



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Réaction phénolique de quatre clones de palmier à huile inoculés par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*

Dibi Balé Françoise GOGBE^{1,3*}, Jean Noel KONAN², Sékou DIABATE¹,
Eugène Pacôme KONAN², Boaké KONE² et Denézon Odette DOGBO³

¹Laboratoire de phyto/physiopathologie, Laboratoire Central de Biotechnologies (LCB),
Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Km 17 : 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de Culture in vitro, CNRA La Mé, 13 BP 989 Abidjan 13, Côte d'Ivoire.

³Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, UFR-Science de la Nature, Université
Nangui Abrogoua (UNA), 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

* Auteur correspondant; E-mail: francoisegogbe@yahoo.fr; Tel + (225) 44035191/77363309

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimé nos sincères remerciements à l'AIPH (Association Interprofessionnelle de la filière Palmier à Huile en Côte d'Ivoire) et au FIRCA (Fond Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles), deux structures qui ont financièrement soutenu le projet.

RESUME

En Afrique, la culture du palmier à huile est menacée par la fusariose causée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (F.o.e). Chez cette plante, l'activité antifongique des phytoalexines a été démontrée dans la lutte contre ce champignon au cours des premières semaines après inoculation. L'objectif de cette étude est de sélectionner des clones de palmier à huile résistants à F.o.e. sur la base de leur synthèse phénolique. Pour ce faire, les racines blessées des plantules ont été inoculées par F.o.e et les non inoculés ont servi de témoin. Les racines ont été prélevées à différents temps. Les extraits racinaires des plantules ont été dosés par le réactif Folin Ciocalteu pour quantifier les phénols totaux des plants inoculés (IT) et non inoculés (NI). Les résultats ont montré que les clones résistants ont réagi à l'infection dès le premier jour après inoculation. Par contre, les clones sensibles ont réagi le cinquième jour. Au huitième jour, la quantité de phénols baisse considérablement chez les clones sensibles et augmente ou se stabilise chez les clones résistants. Ce résultat pourrait servir pour la sélection des clones résistants à F.o.e avant la mise au point des marqueurs phénoliques de tolérance du palmier à huile à ce pathogène.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Clone, sensible, résistant, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, Palmier à huile, phénols.

Phenolic reaction of four clones of oil palm inoculated by *fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*

ABSTRACT

In Africa, the cultivation of oil palm is threatened by *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* which is responsible of the fusarium. The antifungal activity of phytoalexins was demonstrated in the fight against this fungus in the first weeks after inoculation of the oil palm plant. However, the phenolic behavior of sensitive and tolerant clones over time remains unclear. The objective of this study is to select resistant oil palm clones F.o.e. on the basis of their phenolic synthesis. In order to achieve this aim, the roots of the oil palm plants were injured and inoculated with F.o.e. The uninoculated oil palm plants were used as the control. The roots were collected at different times. The root extracts of the oil palm plants were measured using the Folin Ciocalteu reagent in order to quantify the total phenols present in both the inoculated (IT) and the non-inoculated (NI) plants. The results showed that the tolerant clones reacted to infection from the first day after inoculation. On the other hand, the sensitive clones reacted the fifth day. On the eighth day, the amount of phenols was found to be significantly lower in the susceptible clones. In contrast, the amount of phenols was found to be higher or stable in the resistant clones. This result could be used to select the resistant clones to F.o.e before the development of phenolic markers for oil palm plant infections.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Clone, susceptible, resistant, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, oil palm, phenols

INTRODUCTION

Le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) constitue une ressource économique importante pour ses fruits et ses graines dont sont extraites l'huile de palme à partir du mésocarpe de la pulpe de couleur rouge et l'huile de palmiste à partir des graines décortiquées (Ataga et van der Vossen, 2007 ; Monde et al., 2008). Ces huiles sont plus utilisées dans l'alimentation, la savonnerie et en cosmétologie. En 2006, 1% des biodiesels était produit à partir d'huile de palme et en 2010, elle fut l'huile végétale la plus consommée au monde (FAO, 2013). En Afrique tropicale, cette plante occupe une position prépondérante dans la production agricole, les échanges et la consommation de corps gras (Aholoukpe et al., 2013).

