée, en comptant du haut vers le bas du bananier, et présentant au moins 10 lésions nécrotiques matures, a été évaluée (Stover et Dickson 1970). L'indice de sévérité (IS) de la maladie des raies noires a été calculé selon la formulation suivante (Craenen, 1998) :

$$\text{Indice de Sévérité} = \frac{\sum nb}{(N-1)T} \times 100$$

b = niveau de lésion des feuilles notées sur une échelle allant de 0 à 6 :

0 = pas de symptôme ;

1 = Moins de 1 % de surface foliaire touchée (uniquement stries et/ou au plus 10 lésions) ;

2 = 1 à 5 % de surface foliaire touchée ;

3 = 6 à 15 % de surface foliaire touchée ;

4 = 16 à 33 % de surface foliaire touchée ;

5 = 34 à 50 % de surface foliaire touchée ;

6 = 51 à 100 % de surface foliaire touchée ;

n = Nombre de feuilles de chaque niveau de lésion ;

N = nombre d'indices dans l'échelle de notation des lésions des feuilles ;

T = nombre total de feuilles évaluées.

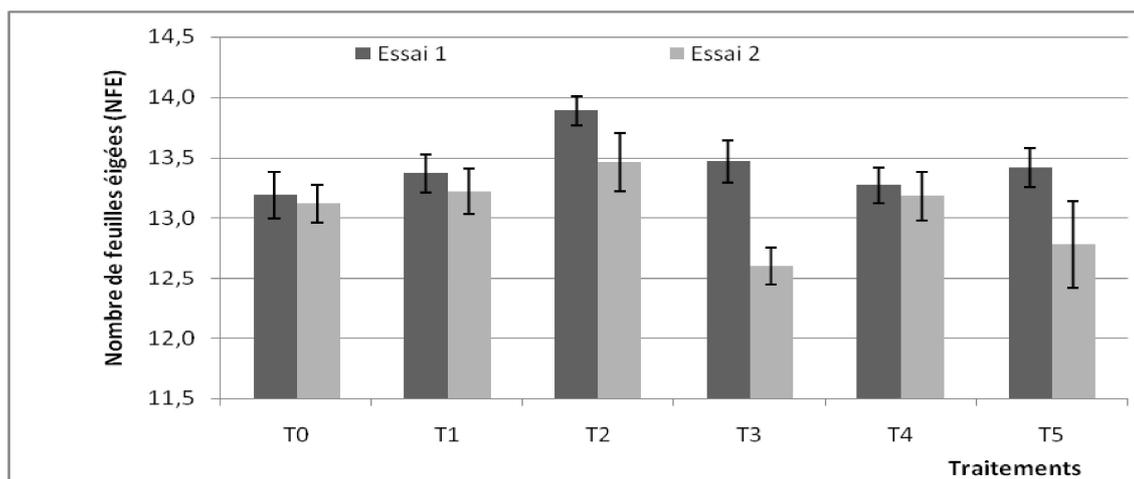
Le nombre de feuilles érigées, c'est-à-dire le nombre de feuilles totalement déroulées, en tenant compte du stade d'évolution du cigare, a également été déterminé.

Les analyses statistiques des données ont été réalisées avec le logiciel STATISTICAT 7.1. Des analyses de variance ont été effectuées pour évaluer l'effet des traitements sur le nombre de feuilles érigées (NFE), l'indice de sévérité (IS) de la maladie des raies noires et le rang de la plus jeune feuille nécrosée (PJFN). Le test de Newman Keuls a permis de comparer les valeurs moyennes de NFE, de IS et de PJFN au risque  $\alpha$  de 5 % et de classer les traitements.

## RESULTATS

### NOMBRE DE FEUILLES ERIGÉES SUR LES BANANIERS (NFE)

Le nombre de feuilles vivantes au cours de la période d'évaluation (3 mois) correspondant à la phase végétative du bananier a varié entre 13 et 14 feuilles. L'analyse de variance a montré des différences significatives entre traitements au cours du premier essai (essai 1). Lors de cet essai les bananiers non traités (T<sub>0</sub>) ont porté le plus petit nombre de feuilles (13,19) et les bananiers traités avec le NECO à 1 ml/l (T<sub>2</sub>) ont porté 13,89 feuilles (Figure 1).



