

## État de lieu de la Cercosporiose noire du bananier à l'Est de la République Démocratique du Congo

Roosevelt Masumbuko DIEUMERCI<sup>1\*</sup>, Janvier Zirhumana MUGISHO<sup>2</sup>, Géant Basimine CUMA<sup>2</sup>,  
Rodrigue Basengere AYAGIRWE<sup>2</sup> et Espoir BASENGERE BISIMWA<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR-BUKAVU), Département de l'Environnement et Développement Durable, BP 2849 Bukavu, R. D. Congo

<sup>2</sup> Université Evangélique en Afrique (U. E. A), Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Laboratoire de Biologie Moléculaire, BP 3323 Bukavu, R. D. Congo

<sup>3</sup> Université Catholique de Bukavu (U. C. B), Faculté d'Agronomie, Laboratoire de Phytopathologie, BP 285 Bukavu, R. D. Congo

\* Correspondance, courriel : [dieumercimasumbuko@gmail.com](mailto:dieumercimasumbuko@gmail.com)

### Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'intensité (l'incidence et la sévérité) de la cercosporiose noire du bananier, d'évaluer les caractéristiques phénotypiques des différentes souches de *Mycosphaerella fijiensis* et leur virulence sur différents cultivars ainsi que les moyens de lutte utilisés par les agriculteurs dans le territoire de Walungu et de Kabare à l'Est de la RDC. Une enquête couplée à des observations a été faite dans deux territoires (Kabare et Walungu). L'incidence et la sévérité ont été déterminées et les échantillons de feuilles présentant des symptômes de *M. fijiensis* ont été collectés et conservés dans un cahier journal pour l'isolement et identification du pathogène. Après isolement, une inoculation a été faite sur les jeunes plantules pour évaluer le pouvoir pathogène des souches isolées. Les résultats montrent la maladie a présenté une forte incidence à Walungu (71.9 %) qu'à Kabare (41.9 %) ; et la maladie était plus sévère à Walungu. Au total six souches *M. fijiensis* ont été isolées et leur niveau de pathogénicité a varié selon les cultivars utilisés et selon l'origine du pathogène. Et NARITA13 était plus sensible aux différentes souches. Les seuls moyens de lutte contre cette sont les pratiques culturales (sarclage, entretien). Pour une bonne gestion de ce pathogène, une identification moléculaire de ces souches est nécessaire pour permettre de définir les méthodes de contrôle plus efficaces.

**Mots-clés :** Cercosporiose noire, *M. fijiensis*, bananier, Walungu et Kabare.

### Abstract

#### Status of black Sigatoka of banana in Eastern Democratic Republic of Congo

The objective of this work is to evaluate the intensity (incidence and severity) of black Sigatoka of banana, to evaluate the phenotypic characteristics of different strains of *Mycosphaerella fijiensis* and their virulence on different cultivars as well as the means of struggle used by farmers in Walungu and Kabare territory in eastern DRC. A survey coupled with observations was made in two territories (Kabare and Walungu). Incidence and severity were determined and leaf samples with symptoms of *M. fijiensis* were collected and kept in a

logbook for isolation and identification of the pathogen. After isolation, inoculation was done on young seedlings to evaluate the pathogenicity of isolated strains. The results show the disease had a high incidence in Walungu (71.9 %) than in Kabare (41.9 %); and the disease was more severe in Walungu. A total of six *M. fijiensis* strains were isolated and their level of pathogenicity varied according to the cultivars used and the origin of the pathogen. And NARITA13 was more sensitive to different strains. The only means of fighting against this are the farming practices (weeding, maintenance). For good management of this pathogen, molecular identification of these strains is needed to help define more effective control methods.

**Keywords :** *black Sigatoka, M. fijiensis, banana, Walungu and Kabare.*

## 1. Introduction

En République Démocratique du Congo, la culture des bananiers occupe la deuxième place après celle du manioc [1 - 4]. La production nationale est passée de 311589 tonnes en 2015 à 311087 tonnes en 2016 [4]. D'où une baisse de 502 tonnes a été observée à l'intervalle d'une année. Le vin, l'un des sous-produits de la banane joue un grand rôle social et culturel [4]. Malheureusement, comme dans d'autres parties du monde, les bananiers sont menacés par différentes maladies d'origine fongique, virale et bactérienne et quelques ravageurs dont les nématodes et les insectes [1, 3, 5, 6]. Parmi ces maladies, la Cercosporiose noire du bananier ou maladie des raies noires causée par *Mycosphaerella fijiensis* anamorphe (*Paracercospora fijiensis*), constitue la maladie foliaire la plus destructrice du bananier plantain [1, 7], et elle s'étend à toutes les régions de culture. La maladie des raies noires est plus disséminée dans le monde et évolue rapidement chez les variétés déjà sensibles à *M. musicola* [1]. Cette maladie induit des pertes des rendements de 76 % et la réduction de la qualité des fruits surtout pendant le second cycle de production. Lorsque ses effets sont combinés à ceux des ravageurs et 93 % peuvent être observées [8 - 13]. Au Sud-Kivu, elle cause des dégâts plus importants chez le bananier et le bananier plantain. Elle attaque feuillage et provoque la réduction de l'activité photosynthétique de la plante conduisant à la baisse des rendements [2]. Combiné à la fusariose, Banana Bunchy Top, les bactérioses, helminthosporiose, le charançon du bananier, les fourmis prédatrices et les nématodes ; constituent un problème dans la production bananière [2, 9, 14 - 18]. Peu de travaux au Sud-Kivu ont été consacrés sur l'étude de la cercosporiose noire du bananier ; dont une évaluation de la situation phytosanitaire du bananier (*Musa* spp.) dans les systèmes culturaux des zones agroécologiques de la Province du Sud-Kivu a été réalisée par [19] ; d'où l'importance d'évaluer l'intensité de la cercosporiose noire du bananier, d'évaluer les caractéristiques phénotypiques des souches de *M. fijiensis* et en déterminer la virulence ; en fin, d'évaluer les moyens de lutte utilisés dans la région.

