

Caractérisation pathogénique et structuration morpho-culturale des populations de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* agent causal de l'antracnose du manioc en Côte d'Ivoire

EHUI Kouadio Jean Nestor¹, TOURE Howélé Michaëlle Andrée Célestine¹, KOUAME Koffi Gaston³, ABO Kouabenan², KONE Daouda¹

1- Laboratoire de Physiologie Végétale, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Unité de Formation et de Recherche (UFR) Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire.

2- Laboratoire de Phytopathologie et de Biologie Végétale, Département de Formation et de Recherche Agriculture et Ressources Animales (DFR-ARA), BP 1313 Yamoussoukro, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), Côte d'Ivoire.

3- Département de Biologie végétale, B.P. 1328 Korbogo, Unité de Formation et de Recherche des sciences biologiques, Université Péléforo-Gbon-Coulibaly (UPGC), Côte d'Ivoire.

Auteur de correspondance : EHUI Kouadio Jean Nestor, kouadiojeannestore@yahoo.com

Laboratoire de Physiologie Végétale, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Tel : +225 47 96 05 93/ 02 55 27 61.

kouadiojeannestore@yahoo.com. Tel : +225 47 96 05 93, tourehowele@yahoo.fr. Tel : +225 47 36,

k.koffigaston1@yahoo.fr. Tel : +225 08 43 92 82, a.kouabenan@gmail.com. Tel : +225 07 99 99 84,

daoudakone2013@gmail.com. Tel : +225 08 45 17 26

Mots clé : manioc, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis*, diversité morpho-pathogénique, structuration spatiale

Keywords: cassava, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis*, morpho-pathogenic, space structuring

1 RÉSUMÉ

L'antracnose du manioc se manifeste par des chancres et lésions sur la tige, à l'aisselle, les pétioles et le limbe des feuilles ainsi que sur les fructifications. La présente étude avait pour objectif de caractériser l'aspect morpho-culturale, pathogénique et la structuration spatiale des populations de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* responsable de l'antracnose. Des prospections ont été menées dans les zones de production de 2016 à 2017. Les symptômes rencontrés et leur localisation, sur les plants, ont révélé l'existence d'un gradient de sensibilité sur la tige de manioc. 162 isolats ont été collectionnés et repartis selon les aspects de thalles cotonneux (65,45 %), fibreux (24,55 %) et ras ou hyalin (10 %). Le regroupement des isolats selon l'origine géographique et le stade d'infection a été dominé par l'expression de l'aspect cotonneux du thalle. Leurs moyennes de croissance radiale mycélienne étaient comprises entre 25,7 et 85 mm, après sept jours de culture. Les isolats à spores cylindriques ont représenté 56,52 % contre 43,48 % d'isolats à spores fusiformes. Les longueurs moyennes des spores cylindriques étaient comprises entre 10,18 et 30 µm et les largeurs moyennes de 3,71 à 7,5 µm. Les spores fusiformes étaient comprises entre 30,1 à 55,4 µm et de 4,4 à 7,1 µm respectivement pour la longueur et la largeur moyenne. Tous les isolats ont été virulents sur les différents organes et les zones définies sur les plants de manioc avec des indices moyens d'agressivité comprises entre 1 et 4.

ABSTRACT

Cassava anthracnose disease is manifested by cankers and lesions on the stem, axilla, petioles and leaf blades, and fruiting bodies. The objective of this study was to characterize the morpho-cultural, pathogenic and spatial structuring of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* population responsible for anthracnose. Surveys were conducted in the production areas from 2016 to 2017. The symptoms encountered and their location, along the plants revealed sensitivity gradient on the cassava stem. One hundred and sixty two (162) isolates were collected and distributed according to the appearance of cottony (65.45%), fibrous (24.55%) and ras or hyaline (10%) thalli. The clustering of isolates by geographical origin and stage of infection was possible only on the basis of the cottony appearance of the thallus. Their mycelial radial growth averages ranged from 25.7 to 85 mm after seven days. Cylindrical conidia lengths mean ranged from 10.18 to 30 μm and width mean ranged from 3.71 to 7.5 μm . Fusiform conidia size ranged from 30.1 to 55.4 μm and from 4.4 to 7.1 μm for length and width respectively. All isolates were pathogenic on the different organs and zones defined on cassava plants with average index of aggressiveness between 1 and 4.

2 INTRODUCTION

L'anthracnose du manioc causée par *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* est l'infection fongique la plus dommageable du manioc. Cette phytopathologie est plus rencontrée dans la zone tropicale où elle cause d'énormes pertes économiques (Ghini *et al.*, 2011). Il s'agit d'une infection des parties aériennes des plants de manioc singulièrement la tige et les pétioles des feuilles (Obilo *et al.*, 2009). Les symptômes rencontrés consistent en de nombreux chancres et lésions sur les tiges vertes ainsi que de graves nécroses à l'aisselle des feuilles. L'anthracnose du manioc se manifeste aussi par des flétrissements suivis de fortes défoliations conduisant à des dessèchements du bourgeon apical (Yéo *et al.*, 2017). Quelques lésions sur les pétioles et sur les tiges avec exsudats ont également été signalées (Yéo *et al.*, 2017). *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* est un champignon polyphytophage qui a été isolé sous forme sous-cuticulaire infectieuse ou latente, sans induction symptomatique, et sous forme saprophyte sur les débris organiques ou dans le sol (Photita *et al.* 2004 ; Damm *et al.* 2009). Son cycle de vie alterne une phase biologique et une phase nécrotique respectivement assurées par la forme asexuée et la forme sexuée (Meenakshi et Kulshrestha, 2015). Ces phases de vie sont