**Figure 1** : Effets des traitements avec le NECO et le propiconazole sur le nombre de feuilles érigées.

*Effects of treatment with NECO and propiconazole on number of erected leafs.*

Légende : T<sub>0</sub> : Témoin ; T<sub>1</sub> : banole ; T<sub>2</sub> : NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub> : NECO (10 ml/l) ; T<sub>4</sub> : NECO (20 ml/l) ; T<sub>5</sub> : propiconazole (10 ml /l) / T<sub>0</sub>: Control ; T<sub>1</sub>: banole ; T<sub>2</sub>: NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub>: NECO (10 ml/l) ; T<sub>4</sub>: NECO (20 ml/l) ; T<sub>5</sub>: propiconazole (10 ml /l)

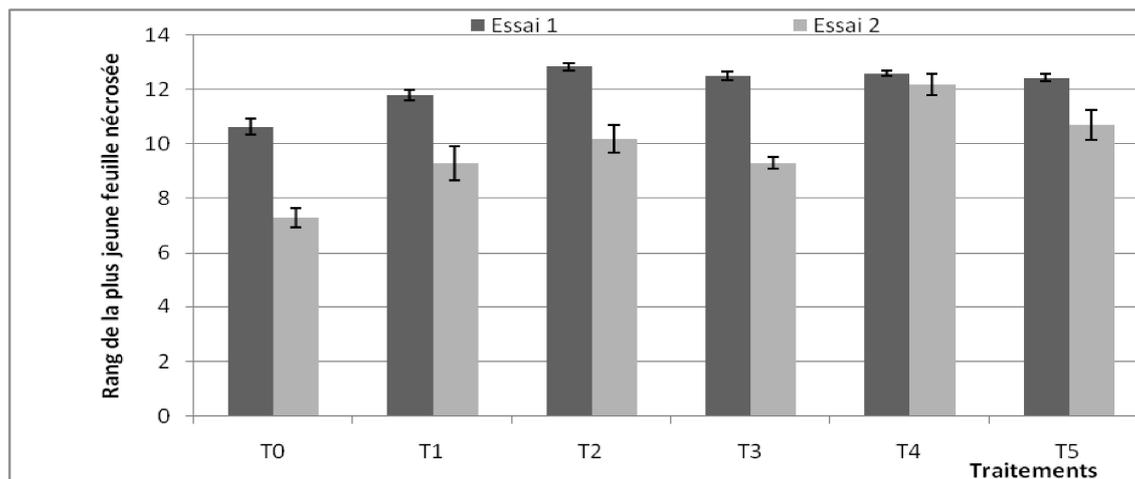
#### INDICE DE SEVERITE DE LA MALADIE DES RAIES NOIRES (IS)

L'indice de sévérité mesure à un moment donné le taux de surface foliaire détruite par la maladie sur un bananier. La valeur de cet indice a été significativement différente entre les 2 essais. Elle a augmenté en moyenne de 10,24 % de l'essai 1 à l'essai 2. Les différents traitements appliqués au cours des 2 essais ont significativement réduit l'indice de sévérité de la maladie des raies noires (Figure 2). Les plants du traitement témoin (T<sub>0</sub>) ont présenté l'indice de sévérité le plus élevé avec une valeur moyenne de 17,65 % de surface foliaire touchée. La pulvérisation foliaire avec l'huile minérale banole (T<sub>1</sub>) a entraîné une réduction de l'indice de sévérité de 4,65 % par rapport au traitement témoin. Les traitements avec le NECO à 1 ml/l (T<sub>2</sub>) et à 10 ml/l (T<sub>3</sub>) ont maintenu l'indice de sévérité de la maladie respectivement à 7,75 % et à 8,44 %. L'effet du NECO à 10 ml/l est statistiquement semblable à celui du propiconazole appliqué à la même dose. A 20 ml/l (T<sub>4</sub>), le NECO a provoqué le plus faible indice de sévérité de la maladie des raies noires (3,9 %)

Au cours des deux essais, la réduction de l'indice de sévérité de la maladie a diminué à mesure que la dose de NECO augmente. Les plants traités avec 10 ml/l de NECO ou de propiconazole ont présenté des indices de sévérité semblables de la maladie (Figure 3). Un indice de sévérité similaire a été obtenu au cours de l'essai 2 avec le traitement T<sub>4</sub> (20 ml/l de NECO).