Cependant, le palmier à huile reste menacée par de nombreuses maladies. Parmi lesquelles, la fusariose est celle qui revêt plus d'importance dans plusieurs pays africains (Durand et al., 2002 ; Rusli et al., 2013). Cette maladie est causée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (F.o.e) (*Ascomycètes*) (Diabaté et al., 2013). L'agent pathogène de cette trachéomycose est un champignon tellurique spécifique du palmier à huile. Celui-ci pénètre

dans la plante par les racines blessées et, grâce à ses enzymes d'agression, il franchit les barrières épidermiques pour migrer de façon ascendante le long du xylème de manière intra et intercellulaire jusqu'au pseudobulbe; ce qui provoque une accumulation de gomme dans les vaisseaux du xylème. Ces gommes peuvent obstruer entièrement la lumière du vaisseau et bloquer complètement la circulation de la sève, ce qui entraîne un dépérissement plus ou moins rapide des palmiers atteints (Flood, 2006 ; Tengoua et Bagkoumé, 2008). Cette maladie occasionne la mort de plus de 70% des palmiers en plantation (Cooper, 2011 ; Ntsomboh et al., 2012). La méthode de lutte mise en place pour faire face à ce pathogène a été essentiellement d'origine génétique; la lutte chimique étant quasiment impossible à cause de l'origine tellurique du pathogène. Cette lutte génétique a consisté à sélectionner des variétés résistantes à la maladie. Elle repose sur le choix du matériel végétal résistant après un test d'inoculation de l'agent pathogène aux plantules au stade pré-pépinière (Allou et al., 2003). En effet, le matériel testé est dit résistant lorsque l'indice de la maladie est inférieur à 100 et sensible lorsque l'indice est

supérieur à cette valeur (Ntsefong et al., 2012). Cependant, cette méthode est consommatrice de temps et utilise un nombre important de matériel végétal. Or, des études effectuées sur les mécanismes de défense du palmier à huile à la maladie ont montré l'implication des composés phénoliques dans la défense de cette plante contre le *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (Diabaté et al., 2010). C'est pourquoi, la quantification des phénols constitutifs et des phénols induits par l'infection pourrait constituer une approche utilisable pour la mise au point de test précoce de dépistage de la résistance du palmier à huile au F.o.e. Ce travail vise donc à discriminer les clones résistants des clones sensibles sur la base de leur niveau de synthèse de composés phénoliques après leur inoculation à F.o.e.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de plantules de 4 clones de palmier à huile obtenues par multiplication végétative *in vitro* à la station de recherche de La Mé du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA). Les quatre clones se composent de deux clones résistants ; **LMC O22** d'indice (29) et **LMC 77** d'indice (31) et de deux clones sensibles; **LMC 88** d'indice (149) et **LMC 174** d'indice (138). Les plantules ont été utilisées après deux mois de croissance au stade préépinière.

Matériel fongique

Le matériel fongique est composé d'une souche agressive de *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaedis* (*Ascomycètes*) maintenue dans la collection en cultures monospores de la station de recherche de Robert Michaux du CNRA de Dabou. Elle a été isolée d'un palmier fusarié et nommée mono 179 par le CNRA. Cette souche est reconnue pour son agressivité et est régulièrement utilisée dans le cadre des tests de sélection de croisement ou de clone

résistant à la fusariose vasculaire du palmier à huile en Côte d'Ivoire.

Méthodes

Préparation de l'inoculum

Pour préparer l'inoculum, le mycélium de la souche (Mono 179) régénéré sur milieu de moisissure (milieu gélosé) a été prélevé puis ensemencé sur milieu Armstrong (milieu liquide) contenu dans des erlenmeyers. Après cinq jours d'incubation, 2 ml de la suspension de spores ont été mis en culture dans des boîtes de Roux contenant 100 ml du milieu Armstrong et mis en incubation pendant huit jours. Le contenu de ces boîtes broyé constitue l'inoculum liquide (Diabaté et al., 2012; Gbongué et al., 2012).