## 2. Matériel et méthodes

Ce travail s'est déroulé en République Démocratique du Congo, dans la Province du Sud-Kivu, plus précisément le territoire de Walungu et Kabare. Le territoire de Walungu est situé entre 2°38' latitude Sud et à 28°40' longitude Est. Avec une altitude variant entre 1.000m (à l'Est à Kamanyola) et 2.000m à Mulumemunene, le territoire de Walungu a un climat tropical froid de basse altitude. Il y existe deux saisons : la saison sèche (Mai - Septembre) et la saison pluvieuse (Septembre - mai) avec des températures variant entre 17°C (en Juillet) et 20°C (en Octobre), et des précipitations oscillant entre 900 et 1.500 mm par an avec une moyenne annuelle de 1.300 mm. Le territoire de Walungu est logé dans les massifs de Mitumba sur le versant Ouest du Rift Valley. Ce positionnement dans les montagnes lui confère un climat doux et sec (un climat d'altitude) [20]. Le territoire de Kabare est situé entre 2°30' latitude Sud et 28°30' longitude Est. Son altitude varie entre 1460

et 3000 m au sommet de hautes montagnes (l'altitude à Mulume Munene, la plus haute atteint 3000 m et la plus basse atteint 1420m). L'altitude moyenne est de 2225 m. Dans la basse altitude, il y a un climat chaud tempéré par le lac Kivu et la Rivière Ruzizi. Dans la haute altitude vers l'ouest, il y a un climat froid d'altitude. Deux saisons dominent ce territoire, la saison sèche et la saison des pluies. Les pluies débutent en première quinzaine du mois de septembre et se terminent au plus tard fin juin. Les trois mois de saison sèche se caractérisent par un temps brumeux accompagnés des brouillards. La température annuelle moyenne est de 22.6°C [20].

### 2-1. Enquête et observation des champs

Une enquête sur la connaissance des maladies du bananier et leurs gestions, a été réalisée auprès des paysans. 160 personnes ayant des champs des bananiers étaient enquêtées en raison de 10 personnes par groupement d'où 80 par territoire.

### 2-2. Incidence et sévérité

Pour la détermination de l'incidence et de la sévérité, deux champs ont été pris dans chaque groupement. Ensuite 20 plantes ont été choisies dans chaque champ de bananier selon la méthode de diagonale. L'incidence a été déterminée par la Formulée suivante [13] :

$$I = \frac{n}{N} 100 \quad (1)$$

avec,  $I$  = Incidence,  $n$  = nombre plantes malades et  $N$  = Nombre de plantes observées.

La sévérité étant une évaluation qualitative du degré d'attaque, une échelle d'appréciation de [13] a été utilisée et va de A à E avec ; A = moins sévère, B = moyennement sévère, C = sévère et D et E = très sévère.

### 2-3. Isolement

Les feuilles des bananiers présentant les symptômes de *M. fijiensis* provenant de Walungu et Kabare ont été utilisées pour l'isolement du pathogène. Ces feuilles ont été conservées dans un cahier journal qui était placé à l'abri de l'air. Les isollements ont été réalisés dans le laboratoire de biologie moléculaire de la Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement de l'Université Evangélique en Afrique. Les souches de *M. fijiensis* ont été obtenues par la technique de décharge des ascospores sur milieu gélosé (H<sub>2</sub>O Agar), qui ont ensuite été repiquées sur milieu Potato Dextrose Agar (PDA) [21]. Après 14 jours, une culture monosporee a été réalisée par repiquage dans une boîte de pétrie contenant le milieu PDA, les boîtes de pétrie étaient incubées à 25°C. L'observation au microscope était réalisée pour l'identification des conidies 14 jours après incubation.

### 2-4. Caractérisation phénotypique

Six souches de *M. fijiensis* identifiées *M. fijiensis*<sub>BAR-KAT</sub>, *M. fijiensis*<sub>GRO-BUSH</sub>, *M. fijiensis*<sub>MUSH-MUM</sub>, *M. fijiensis*<sub>KAM-IZE</sub>, *M. fijiensis*<sub>NAK-IKO</sub> et *M. fijiensis*<sub>SKIS-WAL</sub>, ont été utilisées pour leur caractérisation morphologique. Les caractéristiques phénotypiques macroscopiques visaient à connaître la coloration, la forme, l'aspect du mycélium et la vitesse de croissance des mycéliums des souches en croissance sur milieu PDA pendant 10 jours. La croissance radiale fongique a été mesurée et calculée selon la **Formule** suivante :

$$r_i = \frac{d_i - d_0}{2} \quad (2)$$

avec,  $r_i$  comme rayon spécifique,  $d_i$  le diamètre spécifique et  $d_0$  le diamètre de la rondelle fongique de départ [1].