#### RANG DE LA PLUS JEUNE FEUILLE NECROSEE (PJFN)

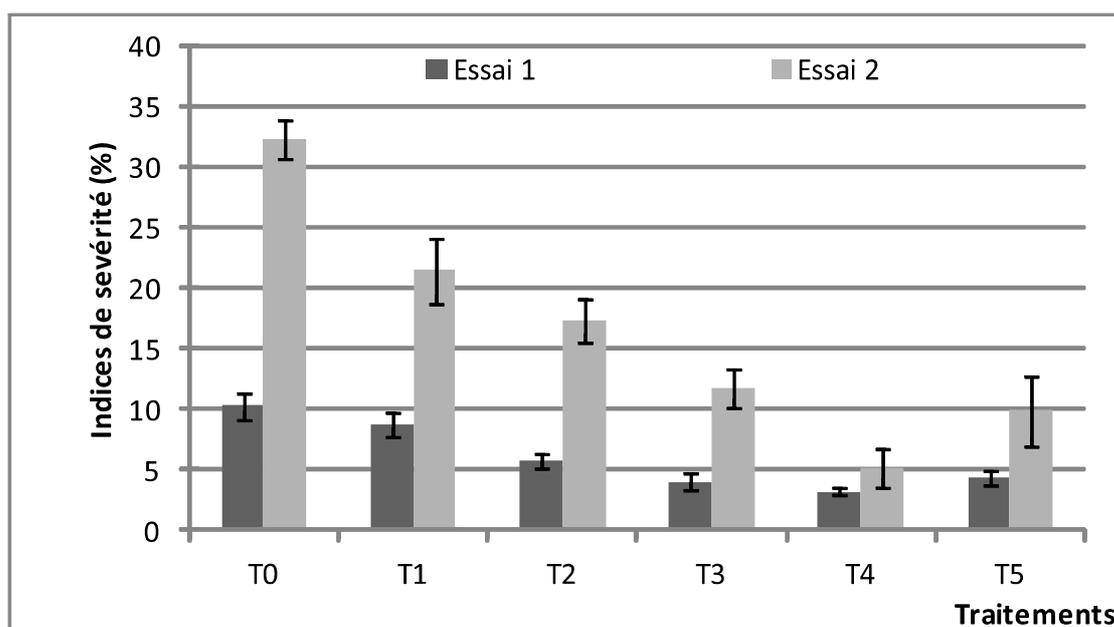
La plus jeune feuille nécrosée (PJFN) est la première feuille totalement déroulée, à partir du haut du bananier et présentant au moins 10 lésions nécrotiques matures. Son rang a été évalué au cours des 2 différents essais. Au cours de l'essai 1, les premières nécroses ont été observées en moyenne sur les feuilles de rang 12,14. Au cours de l'essai 2, le rang de la plus jeune feuille nécrosée a connu une décroissance pour atteindre une moyenne de 9,83. Sur l'ensemble des deux essais, le rang de la plus jeune feuille nécrosée a été le plus faible (9,53) chez les plants témoins. L'application de l'huile minérale banole a favorisé un rang de plus jeune feuille nécrosée qui est significativement supérieur à celui du traitement témoin (Figure 4). Les traitements T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> (NECO respectivement à 1 et 20ml/l) et T<sub>5</sub> (propiconazole à 10ml/l) ont assuré aux bananiers des rangs de plus jeunes feuilles nécrosées qui sont significativement supérieurs au traitement T<sub>1</sub> (huile minérale banole). A 20 ml/l (T<sub>4</sub>), le NECO a le plus retardé l'apparition des nécroses sur les feuilles (PJFN = 12,46), cependant cette valeur n'est pas significativement différente de celle assurée par le propiconazole à 10 ml/l (PJFN = 11,86). A cette dose, le rang de la plus jeune feuille nécrosée a été significativement différent de l'essai 1 à l'essai 2 pour le propiconazole, tandis que les bananiers traités avec le NECO à 20 ml/l ont gardé le même rang de la PJFN sur les 2 essais (Figure 5).