Technique d'inoculation

La méthode adoptée par Diabaté et al. (2014), Gnancadja et al. (2015) a été utilisée pour inoculer les plantules par la souche pathogène de F.o.e. Après deux mois de végétation, deux lots de plantules ont été constitués pour chaque clone. Les plantules du lot essais ont été déterrées. Les racines de chaque plantule ont été rincées à l'eau de robinet puis trempées dans l'inoculum pendant une minute. Les plantes ont été ensuite repiquées dans le terreau. Les racines blessées ont constitué les points d'infection. Les plantules du lot témoin n'ont pas été inoculées ni déterrées.

Prélèvement des racines

Les prélèvements des racines à analyser ont été effectués selon quatre délais d'incubation : T0, T+1jour, T+5 jours et T+8 jours après inoculation. Pour chaque délai d'incubation, 5 plantules par clone ont été prélevés par traitement. Les plantules ont été déterrées, les racines ont été rincées à l'eau de robinet, découpées et pesées. Elles ont été conservées au congélateur à 4 °C pendant 48 heures avant l'extraction des composés phénoliques.

Extraction des composés phénoliques

La méthode d'extraction des phénols utilisée est celle adoptée par Diabaté et al.

(2009). Cette technique d'extraction permet de libérer plus de composés phénoliques dans la solution hydro-éthanolique. Les racines prélevées ont été broyées dans de l'azote liquide (-160 °C) et reprises dans un mélange éthanol-eau (70-30 ; v/v). Ce mélange est porté à ébullition sous vide. La solution hydro-éthanolique obtenue est conservée au réfrigérateur à 4 °C avant les dosages.

Quantification des composés phénoliques totaux

La quantité de phénols contenus dans les extraits racinaires est mesurée par la méthode colorimétrique utilisant le réactif Folin ciocalteu (Marigo, 1973). Ce réactif permet de mesurer le potentiel d'oxydoréduction des phénols. Les teneurs en phénols des extraits hydro-éthanolique des racines sont calculées en prenant l'acide chlorogénique comme référence et sont exprimées en microgramme (μg) d'équivalent d'acide chlorogénique par gramme (g) de matière fraîche (Diabaté et al., 2009).

Analyses statistiques

Les données obtenues ont été traitées selon l'analyse de variance (ANOVA) à trois facteurs à l'aide du logiciel Statistica version 7.1. Lorsqu'une différence significative est observée ($p < 0,05$), la variance est complétée par la comparaison des moyennes à l'aide du test de Student Newman-Keuls au seuil de 5% pour la constitution des groupes homogènes.

RESULTATS

Les différentes méthodes adoptées ont permis d'obtenir les résultats qui sont présentés dans les Figures 1 a et b et, les Figures 2 a et b. Ces différentes figures présentent l'évolution des taux de phénols totaux des extraits de racines des plantules inoculés (IT) et non inoculés (NI) respectivement des clones résistants LMC 022 (29) et LMC 77 (31) et des clones sensibles LMC 88 (149) et LMC 174 (138) en fonction des temps d'incubation des racines. La réaction phénolique de défense de la plante

représente la quantité de phénols constitutifs et la quantité de phénols induits mesurés.

Réaction phénolique des clones de palmier à huile résistants à la fusariose

Chez les clones résistants LMC 022 et LMC 77 (Figure 1a et b), l'analyse statistique de la teneur en phénols totaux des plants inoculés (IT) par F.o.e et non inoculés (NI) a indiqué qu'au temps T+1jour après inoculation, les plants inoculés ont réagi à l'infection par l'augmentation de leur quantité de phénols (3800 $\mu\text{g/g}$ pour LMC 22 et 4600 $\mu\text{g/g}$ pour LMC 77) par rapport à celle des plants non inoculés (3100 $\mu\text{g/g}$ pour LMC22 et 3700 $\mu\text{g/g}$ pour LMC 77). La quantité de phénols synthétisés s'accroît de façon régulière jusqu'au huitième jour pour le clone LMC 22 (5000 $\mu\text{g/g}$). Concernant le clone LMC 77, la quantité de phénols synthétisés par les plants inoculés a atteint sa valeur maximale dès le premier jour et est resté stable jusqu'au huitième jour après inoculation.