contrôlées génétiquement par la duplication ou la perte de gènes et les réaménagements chromosomiques. Cette spécificité biologique favoriserait une diversité morphologique liée à la coloration, à l'aspect du thalle ainsi qu'à la forme et les dimensions des spores (Yéo *et al.*, 2017). L'existence d'une large gamme de cellule spécialisées et d'un génome abondant et diversifié suggère une spécificité pathogénique. Les organes infectés, la gravité des infections et les modes infectieux occasionnés par les différents morphotypes émaneraient d'une diversité de pathotypes (Baroncelli *et al.*, 2016; Meenakshi et Kulshrestha, 2015 ; O'Connell *et al.*, 2012). Toutefois, des modifications peuvent survenir dans son cycle phénologique du fait des bouleversements climatiques favorisant souvent une forme de vie que l'autre (Gautam *et al.*, 2013). Ces conditions climatiques sont réputés avoir une forte interaction quant à la distribution et la prédominance des infections à *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* dans les zones de production du manioc (Akinwale *et al.*, 2011 ; Wokocho et N'neke, 2011). La présente étude a pour objectif d'élucider les spécificités pathogéniques et la structuration morpho-culturelle de la population de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* l'agent

causal de l'antracnose du manioc en Côte

d'Ivoire.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 MATERIEL : Le manioc est la culture principale sur laquelle toutes les évaluations ont portées. Les variétés tant locales qu'améliorées, en production dans les parcelles paysannes des sept zones agro-écologiques de la Côte d'Ivoire, ont été examinées dans leur évolution face à l'antracnose. Tous les stades phénologiques de développement du manioc rencontrés dans les parcelles visitées ont été pris en compte. Des isolats purs de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) *manihotis* ont été utilisés pour déceler leur pouvoir pathogène.

3.2 METHODE

3.2.1 Evaluation du développement symptomatique de l'antracnose et échantillonnage : Les travaux de prospections ont été réalisés sur toute l'étendue du pays, en 2016 et 2017, de juillet à novembre. Trois parcelles paysannes en moyenne, bordant les voies et distantes de 10 à 20 Km, ont fait l'objet d'évaluation sanitaire au travers d'observations des plants (Wokocha et N'neke, 2011). Les observations ont portées sur les parties aériennes des plants malades. Il a été question d'identifier les différents types symptomatiques. La zone d'apparition sur le plant, la forme, la coloration de la surface nécrosée et le nombre ont également été associés à l'appréciation de la diversité symptomatique. Les observations et les prélèvements ont été effectués sur la base des différents stades symptomatiques de l'antracnose et l'échelle de notation définis par l'IITA (1990). Cette échelle se décline comme suit : 1 = Absence de symptômes ; 2 = Chancre superficiel peu nombreux sur les tiges ligneuses apparaissant vers la fin de la campagne ; 3 = Nombreux chancres profonds sur les tiges aoûtées (tige ayant acquis son caractère ligneux) et déformées ; 4 = Nombreuses lésions ovales sur les tiges vertes (herbacées, non aoûtées), lésions sur les jeunes tiges et graves nécrose à l'aisselle des feuilles ; 5 = Flétrissement, forte défoliation et mort des bourgeons apicaux. Les

parcelles ont été répertoriées à partir d'un Système de Positionnement Global.

3.2.2 Traitements microbiologiques des échantillons et obtention des isolats : Les traitements microbiologiques ont consisté à isoler, purifier et à la culture monospore. Les échantillons ont été préalablement nettoyés à l'eau de robinet puis à l'alcool à 70 %. Des explants ont été prélevés au front de croissance des nécroses. Ces explants ont été désinfectés à l'alcool puis trempés dans de l'hypochlorite de sodium à 10 % pendant 3 minutes. Les explants sont ensuite rincés 3 fois pendant 3 minutes avec de l'eau distillée stérile. Ils ont été essorés dans du papier buvard stérile et ensemencés sur du milieu PDA (20 %). Les cultures ont été incubées pendant 72 heures à 12/12h de lumière et d'obscurité. Les différentes colonies apparues ont été purifiées jusqu'à l'obtention d'isolats purs sur du milieu PDA (Fokunang et Dixon, 2006). Des suspensions de spores de 10 ml ont été préparées à partir des isolats purs âgés d'au moins 14 jours. 1 ml de cette suspension a été prélevé pour être ajouté à 9 ml d'eau distillée stérile contenu dans un tube à essai. Cette opération a été répétée 3 fois pour obtenir une suspension très diluée (10^{-4} de la concentration initiale) (Zippora *et al.*, 2016). 1,5 µl de cette suspension de spore ont été étalés dans des boîtes de Pétri contenant 15 ml de milieu Agar-agar (20 %). Ces cultures ont été incubées pendant 12 à 24 heures. Une portion de milieu Agar-agar portant une spore germée a été prélevée et ensemencées sur du milieu PDA (20 %). Les nouvelles cultures monospores ont été incubées dans les conditions de laboratoire puis observées dans leur croissance.