Les caractéristiques phénotypiques microscopiques ont concerné la taille de conidies, le nombre de cloisons (septa) des conidies et ont eu lieu 14 jours après incubation sur milieu PDA par la méthode de scotch au grossissement 40x sur microscope.

## 2-5. Tests de pathogénicité et évaluation de la résistance de certaines variétés à la MRN

Pour le test de pathogénicité, deux souches de *M. fijiensis* ont été utilisées ; l'une de Walungu et l'autre de Kabare. Les variétés de bananier FHIA17 (à cuire / bière), NARITA4 et NARITA13 (à cuire) ont été utilisées pour ce test. L'essai c'est déroulé en serre à une température de 25-27°C avec un dispositif complètement aléatoire avec deux facteurs (souches et variétés), trois répétitions et un témoin pour chaque variété. Le taux de développement (r) de la maladie a été déterminé en appliquant l'**Équation** suivante :

$$r = \frac{1}{t_1 - t_0} \left( \text{Loge} \frac{x_1}{1 - x_1} - \text{Loge} \frac{x_0}{1 - x_0} \right) \quad (3)$$

où,  $t_1$  = temps final,  $t_0$  = temps initial,  $x_1$  = indice de sévérité final et  $x_0$  = indice de sévérité initial [30].

Et la **Formule** de l'indice de sévérité de Craenen, (1998) était ensuite utilisée,

$$IS = \frac{\sum nb}{(N-1)T} * 100 \quad (4)$$

où IS = Indice de Sévérité, 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 présentant de lésion ; N = 7 = nombre d'indices dans l'échelle de notation des lésions des feuilles ; T = nombre total de feuilles évaluées.

- **Préparation de l'inoculum**

L'inoculum a été préparé en prenant les mycéliums de souches contenus dans des boites de pétrie. Dix millilitres d'eau distillée y ont été ajoutés et les mycéliums ont été lentement grattés. Cette solution a ensuite été centrifugée pendant 20 minutes pour une homogénéisation. Le nombre de conidies dans la concentration ainsi préparée, était déterminé à l'aide d'une cellule de Fuchs-Rosenthal. Une concentration de 5.000 conidies / mL a été utilisée pour l'inoculation et quelques gouttes d'une solution de gélatine 1 % ont été ajoutées à la suspension finale pour permettre une bonne adhésion sur la zone foliaire inoculée. L'inoculation de la solution a été réalisée par pulvérisation sur les bananiers d'une quantité de 3 mL. La pathogénicité a été évaluée au 11<sup>ème</sup> et au 18<sup>ème</sup> jour après inoculation des bananiers.

## 2-6. Analyse des données

Les données ont été encodées dans le logiciel Microsoft Excel 2010 ; les analyses des données quantitatives et qualitatives se sont faites par le logiciel STATISTIX 9.0. Les résultats en graphiques ont été générés par Microsoft Excel 2010. L'analyse de la variance a été utilisée pour l'incidence à Walungu et Kabare. La comparaison de l'incidence a été effectuée par le test T de Tukey HSD. Au laboratoire, les données obtenues par observation au microscope et sur boîte de pétrie pour la croissance des mycéliums ont été récoltées dans un carnet et encodées dans Excel 2010.

### 3. Résultats

#### 3-1. Incidence et sévérité de la cercosporiose noire du bananier

Le **Tableau 1** illustre l'incidence et la sévérité de la MRN à Walungu et Kabare.

**Tableau 1 : Incidence et sévérité de la cercosporiose noire du bananier**

Territoire	Groupement	Incidence (%)	Sévérité
Walungu	Chefferie de Kaziba	35.0	D
	Nyangezi	80.0	E
	Ikoma	90.0	E
	Izege	85.0	E
	Walung centre	75.0	E
	Mushinga	70.0	E
	Burhale	75.0	E
	Irhongo	65.0	E
			71.9a
Kabare	Katana	50.0	D
	Bushumba	10.0	B
	Miti	30.0	C
	Mudaka	80.0	E
	Mumoshu	75.0	E
	Bugorhe	55.0	D
	Mudusa	05.0	A
	Chirunga	30.0	C
		41.9b	B
P-value : 0.0209		56.9	B

*Légende : A : moins sévère, B : moyennement sévère, C et D : sévère et E : très sévère.*

L'incidence étant le nombre d'individus malades par rapport aux individus observés, elle est plus élevée à Walungu (72 %) qu'à Kabare (42 %), mais la moyenne étant de 56.9 %. La maladie est plus sévère à Walungu qu'à Kabare. L'analyse de la variance (ANOVA) montre que l'incidence de la maladie des raies noires varie de façon significative (P-value < 0.05). La comparaison des moyennes a montré une forte incidence à Walungu (71.9 %) par rapport à Kabare (41.9 %). La sévérité étant l'appréciation du degré d'attaque, elle est également plus élevée à Walungu qu'à Kabare.