Réaction phénolique des clones de palmier à huile sensibles à la fusariose

Chez les clones sensibles LMC 174 et LMC 88 (Figure 2a et b), l'analyse statistique de la teneur en phénols totaux des racines révèle qu'il n'y a pas de différence entre les quantités de phénols synthétisés par les plants inoculés et non inoculés à T + 1jour après inoculation. C'est au cinquième jour après inoculation qu'une forte synthèse de phénols a été observée chez les clones sensibles. La quantité de phénols a été de 7000 $\mu\text{g/g}$ chez LMC 174 et 6000 $\mu\text{g/g}$ chez LMC 88. Dans les lots témoin, les quantités de phénols ont été de 4250 $\mu\text{g/g}$ et de 4200 $\mu\text{g/g}$ de matière fraîche respectivement pour LMC 174 et LMC 88. Chez ces clones sensibles, une baisse considérable de production de phénols intervient au huitième jour après inoculation (4400 $\mu\text{g/g}$ pour LMC 174 et 4000 $\mu\text{g/g}$ pour LMC 88).

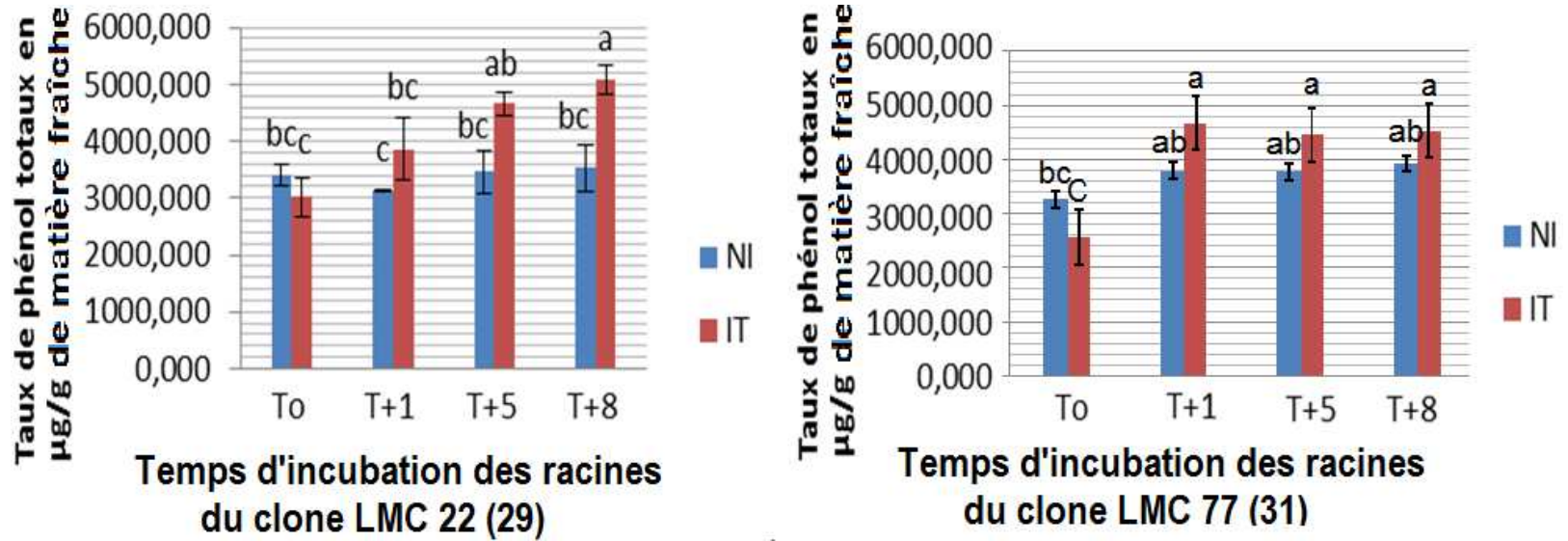


Figure 1: Taux de phénols totaux extraits des racines inoculées par *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* et non inoculées des clones résistants de palmier à huile. NI : Non inoculé ; IT : Inoculé trempé ; les histogrammes surmontés de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Student et Newman-Keuls) ; Moyenne ± Erreur type