3.2.3 Caractérisations culturelles, morphologiques et morpho-métriques des isolats : Les caractérisations culturelles, morphologiques et morpho-métriques s'appuyaient sur les critères qualitatifs et quantitatifs cités et utilisés par (Wokocha *et al.*, 2010) et (Fokunang *et al.*, 2000). Le caractère cultural pernicieux évalué

est l'aspect du mycélium aérien (Cannon *et al.*, 2008). L'aspect du thalle a servi de base à l'appréciation de la distribution spatiale et la répartition selon les stades d'infection des isolats. Cette distribution a confronté, les différentes modalités du caractère aspect du thalle, aux zones agro-écologiques (ZAE 1 à 7) et aux stades d'infections (Stade3, Stade4 et Stade5). Les aspects morphologiques sont fondés sur la forme générale et les extrémités des spores. Les évaluations morpho-métriques ont porté sur l'évolution journalière de la croissance radiale mycélienne et les dimensions de longueur et largeur des spores produites. La détermination de la croissance mycélienne s'est fait à partir de l'ensemencement d'un disque mycélien de 8 mm au centre d'une boîte de Pétri contenant du milieu PDA (20 %). Elle a conduit à la mesure quotidienne des diamètres de croissance selon deux axes orthogonaux tracés au revers de la boîte de Pétri. La mensuration des spores a porté sur la mesure de la longueur selon l'axe longitudinal et la largeur selon l'axe vertical des spores. Elle a concerné 100 spores sélectionnées sur une cellule de Malsseze sous un microscope optique au grandissement G×40 à 20 µm.

3.2.5 Caractérisation du pouvoir pathogène des isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz manihotis : Cette caractérisation a consisté à évaluer le pouvoir pathogène des isolats au travers de leur agressivité sur l'hôte d'origine et à satisfaire au postulat de Koch (Wokocha *et al.*, 2010). Deux variétés locales de manioc (Akama et Yacé) ont été utilisées pour le test de pathogénicité. Après 6 semaines de croissance, les tiges les plus vigoureuses ont été sélectionnées pour des inoculations, sous serre. Les plants sélectionnés ont été blessés artificiellement à l'aide d'une aiguille stérile froide. Les blessures ont été réalisées au niveau des entre nœuds, à l'aisselle et sur les pétioles des feuilles. Elles étaient au total 9 blessures de 0,5 mm réparties en nombre de 3 sur différentes zones des plants. Il s'agit de

la zone basale allant du collet aux premiers nœuds, la zone intermédiaire et la zone apicale comportant les nouvelles feuilles et le bourgeon apical (Makambila, 1992). Les souches utilisées étaient âgées de 14 jours et plus. Les spores ont été récupérées dans de l'eau distillée stérile puis cette suspension a été calibrée à la concentration 10^6 spores/ml. Les inoculations ont été effectuées en déposant 10 µl de cette suspension sur les blessures. Les évaluations sont intervenues 7, 14, 21 et 28 jours après inoculations. Le diamètre des nécroses a été calculé selon la formule utilisée par Kouamé *et al.*, (2011) :

$$\text{Diamètre des lésions (DL)} = \frac{\text{Longueur de lésion} + \text{Largeur de lésion}}{2}$$

L'agressivité des isolats a été évaluée en suivant une échelle de notation utilisée par Wokocha *et al.* (2010) et modifiée. L'indice d'agressivité (IA) a été calculé selon la formule suivante:

$$\text{Indice d'agressivité (IA)} = \frac{\sum Ri}{N}$$

R = nombre de blessure pour chaque degré d'infection ; i = degré d'infection ; N = nombre total de blessure.

Echelle de notation : 1 = lésion < 1 mm ; 2 = lésion de 1 à 3 mm ; 3 = lésion de 4 à 6 mm ; 4 = lésion de 7 à 10 mm ; 5 = lésion > 10 mm.

3.2.6 Analyses statistiques des données récoltées et construction des cartes : Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels Statistica version 7.1., « R×64 » version 3.0.3 et XLSTAT 2016.02.28451. Les données collectées ont été soumises aux analyses de statistique descriptive, multivariée et ANOVA (un facteur). La séparation et le regroupement des moyennes significativement différentes ont été faits selon le test de Duncan au seuil 0,05. Les cartes ont été établies à l'aide du Logiciel Mapinfo Professionnelle (7.5). Les localités visitées ont été numérisées à partir de leurs coordonnées GPS. La coloration sur la carte a été adoptée, en respectant les différentes modalités de l'aspect du thalle.

4 RESULTATS

4.1 Diversité et répartition des stades symptomatiques de l'antracnose du manioc :

Les symptômes observés sont des chancres, des lésions nécrotiques, des déformations, des défoliations et des dessèchements. La zone basale de la tige est marquée par des chancres arrondis sur les entre-nœuds. La surface de ces chancres a la même couleur que la tige de cette variété. Ils sont en moyenne inférieurs à 10 chancres par pieds malades. La zone intermédiaire porte, à la fois, des chancres et des lésions. Les chancres sont toujours arrondis tandis que les lésions sont ovales et étirées. Ces chancres et lésions apparaissent au niveau des entre-nœuds, à l'aisselle des feuilles et sur les pétioles ou simultanément sur ces différents parties. Plusieurs de ces chancres et lésions peuvent fusionner pour donner une plage nécrotique sur la tige occasionnant également des fissures par endroit. Leurs surfaces sont de coloration grise à noire rappelant une pourriture avec une fine poudre blanche ponctuée de gouttelettes orangées. On observe également des déformations dans cette partie. La zone apicale est touchée par les flétrissements et les dessèchements. Les flétrissements et dessèchements aboutissent à la défoliation et décolorent la zone apicale. Ils font suite aux cas symptomatiques précédant et ne sont pas observables en serre contrairement aux chancres et lésions. Les stades 4 et 3 sont les plus observés avec les plus fortes proportions dans toutes les zones agro-écologiques. Les proportions du Stade3 varient de 24 à 61 % en 2017 et de 28 à 39 % en 2016. Celles du Stade4 sont comprises entre 29 et 67 % en 2017 et 43 et 68 % en 2016. Les stades 2 et 5 sont moins répandus dans les zones agro-écologiques. Les proportions du Stade2 varient de 2 à 10 % en 2017 et de 4 à 15 % en 2016. Celles du Stade5