**Figure 2 :** Effets des traitements avec le NECO et le propiconazole sur la sévérité de la maladie des raies noires

*Effects of treatment with NECO and propiconazole on the severity of black Sigatoka*

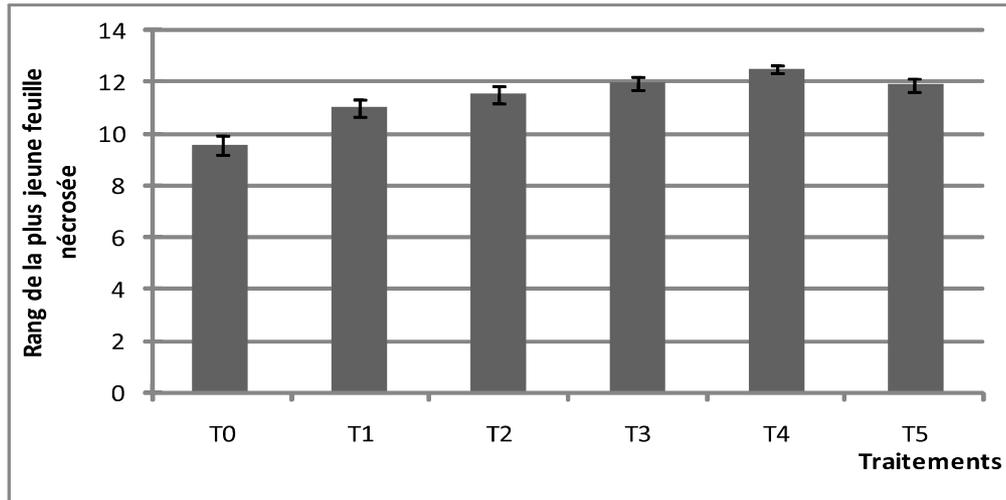
Légende: T<sub>0</sub>: Témoin ; T<sub>1</sub>: banole ; T<sub>2</sub>: NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub>: NECO (10 ml/l) ; T<sub>4</sub>: NECO (20 ml/l) ; T<sub>5</sub>: propiconazole (10 ml/l) / T<sub>0</sub>: Control ; T<sub>1</sub>: banole ; T<sub>2</sub>: NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub>: NECO (10 ml/l) ; T<sub>4</sub>: NECO (20 ml/l) ; T<sub>5</sub>: propiconazole (10 ml/l).



**Figure 3 :** Effet des traitements avec le NECO et le propiconazole sur la sévérité de la maladie des raies noires au cours de chacun des deux essais de lutte biologique.

*Effects of treatments with NECO and propiconazole on the severity of leaf streak disease in each of the two biocontrol trials.*

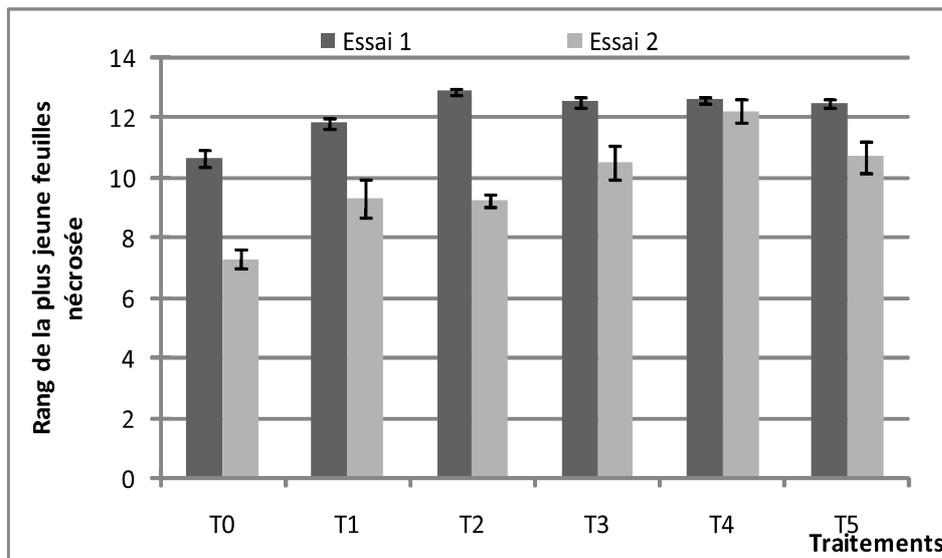
Légende : T<sub>0</sub>: Témoin ; T<sub>1</sub>: banole ; T<sub>2</sub>: NECO (1 ml /l) ; T<sub>3</sub>: NECO (10 ml/l) ; T<sub>4</sub>: NECO (20 ml /l) ; T<sub>5</sub>: propiconazole (10 ml /l) / T<sub>0</sub>: Control ; T<sub>1</sub>: banole ; T<sub>2</sub>: NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub>: NECO (10 ml /l) ; T<sub>4</sub>: NECO (20 ml/l) ; T<sub>5</sub>: propiconazole (10 ml /l).