- *Les principaux moyens de gestion et lutte contre les maladies chez les bananiers*

Le **Tableau 2** illustre les différents modes de gestion et lutte contre la cercosporiose noire du bananier employé par les paysans.

**Tableau 2 : Moyens de gestion des bananeraies**

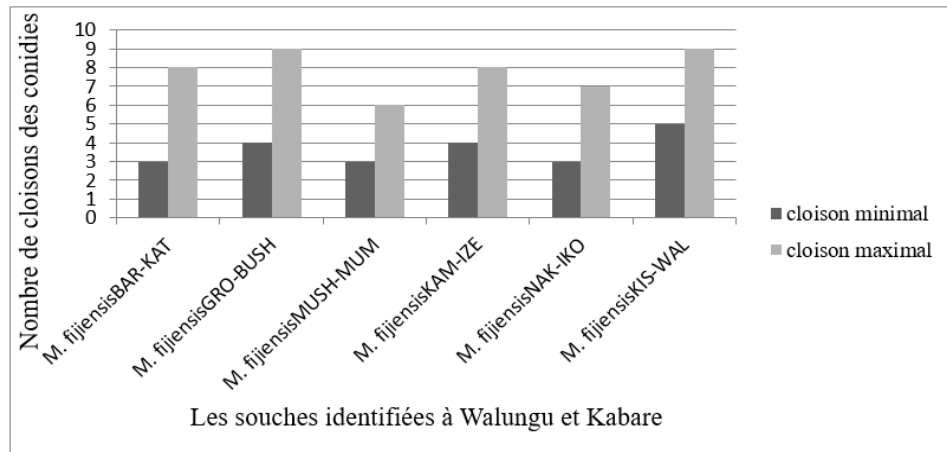
Walungu	Entretien			Type entretien			Lutte			Fongicide	
	Oui %	Non %	Tot %	Coupe %	Sarcl %	Tot %	Dess %	Ster %	Tot %	Non %	
	100	0	100	46.3	53.7	100	27.5	72.5	100	100	
Kabare	100	0	100	28.7	71.3	100	77.5	22.5	100	100	
Moyenne %	100	0	100	37.5	62.5	100	52.5	47.5	100	100	

*Légende : Dess = Dessouchage, Ster = Stérilisation, Sarcl = Sarclage, Tot = Total.*

Il ressort du **Tableau 2** que les pratiques culturelles constituent le moyen essentiel de gestion des bananeraies et de lutte contre les maladies à Walungu et Kabare. Cela est dû par le manque de la connaissance sur l'utilisation des produits phytosanitaires et le manque des moyens financiers.

### 3-2. Caractérisation phénotypique des souches de *M. fijiensis*

La **Figure 1** donne les caractéristiques des différentes souches de *M. fijiensis* identifiées à Walungu et Kabare. La caractérisation phénotypique consistant à dégager les caractéristiques morphologiques de chaque souche identifiée dans la région, c'est-à-dire le nombre de cloisons (septs) par conidies et la taille de conidies.

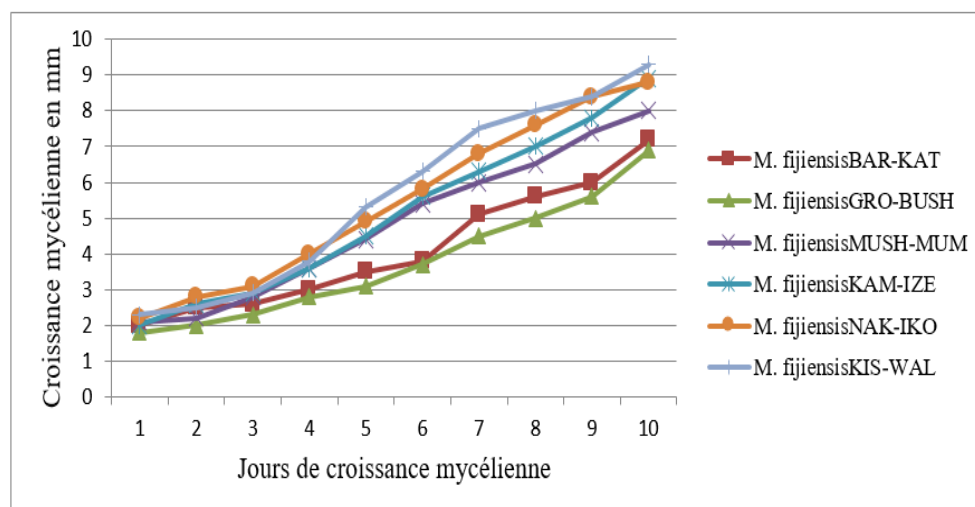


avec, BAR-KAT = Barhabesha-Katana, GRO-BUSH = Gros-Michel-Bushumba, MUSH-MUM = Musheba-Mumoshu, KAM-IZE = Kamera-Izege, NAK-IKO = Nakasimbu-Ikoma et KIS-WAL = Kisamunyu-Walungu-centre.