sont comprises entre 2 et 11 % en 2017 et 0 et 12 % en 2016. Les proportions par stade d'infection sont constantes au sein des différentes zones agro-écologiques au cours des différentes évaluations. Ces proportions varient d'une zone agro-écologique à l'autre au cours des années (Figure 1).

4.2 Diversité culturelle et structuration des populations de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* :

Les isolats ont présenté trois aspect culturels du thalle dont le cotonneux (65,45 %), le fibreux (24,55 %) et le ras ou hyalin (10 %) issus de toutes les zones agro-écologiques (Figure 2 A). Les aspects mycéliens cotonneux et fibreux ont été nuancés par la texture qui s'est exprimé par les variantes : dense, abondant et feutré. Le pourtour du front de croissance a été marqué par un front régulier chez les isolats cotonneux et par des fronts régulier, irrégulier et lobé chez les isolats fibreux. L'aspect cotonneux est obtenu selon les proportions de 11,82, 38,18 et 15,45 % respectivement selon les stades 3, 4 et 5. L'aspect fibreux a été reparti selon les proportions de 6,36, 16,36 et 1,82 % respectivement selon les stades 3, 4 et 5. L'aspect ras ou hyalin a été reparti selon les proportions de 2,73, 4,55 et 2,73 % respectivement selon les stades 3, 4 et 5. L'origine géographique et le stade de sévérité ont été corrélés positivement à l'aspect culturel du thalle des isolats ($0,89 \leq r \leq 1$). La corrélation entre l'aspect cotonneux et les stades d'infection était très forte et positive ($0,75 \leq r \leq 1$) ainsi qu'avec les zones géographiques d'origines ($0,91 \leq r \leq 1$). L'aspect cotonneux des isolats a dominé dans la répartition en fonction de leurs origines et des stades de sévérité de l'antracnose des échantillons à partir desquels ceux-ci ont été obtenus (Figure 2B).