**Figure 4 :** Effets moyens des traitements avec le NECO et le propiconazole sur le rang de la plus jeune feuille nécrosée au cours des deux essais de lutte biologique contre la maladie des raies noires

*Mean effects of treatments with NECO and propiconazole on the rank of the youngest necrosed leaf in the two trials for biocontrol of leaf streak disease.*

Légende : T<sub>0</sub> : Témoin ; T<sub>1</sub> : banole ; T<sub>2</sub> : NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub> : NECO (10 ml /l) ; T<sub>4</sub> : NECO (20 ml /l) ; T<sub>5</sub> : propiconazole (10 ml/l)/T<sub>0</sub> : Control ; T<sub>1</sub> : banole ; T<sub>2</sub> : NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub> : NECO (10 ml /l) ; T<sub>4</sub> : NECO (20 ml/l) ; T<sub>5</sub> : propiconazole (10 ml /l)



**Figure 5 :** Effets des traitements avec le NECO et le propiconazole sur le rang de la plus jeune feuille nécrosée au cours de chacun des deux essais de lutte biologique contre la maladie des raies noires.

*Effects of treatments with NECO and propiconazole on the rank of the youngest necrosed leaf in each of the two trials for biocontrol of leaf streak disease.*

Légende : T<sub>0</sub> : Témoin ; T<sub>1</sub> : banole ; T<sub>2</sub> : NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub> : NECO (10 ml /l) ; T<sub>4</sub> : NECO (20 ml /l) ; T<sub>5</sub> : propiconazole (10 ml /l)/T<sub>0</sub> : Control ; T<sub>1</sub> : banole ; T<sub>2</sub> : NECO (1 ml/l) ; T<sub>3</sub> : NECO (10 ml /l) ; T<sub>4</sub> : NECO (20 ml/l) ; T<sub>5</sub> : propiconazole (10 ml /l).

## DISCUSSION

La gestion de la maladie des raies noires constitue aujourd'hui un enjeu majeur en bananeraie d'autant plus que les souches de *Mycosphaerella fijiensis* présentent une très grande variabilité (Carlier, 1996) et une aptitude à contourner l'effet inhibiteur de certains fongicides de synthèse (Essis *et al.*, 2010).

Les essais réalisés en plein champ avec le biofongicide NECO ont montré des degrés de sévérité de la maladie des raies noires qui diminuent au fur et à mesure que la dose de NECO augmente, avec un effet optimum observé à la dose de 20 ml/l. La deuxième expérimentation a été caractérisée par les plus fortes valeurs d'indice de sévérité de la maladie. En effet, cette seconde expérimentation a été réalisée sur un sol argileux caractérisé par une forte capacité de rétention en eau. Cette eau retenue pourrait être à l'origine de la sévérité de la maladie, car son évaporation entraînerait la saturation de la parcelle en vapeur d'eau, favorable à la libération des ascospores, des conidies et à la dispersion de ces derniers.

Les plants témoins qui ont affiché les plus faibles valeurs du nombre de feuilles érigées et les plus grandes mesures d'indice de sévérité de la maladie, exprimeraient la sensibilité du cultivar de bananier utilisé et cela traduirait l'impact positif de nos différents traitements sur l'incidence de *Mycosphaerella fijiensis*. La bonne fertilisation et le bon drainage des plants témoins leur a assuré un bon état sanitaire. Les travaux de Huber (1996) et de Craenen (1998) ont montré que l'action de la composante nutritionnelle en bananeraie s'est révélée avoir une influence directe et négative sur la sévérité de la cercosporiose noire.