**Figure 1 :** Nombre de cloisons des conidies des souches de *M. fijiensis*

Après observation des conidies des souches de *M. fijiensis* sur microscope, le nombre de cloisons variaient entre 3 et 9. Les clés d'identification pour la *M. fijiensis*, prouvent que cette dernière a des conidies avec des cloisons allant de 1 à 10. Les tailles de ces souches (longueur et largeur) se situaient entre 30 à 132  $\mu\text{m}$  x 2,5-5  $\mu\text{m}$ .

- La croissance mycélienne de ces souches de *M. fijiensis*



**Figure 2 :** La croissance mycélienne de ces deux souches de *M. fijiensis*

La croissance mycélienne a été déterminée dix jours après, elle variait entre 6,9 et 9,3 mm. Les populations de *M. fijiensis* ont une croissance lente avec un maximum de 25mm pendant 45jours, ceci démontre que les souches obtenues à Walungu et Kabare appartiendraient à *M. fijiensis*. La vitesse de croissance mycélienne variait entre 0,69 et 0,93 mm / jour.

- *La couleur des mycéliums de ces deux souches de M. fijiensis*

Les souches de *M. fijiensis* obtenues sont différentes par leur couleur qui est soit blanc-rosâtre, verdâtre, blanc-verdâtre, etc. En observant la face inférieure de la boîte de pétrie de la boîte de pétrie, on a une coloration noirâtre ; ce qui caractérise les populations de *M. fijiensis*.

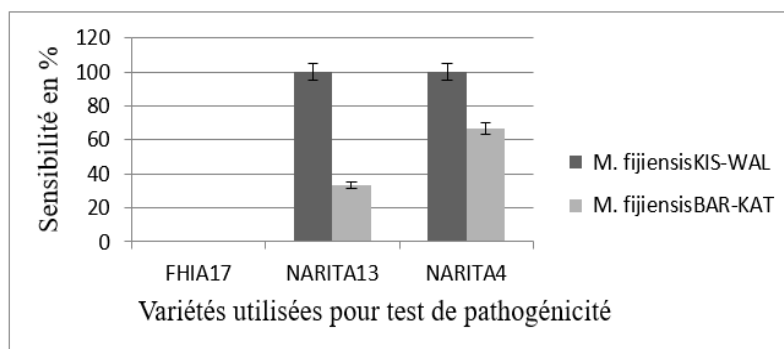


**Figure 3 :** *La couleur du mycélium vers la face inférieure de la boîte de pétrie*

### 3-3. Évaluation de la pathogénicité

La **Figure 4** montre comment se comportent les différents cultivars de bananiers face aux souches de *M. fijiensis* identifiées dans le milieu. La virulence de ces souches est variable en fonction des cultivars de bananier.

#### 3-3-1. Sensibilité variétale face aux souches de *M. fijiensis*



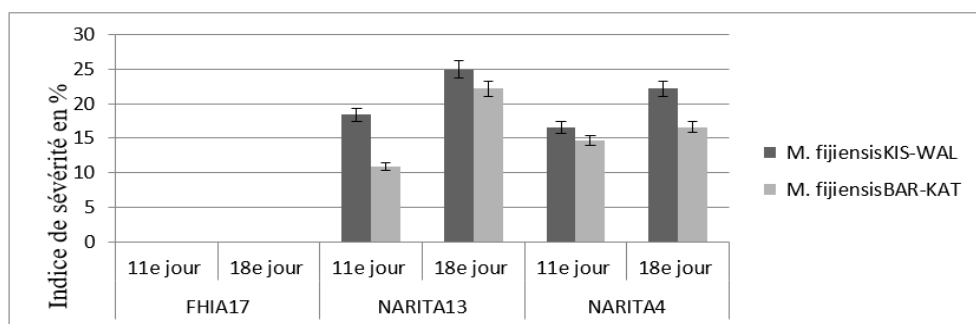
**Figure 4 :** *Sensibilité de différentes variétés face aux souches de M. fijiensis*

De la **Figure 4**, la souche identifiée à Walungu (*M. fijiensis*<sub>KIS-WAL</sub>) est plus virulente que celle identifiée à Kabare (*M. fijiensis*<sub>BAR-KAT</sub>). Les conditions de développement des souches dans les milieux peuvent être à base de cette virulence, leur constitution génomique, mais également, il peut y avoir des mutations génétiques. Tous les plants de la variété NARITA13 et NARITA4 ont été infectés. La variété FHIA17 a présenté une résistance face à ces deux souches.

#### 3-3-2. Indice de sévérité de souches de *M. fijiensis*

La **Figure** ci-dessous montre comment l'indice de sévérité est différent suivant les variétés et le temps d'observation.





**Figure 5 :** L'indice de sévérité de souches de *M. fijiensis* sur différentes variétés

La **Figure 5** explique que l'indice de sévérité le plus élevé était de *M. fijiensis*<sub>KIS-WAL</sub> sur NARITA13 (25 %). Ce qui confirme que le *M. fijiensis*<sub>KIS-WAL</sub> est plus sévère que le *M. fijiensis*<sub>BAR-KAT</sub>.