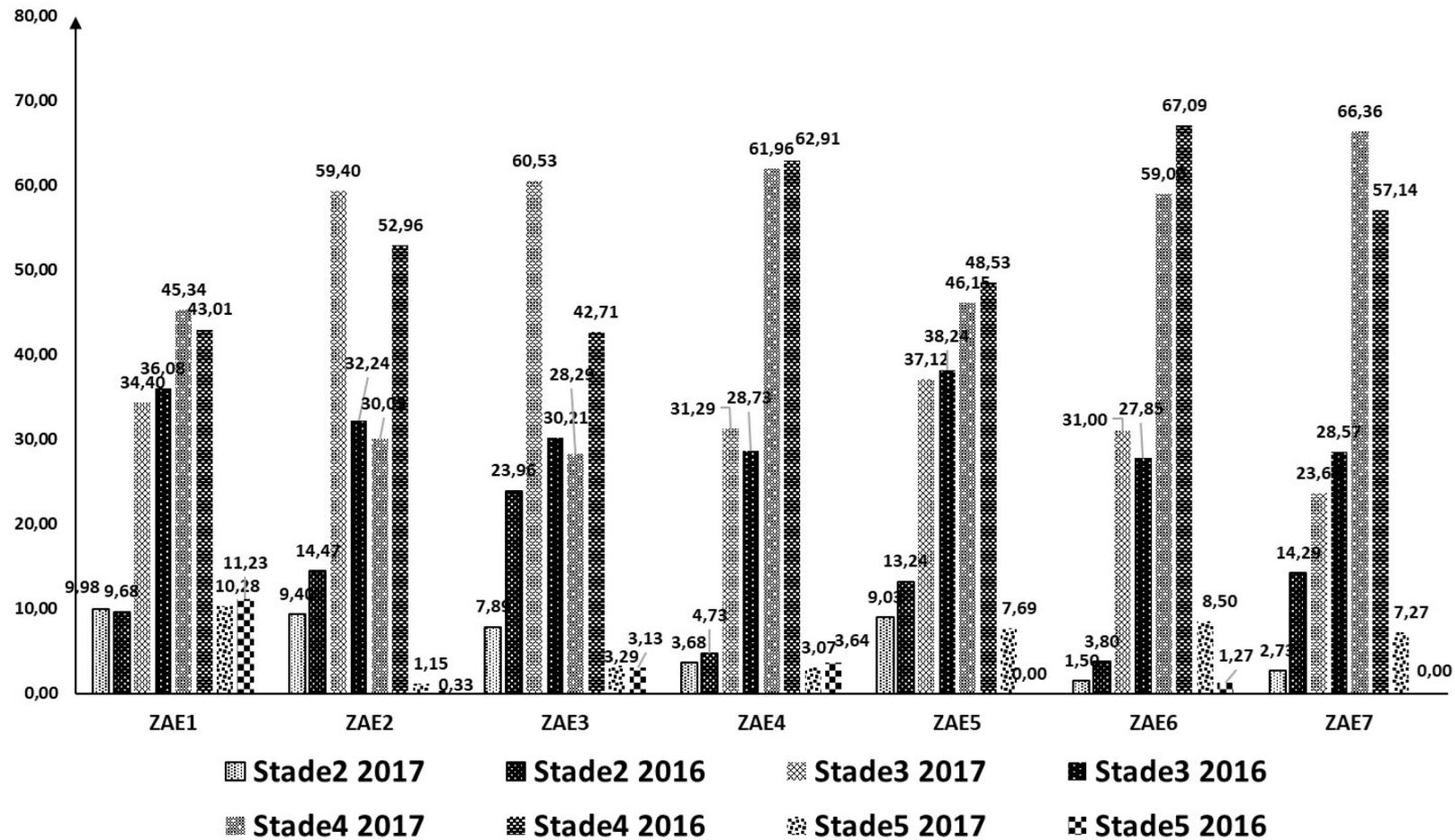


Figure 1 : Répartition des stades d'infection au sein des zones agro-écologiques (ZAE)

4.3 Diversité morphologique et morpho-métrique de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* infectant le manioc : Au total 162 isolats fongiques ont été obtenus à partir des échantillons symptomatiques traités. Ils ont montré trois aspects de thalle dont le cotonneux, le fibreux et l'aspect ras ou hyalin. Ces thalles aériens étaient colorés en blanc ou noir nuancés par du gris, du jaune et de l'orangé. Les spores produites étaient cylindrique (56,52 %) et fusiforme (43,48 %). Certaines avaient un cytoplasme translucide et d'autres étaient denses granulées uni ou plurinucléées. Ces spores ont présenté des contours d'extrémités arrondies ou tronquées aux deux bouts et des extrémités à un bout arrondi et l'autre tronqué. Les moyennes de la croissance radiale du thalle ont été significativement différentes ($P=0,00$) après sept jours de culture. La vitesse journalière de croissance mycélienne également était significativement différente entre les isolats ($P=0,00$). Le **groupe 14** est composé des isolats à croissance très lente avec des moyennes de croissance et de vitesse de croissance respectives de 25,7 mm et 3,7 mm/j. Le **groupe 1** regroupe les isolats ayant la plus vive croissance avec des moyennes de 85 mm et 12,14 mm/j de croissance radiale et vitesse de croissance journalière. Les **groupes 2 à 14** sont caractérisés par une croissance mycélienne stagnante entre 35 et 83 mm pour une vitesse de croissance journalière comprise en 5 et 11,8 mm/j. Les isolats de ces groupes n'ont pu remplir la boîte de 9 mm de diamètre après sept jours de culture (Tableau I). Les longueurs et les largeurs moyennes des spores sont groupées en quatre classes avec différences hautement significatives ($P=0,00$). Les classes (b, c et d) regroupent à la fois des spores cylindriques et des spores fusiformes dont les longueurs moyennes sont comprises entre 10,18 et 30 μm et les largeurs moyennes vont de 3,71 à 7,5 μm . La classe (a) est occupée par les spores fusiformes de 30,1 à 55,4 μm et de 4,4 à 7,1 μm respectivement pour la longueur et la largeur moyenne.

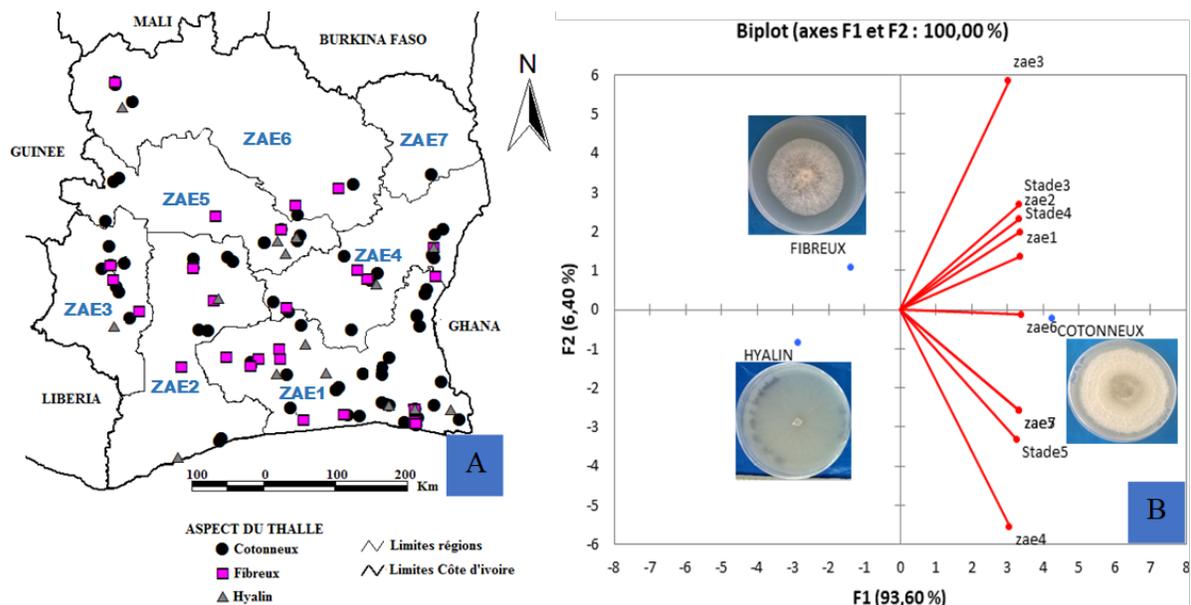


Figure 2 : Distribution (A) et structuration morpho-culturelle (B) des isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* en Côte d'Ivoire