La comparaison des traitements témoins aux traitements à l'huile minérale (banole) a montré un effet significatif de ce dernier sur la sévérité de la maladie par rapport aux traitements témoins seuls. Ces résultats corroborent ceux de Carlier *et al.* (2000) selon lesquels l'huile minérale banole retarderait le développement des premiers stades de la maladie. Cet effet inhibiteur de cette huile minérale se serait combiné à celui des différents produits évalués. Le traitement T4, à 20 ml/l de NECO, a permis d'obtenir des plants de bananiers présentant respectivement le meilleur indice de sévérité de la maladie, le

meilleur rang de la plus jeune feuille nécrosée et les plus grands nombres de feuilles érigées. Ce résultat serait étroitement lié à la concentration des constituants chimiques majeurs du NECO dominés par le thymol, un terpène phénolique qui semble exercer une action directe sur la réduction de la croissance des champignons. En effet Beveraggi *et al.*, (1995) ont montré après analyse histochimique des bananiers de cultivars présentant une résistance partielle à *Mycosphaerella fijiensis*, la présence de cellules spécialisées à vacuomes riches en polyphénols qui pourraient être libérés dans l'espace intercellulaire pour entraver la croissance mycélienne de *Mycosphaerella fijiensis*. L'importance des composés phénoliques dans la réduction de la croissance mycélienne a aussi été mise en évidence au cours des travaux de Gire (1994) dans les tissus de feuilles de bananiers présentant une résistance partielle à *Mycosphaerella fijiensis*.

Le biofongicide NECO aurait exercé un effet indirect sur *Mycosphaerella fijiensis* par le biais de l'induction des métabolites secondaires régulant les réactions de défense chez les bananiers. En effet, cet effet éliciteur des extraits de feuilles de *Ocimum gratissimum* a été mis en évidence chez le sorgho et le soja respectivement par une induction de la production de deoxyanthocyanidines et de phytoalexines (Colpas *et al.*, 2009). L'implication des proanthocyanidines dans la résistance partielle de certains bananiers a été par ailleurs révélée par les travaux de Mourichon *et al.* (2000).

## CONCLUSION

Dans les conditions d'infestation naturelle et d'exploitation intensive de la banane dessert, l'application du biofongicide NECO à 20 ml/l a engendré une plus grande incidence sur la maladie des raies noires que le propiconazole, contribuant ainsi à réduire le nombre de feuilles nécrosées par bananier.

Les activités bactéricides, insecticides, fongicides et la capacité de stimuler les réactions de défense des plantes de ce biofongicide produit à partir de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Ocimum gratissimum* ont été mises en évidence par différents auteurs, élargissant ainsi son spectre d'action dans la lutte biologique

contre les parasites des bananiers. L'usage du NECO est donc recommandable en agronomie. Néanmoins, des travaux supplémentaires sont nécessaires pour évaluer la persistance de ce biofongicide en plein champ dans le but de déterminer la fréquence de ses applications et apprécier la pertinence économique de son utilisation.