### 3-3-3. Le taux de développement de la maladie (en % par jour)

Le **Tableau** suivant donne le taux de développement de la MRN.

**Tableau 3 :** Le taux de développement de la maladie par jour

Cultivars	Isolats	IS <sub>0</sub> (%)	IS <sub>1</sub> (%)	r (%) / jour
FHIA17	<i>M. fijiensis</i> <sub>KIS-WAL</sub>	0.0	0.0	0.00
	<i>M. fijiensis</i> <sub>BAR-KAT</sub>	0.0	0.0	0.00
NARITA4	<i>M. fijiensis</i> <sub>KIS-WAL</sub>	16.5	22.2	0.14
	<i>M. fijiensis</i> <sub>BAR-KAT</sub>	14.6	16.6	0.05
NARITA13	<i>M. fijiensis</i> <sub>KIS-WAL</sub>	18.4	24.9	0.10
	<i>M. fijiensis</i> <sub>BAR-KAT</sub>	10.8	22.1	0.28

Du **Tableau 3**, le *M. fijiensis*<sub>BAR-KAT</sub> avait un taux de développement élevé sur NARITA13. Le *M. fijiensis*<sub>KIS-WAL</sub> a présenté un taux de développement élevé sur les deux cultivars, ce qui explique sa plus forte virulence. On constate que lorsque l'indice de sévérité augmente, le taux de développement aussi augmente. Le faible taux de développement de la maladie a été observé chez le *M. fijiensis*<sub>BAR-KAT</sub> sur NARITA4.

## 4. Discussion

La cercosporiose noire était plus incidente et plus sévère à Walungu qu'à Kabare, ceci peut être due par le fait la cercosporiose jaune du bananier était déjà signalée dans le territoire de Walungu [19], or les variétés déjà attaquées par cette dernière sont très sensibles à la cercosporiose noire et attaque les bananiers de haute et basse altitude différemment de la Sigatoka jaune qui est rencontrée uniquement en basse altitude [22]. [1, 23], dans la région de Kisangani, montre que l'incidence de la maladie des raies noires varie entre 40 - 90 %, ce qui nous a permis de confirmer nos résultats. [25] ont déterminé l'incidence de cette maladie et ont trouvé que cette dernière avait une forte agressivité sur les différents cultivars du bananier. Les études de [9], en Nouvelle Zeland a trouvé la même incidence de la sigatoka noire. Selon [22], il a démontré que cette maladie présentait une gravité élevée et a également montré que la maladie présentait une incidence et une sévérité très élevée. Pour la lutte contre la maladie des raies noires, seules les pratiques culturales constituent la solution la plus efficace pour les paysans (52.5 % de nos enquêtés) à Walungu et Kabare. L'utilisation des produits phytosanitaires est encore inconnue dans la région, faute de la non vulgarisation et des manques des moyens pour s'en procurer. Pour la caractérisation morphologique des souches obtenues, le nombre de



cloisons des conidies pour toutes les souches, variaient entre 3 et 9 et leurs tailles (longueur et largeur) se situaient entre 30 à 132  $\mu\text{m}$  x 2,5-5  $\mu\text{m}$ . [26], a montré que le nombre de cloisons (septa) des conidies se situant dans les intervalles de 3 - 10 ; la moyenne étant de 1 à 10 et la taille entre 30 à 132  $\mu\text{m}$  x 2,5-5  $\mu\text{m}$  [1, 6, 21, 27], ce qui a confirmé nos résultats. En ce qui concerne la vitesse de croissance mycélienne moyenne, elle était de 0,68 mm / jour sur milieu PDA à température ambiante (25°C) après 10 jours. En comparaison avec les souches de [26] la croissance mycélienne moyenne de LIT-TSH (1,38 mm / jour) suivi de LIT-MAK (1,25 mm / jour) alors que MAN-MAN (1,00 mm / jour), LUX-MAK (1,00 mm / jour), KIS-MAN (1,00 mm / jour) après 14 jours, alors que les nôtres avaient une croissance entre 0,69 et 0,93 mm / jour. Contrairement à nos résultats ; [1] a trouvé que les souches plus lentes avaient 0,19 mm / jour et les plus rapides 0,36 mm / jour sur PDA à 25°C, *M. fijiensis* étant un champignon à croissance lente [26]. La croissance mycélienne étant fonction des souches, ce que les souches isolées par [1] sont différentes des nôtres. Pour le test de pathogénicité, les lésions macroscopiques sont apparues au 11<sup>ème</sup> jour après inoculation jusqu'au 18<sup>ème</sup> jour, la souche de Walungu était plus virulente que celle de Kabare. Cette virulence est expliquée par le fait qu'il existe plusieurs souches en fonction des zones de développement, de leur génétique et des mutations qui peuvent surgir au cours de leur développement. Le cultivar FHIA17 a présenté une certaine résistance à la cercosporiose noire du bananier. Les résultats trouvés par [28, 29], ont démontré que les cultivars FHIA étaient résistants à la cercosporiose noire du bananier. Par contre l'étude de [1], dans la région de Kisangani où il a inoculé 20 souches dans les mêmes conditions ; les premiers symptômes visibles sont observés à partir du 17<sup>ème</sup> jour.