Tableau 1 : Caractéristiques morpho-métriques de la croissance radiale mycélienne des isolats

Groupes homogènes d'isolats	Croissance radiale des cultures monospores		
	Aspect du thalle aérien	Diamètre moyen mycélien après 7j (mm)	Vitesse moyenne de croissance mycélienne journalière (mm/j)
<i>Groupe 14</i>	Cotonneux	25,7	3,7 j
<i>Groupe 13</i>	Cotonneux	35,0	5,0 i
<i>Groupe 12</i>	Cotonneux	45,3	6,5 h
<i>Groupe 11</i>	Cotonneux	55,0	7,9 g
<i>Groupe 10</i>	Cotonneux	59,0	8,4 fg
<i>Groupe 9</i>	Cotonneux	60,0	8,6 f
<i>Groupe 8</i>	Cotonneux	61,0	8,7 f
<i>Groupe 7</i>	Cotonneux	62,2	8,9 ef
<i>Groupe 6</i>	Cotonneux	64,0	9,1 e
		64,3	9,2 e
<i>Groupe 5</i>	Cotonneux	72,3	10,3 d
	Fibreux	72,5	10,4 d
<i>Groupe 4</i>	Cotonneux	76,0	10,9 c
	Fibreux	78,0	11,1 c
<i>Groupe 3</i>	Fibreux	80,7	11,5 b
	Fibreux	81,2	11,6 b
<i>Groupe 2</i>	Fibreux	82,7	11,8 ab
	Cotonneux	82,8	
<i>Groupe 1</i>	Fibreux	85,0	12,1 a
	Hyalin		

(Les différentes lettres désignent les classes de regroupement au seuil de 5 %)

4.4 Expression pathogénique des isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz manihotis : Les isolats ont induits des nécroses sur la zone basale, la zone intermédiaire et la zone apicale de plants. Le diamètre moyen des nécroses s'est élevé en allant de la zone apicale (1,3 mm) vers la zone basale (2,4 mm) avec 1,9 mm pour la zone intermédiaire, sur l'ensemble des plants inoculés. L'indice moyen de sévérité des nécroses était élevé, également en allant de la zone apicale vers la zone basale pour des valeurs respectives de 1 et 2 avec 1,4 pour la zone intermédiaire. Les entre-nœuds, l'aisselle des pétioles et le limbe des feuilles ont été infectés, à la fois, avec des diamètres et des indices moyens de sévérité de nécrose significativement différents (P= 0,00) (Figure

3). Ce diamètre moyen s'est allongé en allant de l'aisselle de feuilles (1,8 mm) à l'entre-nœud (3,7 mm) pour 2,1 mm sur les pétioles. L'indice moyen de sévérité s'est amplifié également de l'aisselle des feuilles (1) à l'entre-nœud (2,5) avec 1,1 pour les pétioles. Le comportement pathogénique interspécifique a été mieux décrit par des indices d'agressivité avec différences hautement significatives (P= 0,00). Les indices moyens d'agressivité des isolats sont regroupés en 6 groupes homogènes avec 1 pour indice minimal (groupe 6) et 4 pour indice maximal (groupe 1). Les groupes 2, 3, 4 et 5 sont constitués des isolats dont les indices moyens d'agressivité s'élèvent respectivement à 3, 2, 2 et 1,4.