## REFERENCES

- Arias P., Dankers C., Liu P. et P. Pilkauskas. 2003. L'économie mondiale de la banane 1985-2002. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 102 p.
- Beveraggi A., Mourichon X. et G. Salle. 1995. Etude des interactions hôte-parasite chez des bananiers sensibles et résistants inoculés par *Cercospora fijiensis* (*Mycosphaerella fijiensis*) responsable de la maladie des raies noires. Canadian Journal of Botany, 43 : 1328 - 1337
- Burt J. A., J. Rutter and H. Gonzalez. 1997. Short distance wind dispersal of the fungal pathogens causing Sigatoka diseases in banana and plantain. Plant Pathology 40 (4) : 451 - 458.
- Camara B, Koné D, Kanko C, Anno A. et S Aké. 2007. Activité antifongique des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L., de *Monodora myristica* (Gaaertn) Dunal et de deux produits de synthèses (Impulse et Folicur), sur la croissance mycélienne et la production de spore *in vitro* de *Deightoniella torulosa* (SYD.) ELLIS. Revue Ivoirienne des Sciences et technologies (9) : 187 - 201
- Carlier J., Zapater M. F., Lapeyere F., Jones D. R. and X. Mourichon. 2000. Septoria leaf Spot of Banana : A newly Discovered Disease Caused by *Mycosphaerella eumusae* (anamorph *Septoria eumusae*) Phytopathology, 90 : 884 - 890.
- Carlier J., Lebrun M. H., Zapater M. F., Dubois C. and X Mourichon. 1996. Genetic structure of the global population of banana black leaf streak fungus *Mycosphaerella fijiensis* Molecular Ecology 5 : 499 - 510.
- Colpas F. T., Schwan-Estrada K. R. F., Stangarlin J. R., Ferrarese M. L., Scapim C. A. and S. M. Bonaldo. 2009. Indução de mecanismos de defesa em plantas por extrato de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae). Summa Phytopathologica, v.35, n.3, p.191 - 195
- Craenen K. 1998. Technical manuel on black Sigatoka disease of banana and plantain International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria.
- Cronshaw K., Lorenz G. and D. Mappes. 1994. Monitoring results of *Mycosphaerella fijiensis* to tridemorph. p. 315 - 321.
- Essis B., Kobenan K., Traoré S., Koné D. et J. Yatty. 2010. Sensibilité au laboratoire de *Mycosphaerella fijiensis* responsable de la cercosporiose noire des bananiers vis-à-vis de fongicides couramment utilisés dans les bananeraies ivoiriennes. Journal of Animal and Plant Sciences, Volume 7, Issue 2 : 822 - 833.
- FAO. 2011. FAOSTAT 2011
- Gire A., Beveraggi A., Macheix J. J. and X Mourichon. 1994. Evidence of a constitutive polyphenolic component in resistance of banana the *Mycosphaerella fijiensis*. Société Française de Phytopathologie.
- Huber D. M. 1996. Manejo de la nutrición para el combate de patógenos de plantas. San José, Costa Rica.
- Jones D. R. 2000. Diseases of banana, Abacá and Enset. CABI Publishing Intrenational, Wallingford, UK. 323 p
- Kone D., Badou O. J., Bomisso E. L., Camara B. et S Aké. 2009. Activités *in vitro* de différents fongicides sur la croissance chez *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* Stover et Dickson, *Cladosporium musae* Morelet et *Deightoniella torulosa* (Syd.) Ellis, parasites isolés de la phyllosphère des bananiers en Côte-d'Ivoire. Biologie et pathologie végétales, (322), pp 448 - 455
- Mourichon X., Lepoivre P. and J. Carlier. 2000. Black leaf streak. Host-pathogen interactions. Diseases of Banana, Abacá and Enset. (D.R. Jones, editions). CABI Publishing, Wallingford, UK. Pp. 67 - 72
- Oliver-Bever. 1982. Medicinal plants in West Africa. Cambridge Univ.Press. pp. 32 - 33.
- Oussou K R. 2009. Étude chimique et activités biologiques des huiles essentielles de sept plantes aromatiques de la pharmacopée ivoirienne. Thèse de Doctorat Unique. Laboratoire de chimie organique et biologique, UFR SSMT, Université de Cocody-Abidjan. 241 p
- Perez L. V., Alvarez J. M. and M. Pérez. 2002. Economic impact and managment of black leaf streak disease in Cuba. In *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas : Present status and outlook.

- edited by L. Jacome, P. Lepoivre, R. Marin, R. Ortiz, R. A. Romero and J. V. Escalant. Montpellier: INIBAP
- Sierotzki H., Parisi S., Steinfeld U., Tenzer I., Poirey S. and U. Gisi. 2000. Mode of resistance to respiratory inhibitors at the cytochrome Bc1 enzyme complex of *Mycosphaerella fijiensis* field isolates. En: Pest Management Science. Vol. 56, n°. 10 ; p. 833 - 841.
- Stover R. H. and J. D. Dickson. 1970. Leaf of banana caused by *Mycosphaerella musicola*: methods of measuring spotting prevalence and severity. Tropical Agriculture 47 : 289 - 302.
- Tatsadjieu N. L., Essia Ngang J. J., Ngassoum M. B., Etoa F.-X. et C. M. F Mbofung. 2000. Activité inhibitrice des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques et condimentaires du Cameroun sur la croissance de *Aspergillus flavus* Lab. Cameroon Bioscience proceedings, Vol. 7, 220 - 227.