## 5. Conclusion

A l'Est de la République Démocratique du Congo, l'intensité de la cercosporiose noire du bananier est élevée c'est-à-dire que les dégâts causés par cette maladie sont énormes et occasionnent les pertes des rendements (65 %). L'incidence de la cercosporiose noire a été plus élevée à Walungu (72 %) qu'à Kabare (57 %). La sévérité également a été élevée à Walungu qu'à Kabare. Quant à la lutte de la cercosporiose noire, seulement les pratiques culturales constituent la solution pour les paysans (52.5 %). Ce qui est un problème pour la lutte contre cette maladie. La caractérisation phénotypique de six souches de *M. fijiensis* obtenues, a montré que le nombre de cloisons des conidies variaient entre 3 et 9 et leurs tailles entre 30 à 132  $\mu\text{m}$  x 2,5-5  $\mu\text{m}$ , la croissance mycélienne était entre 6,9 et 9,3mm pendant 10 jours. La couleur mycélienne était différente suivant la souche, mais la couleur noirâtre au fond de la boîte de pétrie était la même pour toutes les souches qui est une des caractéristiques principales de *M. fijiensis*. Le test de pathogénicité a montré que la souche de Walungu était plus virulente que celle de Kabare après inoculation et que le cultivar FHIA17 n'a pas présenté de symptôme jusqu'au 17<sup>ème</sup> jour.

## Références

- [1] - O. ONAUTSHU, A. LEGREVE et D. DHED'A, Life Sciences, caractérisation des populations de *Mycosphaerella fijiensis* et épidémiologie de la cercosporiose noire du bananier dans la région de Kisangani, RDC. Université Catholique de Louvain, (2013) 26 p.
- [2] - M. B. BYENDA, *International Journal of Innovation and Scientific Research*. Effet des pratiques culturales dans la lutte contre le flétrissement bactérien du bananier, Banana Xanthomonas Wilt, (BXW) à Kadjucu, Sud-Kivu, République Démocratique Du Congo. Agronomie générale. ISSN 2351-8014, Vol. 13, N° 2 (2015) 432 - 442 p.
- [3] - L. T. MAKISO, J. G. ADHEKA, M. L. JUAKALY et D. DHED'A, Systèmes de culture et ravageurs des bananiers en milieu forestier de la région de Kisangani (RDC) : Prévalence et diversité. Master de Gestion de la Biodiversité et Aménagement Forestier Durable. Faculté des sciences / Université de Kisangani, (2015)

- [4] - FAO/STAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations. [http://faostat3.fao.org/home/index\\_fr.html](http://faostat3.fao.org/home/index_fr.html), (2018)
- [5] - X. MOURICHON, P. LEPOIVRE and J. CARLIER, black leaf streak : hostpathogen interactions, (2000) 67 - 72 p.
- [6] - D. R. JONES, Publishing International diseases of banana, Abacá and Enset. CABI, Wallingford, UK., (2000) 323 p.
- [7] - P. H. N'GUESSAN, K. F. J.-M. KASSI, B. CAMARA, K. KOBENAN et D. KONE, variabilité de la sensibilité in vitro de souches de *Mycosphaerella fijiensis* (morelet) isolées des bananeraies industrielles de la cote d'ivoire a différents fongicides de la famille des triazoles. *Agronomie Africaine*, 28 (1) (2016) 47 - 59
- [8] - C. L. ALICE CHURCHILL, *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. Department of plant pathology and plant-Microbe Biology, Cornell University, Ithaca, NY 14853, USA. *Molecular Plant Pathology*, 12 (4) (2011) 307 - 328
- [9] - R. A. FULLERTON and T. L. OLSEN, Pathogenic Variability in *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, cause of black sigatoka in banana and plantain. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Mount Albert Research Centre Private Bag 92169 Auckland, New Zealand, (210)
- [10] - J. V. DAMME, Analyse systémique des contraintes en culture bananière au Rwanda. Diplôme en vue de l'obtention du diplôme de bioingénieur ; Université Catholique de Louvain, (2008)
- [11] - M. CHILLET, C. ABADIE, O. HUBERT, Y. CHILIN-CHARLES et L. DE LAPEYRE, sigatoka disease reduces the green life of bananas. *Crop Protection*, 28 (1) (2009) 41 - 45
- [12] - J. W. DANIELLS, global banana disease management-getting serious with sustainability and food security. *Acta Horti*, 828 (2009) 411 - 416
- [13] - M. F. KASSI, J. O. BADOU, F. Z. TONZIBO, Z. SALAH, A. B. B. BOLOU, B. CAMARA, L. AMARI et D. KONE, potentiel antifongique de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* dans la lutte biologique contre la maladie des raies noires du bananier causé par *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (*Mycosphaerellaceae*). Laboratoire de physiologie végétale, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire. E-mail : fernand2kassi@yahoo.fr. Laboratoire de chimie organique et biologique, UFR SSMT, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire, (2014)
- [14] - C. C. O. ANDA, H. D. BOULOIS and S. DECLERCK, The arbuscular mycorrhiza fungus *Rhizophagris irregularis* MUCL 41833 decreases disease severity of Black Sigatoka on banana c.v. Gande naine, under in vitro culture conditions. Université catholique de Louvain, Earth and Life Institute. Applied Microbiology, Mycology, Croix du Sud 2, bte L7.05.06, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgium. *Fruits*, Vol. 70 (1) (2015) 37 - 46 p.
- [15] - W. TUSHEMEREIRWE, A. KANGIRE, J. SMITH, F. SSEKIWOKO, M. NAKYANZI, D. KATAAMA, C. MUSIITWA et R. KARYAIJA, épidémie de flétrissement bactérien sur le bananier en Ouganda. *INFOMUSA*, 12 (2) (2003) 6 - 8 p.
- [16] - A. YOUDEOWEI, la lutte intégrée en production des plantes à racines et tubercules et des bananiers plantains, Guide du vulgarisateur de la lutte intégrée-3, Ministère de l'alimentation et de l'agriculture (MOFA) du Ghana et GTZ, CTA, (2004) 47 p.
- [17] - J. P. CHAUSSE, K. THOMAS et R. NGONDE, "L'agriculture : pierre angulaire de l'économie de la RDC", dans Johannes Herderschee, Daniel Mukoko Samba et Moïse Tshimenga Tshibangu (éditeurs), Résilience d'un Géant Africain : Accélérer la Croissance et Promouvoir l'Emploi en République Démocratique du Congo, Volume II : Etudes sectorielles, MÉDIASPAUL, Kinshasa, (2012) 1 - 97 p.
- [18] - S. BIZIMANA, P. NDAYIHANZAMASO, A. NIBASUMBA et N. NIKO, conduite culturale et protection du bananier au Burundi. Publication ISABU : Référentiel sur la culture du bananier ISABU Avenue de la Cathédrale. BP 795 Bujumbura/Burundi, (2012) 1 - 67 p.