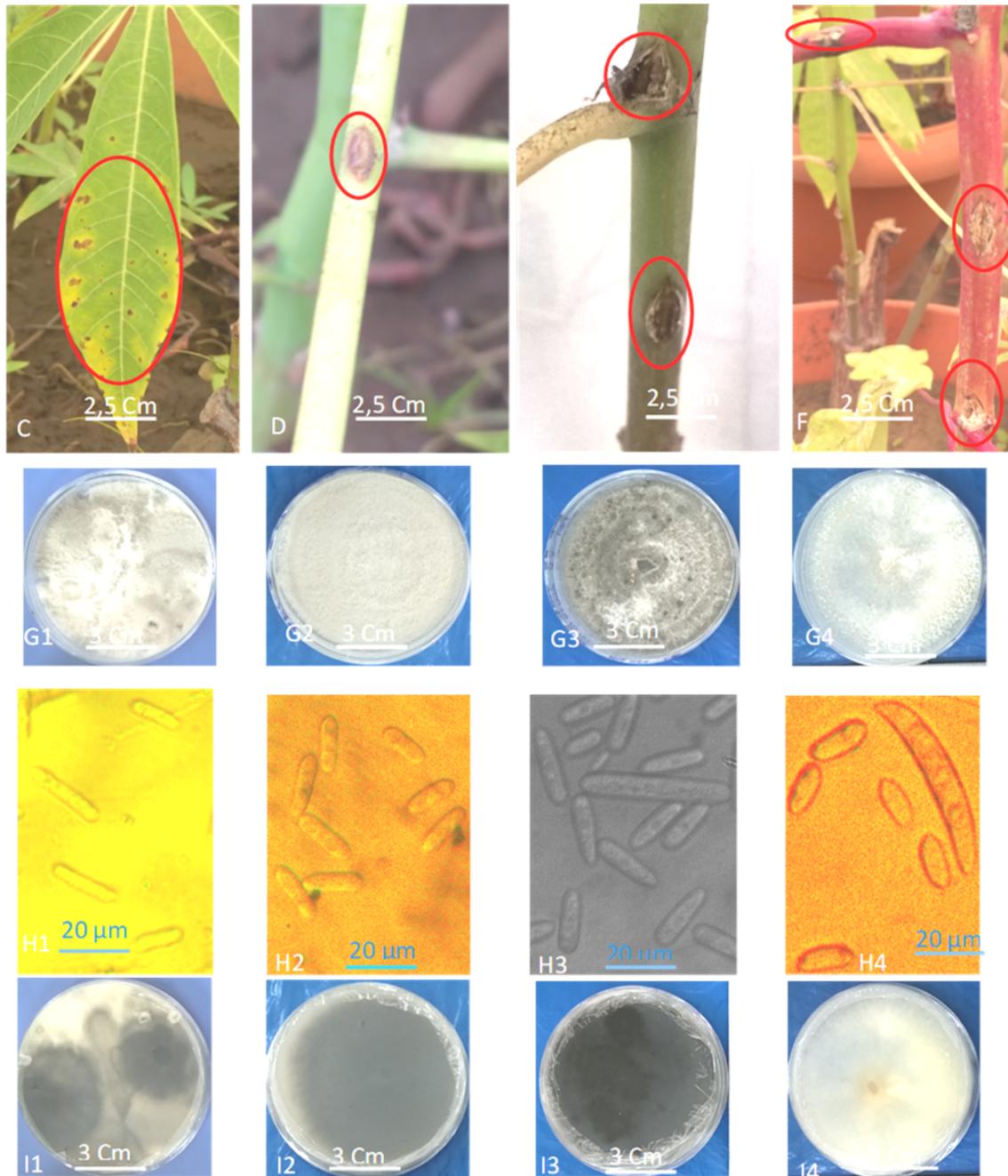


Figure 3 : Expression pathologique *In vivo* après 30 jours des pathotypes de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manibotis* sur les organes des plants de manioc ((C=limbe ; D=pétiole ; E=aisselle et entre nœud ; F=pétiole, aisselle et entre nœud) ; (G1 à 4= faces supérieurs ; H1 à 4= spores grossies à G× 40 ; I1 à 4=faces inférieurs))

5 DISCUSSION

Le développement de l'antracnose du manioc ainsi que les caractères morpho-cultureux des isolats ont étayé les spécificités pathogénique et structurale des *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manibotis* sévissant en Côte d'Ivoire. En effet, la partie lignifiée des tiges est moins détériorée alors que les parties intermédiaire et apicale sont plus endommagées par le nombre élevé et la sévérité des symptômes qui s'y développent. Nos résultats concordent avec ceux de Makambila (1992) qui notifiât l'existence d'un gradient de sensibilité, à *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manibotis*, le long de la tige de manioc. Néanmoins, les isolats sont apparus plus virulents, sous serre, sur les zones basale et intermédiaire mais incapables de développer, sur la zone apicale, les symptômes observés au champ. Boher et Daniel (1982) avaient abouti à des observations similaires, en tentant de reproduire les symptômes du champ en conditions contrôlées, au Congo. Par ailleurs, certains isolats identiques par les caractères morphologiques et cultureux, au sein d'une population diversifiée, sont obtenus à partir de différentes origines, de différents organes et stades d'infection des plants (Machowicz-Stefaniak *et al.*, 2011). Aussi, ont-ils induit la maladie sur tous les organes, sans se limiter à la zone de la plante d'où ils ont été isolés. D'une part, la pluralité morpho-culturelle serait conséquent aux fructifications aériennes dont le développement de périthèces, de soies et acervules (Photita *et al.*, 2005). D'autre part, la pathogénicité non-spécifique des isolats serait justifiée par l'aptitude à l'infection croisée et l'élaboration de plusieurs types de structures

infectantes. En effet, la capacité à l'infection croisée aurait favorisée l'induction de l'antracnose, vice-versa, sur le manioc et l'igname, à partir de souches identifiées sur ces cultures (Zippora *et al.*, 2016). Ce polyphytophagisme découlerait du développement des appressoriums mélanisés et des hyphes, formés à partir de vésicules d'infection, spécialisés dans l'invasion intracellulaire (O'Connell *et al.*, 2004; 2012). Cette invasion intracellulaire comportant des phases primaire et secondaire, marquée par l'alternance des phases biotrophe et nécrotrophe, enrichirait le patrimoine génétique des souches par des brassages chromosomiques, des mutations et des délétions. En effet, l'importance du génome, du transcriptome et du sécrétome régulerait l'expansion et la spéciation des souches vis-à-vis des hôtes et des conditions du milieu. Les caractères cultureux, morphologiques et pathogéniques concourant à la cartographie des populations fongiques dépendraient donc de leur patrimoine génétique (Baroncelli *et al.*, 2016). Le développement de l'antracnose du manioc est conséquent à une diversité de morphotypes dont l'aspect cotonneux du thalle et le pouvoir pathogène sont les caractères les plus communs. Les études moléculaires seraient importantes pour la compréhension de cette génomique qui soutient la pathogénicité et la structuration des isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manibotis*, en vue de l'élaboration d'une lutte efficace basée sur les bio-pesticides.

6 REMERCIEMENTS :

Nous remercions le programme du Centre d'Excellence Africain en Changement Climatique, Biodiversité et Agriculture Durable

(CEA-CCBAD) Côte d'Ivoire pour leur soutien financier dans la réalisation de ces travaux.