- [19] - K. P. ZIHALIRHWA, évaluation de la situation phytosanitaire du bananier (*Musa* spp.) dans les systèmes culturaux des zones agroécologiques de la Province du Sud-Kivu à l'Est de la R.D. Congo. Mémoire inédit, UCL, (2011) 111 p.
- [20] - CAID (Cellule d'Analyse des Indicateurs de Développement), *Rapport annuel 2016 de l'Administration du territoire*. Mise à jour le 31 mars 2017
- [21] - J. CARLIER, D. DE WAELE et J.V. ESCALANT, évaluation globale de la résistance des bananiers à la fusariose, aux maladies foliaires causées par les *Mycosphaerella* spp. et aux nématodes. Evaluation de la performance (A. Vézina et C. Picq, eds). Guides techniques INIBAP, (2003)
- [22] - P. H. N'GUESSAN, H. FABRAM, C. BRAHIMA, K. DAOUDA, Comparison of two defoliation Methods in the control of Black Sigatoka Disease (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) in Industrial Banana Plantations in Cote d'Ivoire, Felix Houphouet Boigny University, 22 BP 582 Abidjan 22, Cote d'Ivoire. International Journal of Agriculture Innovations and Research (IJAIR), Vol. 4, issue 1, ISSN (online) (2015) 2319 - 1473
- [23] - O. ONAUTSHU, étude de l'incidence des maladies et ravageurs chez les bananiers (*Musa* spp.) de la région de Kisangani (R.D. CONGO), D.E.A. inédit, Faculté des Sciences, UNIKIS, (2007) 54 p.
- [24] - E. ETEBU and W. YOUNG-HARRY, Control of black sigatoka disease : challenges and prespects. Department of Biological Sciences, Niger Delta University, Wilberforce Island, Bayelsa State, Nigeria. *African journal of Agricultural Research*, Vol. 6 (3) (2011) 508 - 514 p. ISSN 1991-637Xc 2011 *Academic journal*
- [25] - L. DE LAPEYRE, C. ABADIE, J. CARLIER, J. NGANDO et H. J. G. KEMA, les cercosporioses des bananiers (*Mycosphaerella* spp.) : vers une lutte intégrée, (2010)
- [26] - T. TSHIDIBI, B. LEBISABO, O. ONAUTSHU et D. DHED'A, Isolement et caractérisation des souches de *Mycosphaerella fijiensis* des bananiers (*musa* spp.) dans la région de Kisangani, R.D.C. Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Laboratoire de culture *in vitro* des plantes, (2013)
- [27] - CMI, description of pathogenic fungi and bacteria, N° 413 et 414 (1974)
- [28] - F. E. ROSALES, J. M. ALVAREZ et A. VARGAS, guide pratique pour la production de bananes plantains sous haute densité de plantation. Retours d'expériences d'Amérique latine et des Caraïbes (Rosales FE, éd.). Bioversity International, Montpellier, France, (2010)
- [29] - T. KODJO, N. J. CHRISTOPHE et J. V. ESCALANT, revue des stratégies d'amélioration conventionnelle de *Musa*(sd)
- [30] - Z. J. CASTAÑO, Principios básicos de fitoepidemiología. Centro editorial, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia, (2002) 398 p.
- [31] - K. CRAENEN, Technical manual on black Sigatoka disease of banana and plantain International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria, (1998)