7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Akinwale MG, Akinyele BO, Odiyil AC. et Dixon AGO: 2011. Genotype X Environment interaction and yield performance of 43 improved cassava

(*Manihot esculenta* crantz) genotypes at three agro-climatic zones in Nigeria. *British Biotechnology Journal* 1(3): 68-84.

- Baroncelli R, Amby DB, Zapparata A, Sarrocco S, Vannacci G, Le Floch G, Harrison RJ, Holub E, Sukno SA, Sreenivasaprasad S. et Thon MR: 2016. Gene family expansions and contractions are associated with host range in plant pathogens of the genus *Colletotrichum*. *BMC Genomics* 17:555.
- Boher B. et Danielle JF : 1982. Anthracnose du manioc en République populaire du Congo, *Tropicicultura* 8p. (horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/.../01389.pdf)
- Cannon PF, Buddie AG. et Bridge PD: 2008. The typification of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Mycotaxon* 104:189–204.
- Damm U, Woudenberg JHC, Cannon PF. et Crous PW: 2009. *Colletotrichum* species with curved conidia from herbaceous hosts. *Fungal Diversity* 39: 45–87.
- Fokunang CN. et Dixon AGO: 2006. Post-harvest evaluation of *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *manibotis* on Cassava Genotype. *Plant pathology journal* 5 (1):60-66.
- Fokunang CN, Dixon AGO, Akem CN, Ikotun T: 2000. Cultural, morphological and pathogenic variability in *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *Manibotis* isolates from cassava (*Manihot esculenta*) in Nigeria. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3(4): 542-546.
- Gautam HR, Bhardwaj ML. et Kumar R: 2013. Climate change and its impact on plant diseases. *Current science* 105(12): 1685-1691.
- Ghini R, Bettiol W. et Hamada E: 2011. Diseases in tropical and plantation crops as affected by climate changes: current knowledge and perspectives, *Plant Pathology* 60:122–132.
- IITA: 1990. Cassava in tropical Africa. IITA, Ibadan, Nigeria, 109p.
- Keute Kamdoum E, Tsopmbeng Noumbo GR. et Kuate JR: 2016. Cultural and morphological variations of *Colletotrichum* spp associated with anthracnose of various fruits in Cameroon. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)* 1(4):968-974.
- Kouame GK, Sorho F, Kone D, Bomisso LE, Ake S. et Yatty J: 2011. Activité pathologique comparée de deux isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) sur deux variétés de mangues (*Mangifera indica* L.). *Agronomie Africaine* 23(1) :33–41.
- Machowicz-Stefaniak Z, Zalewska E. et Ewa Król E: 2011. Occurrence, harmfulness and morphological structures of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. (TELEOMORPH: *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld. et Schrenk), *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 10, (3): 39-52.
- Makambila C : 1992. Infection des tiges de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) par *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, agent pathogène de l'anthracnose du manioc In Compte rendu du séminaire régional organisé par la Fondation Internationale pour la Science (IFS) et l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), Grev Turegatan 19, 114 38 Stockholm, Sweden, 43-55p.
- Meenakshi S. et Kulshrestha S: 2015. *Colletotrichum gloeosporioides*: An anthracnose causing pathogen of fruits and vegetables. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 12 (2):1233-1246.
- Obilo OP, Ikotun B, Ihejirika GO. et Beawuchi II: 2009. Reaction of selected cassava cultivars to cassava anthracnose disease (CAD) in Nigeria. *Journal of Animal & Plant Sciences* 3 (2): 186–193.
- O'Connell RJ, Thon MR, Hacquard S, Amyotte SG, Kleemann J, Torres MF. et Vaillancourt LJ: 2012. Lifestyle transitions in plant pathogenic *Colletotrichum* fungi deciphered by genome and transcriptome analyses. *Nat Genet* 44:1060–1065

- O'Connell RJ, Herbert C, Sreenivasaprasad S, Khatib M, Esquerré-Tugayé MT. et Dumas B : 2004. A novel *Arabidopsis-Colletotrichum* pathosystem for the molecular dissection of plant-fungal interactions. *Mol Plant Microbe Interact* 17(3):272-282
- Photita W, Taylor PWJ, Ford R, Hyde KD et Lumyong S: 2005. Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from herbaceous plants in Thailand. *Fungal Diversity* 18:117-133.
- Photita W, Lumyong S, Lumyong P, Mckenzie EHC. et Hyde KD: 2004. Are some endophytes of *Musa acuminata* latent pathogens? *Fungal Diversity* 16:131-140
- Wokocha RC et Nneke NE: 2011. Cassava anthracnose disease and varietal screening for resistance in Akwa Ibom state of Nigeria. *Journal of Agricultural Science and Technology* 1: 889-895
- Wokocha RC, Nneke NE. et Umechuruba CI: 2010. Screening *Colletotrichum gloeosporioides* F. sp *manihotis* isolates for virulence on cassava in Akwa Ibom State of Nigeria. *Agro-Science Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension* 9 (1): 56-63.
- Yeo FE, Ehui KJN, Amari Ler-N'Ogn DGE, N'Guetta AS-P. et Kone D: 2017. Distribution and incidence of cassava anthracnose in Côte D'Ivoire and pathogenic characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz *manihotis* isolates. *Plant Pathology Journal* 16: 73-81
- Zippora A-K, Kofi AA, Emmanuel M, David A-K. et Esther M: 2016. Variability of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates the causal agent of anthracnose disease of cassava and yam plants in Ghana, *Int. J. Phytopathol.* 05 (1): 1-9.