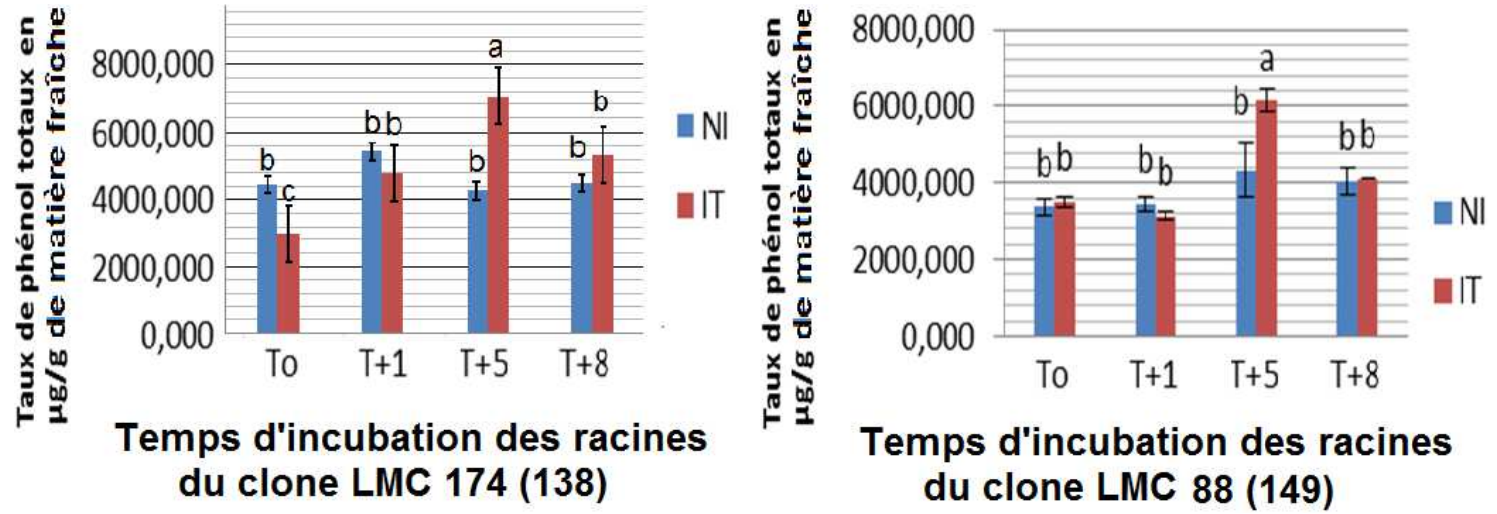


Figure 2: Taux de phénols totaux extraits des racines inoculées par *Fusarium oxysporum* f.sp.*elaeidis* et non inoculées des clones sensibles de palmier à huile. NI : Non inoculé ; IT : Inoculé trempé ; les histogrammes surmontés de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Student et Newman-Keuls) ; Moyenne ± Erreur type

DISCUSSION

La réaction phénolique chez la plupart des plantes face à l'agent pathogène correspond à la résultante des phénols constitutifs et induits dont certains sont des phytoalexines (Benhamou et Rey, 2012). Ces phytoalexines, synthétisées en réponse aux attaques abiotiques ou biotiques peuvent s'accumuler et participer activement à la défense des plantes. Les résultats de ce travail montrent que les clones résistants de palmier à huile inoculés par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (F.o.e), ont réagi à l'infection un jour après l'inoculation par une augmentation de leur taux de phénols totaux. Cette augmentation a été de 22% et de 31% respectivement pour LMC 22 et LMC 77 par rapport aux plants non inoculés. Cette réaction précoce des clones résistants à l'infection pourrait s'expliquer par le fait que la plante a reconnu l'agent pathogène. Cette reconnaissance a déclenché les mécanismes de défenses de la plante qui ont conduit à la synthèse très rapide des composés phénoliques. Parmi ces composés accumulés, certains peuvent agir directement sur l'agent pathogène par leurs actions antifongiques. D'autres phénols peuvent intervenir dans la synthèse de la lignine pour renforcer les parois pectocellulosiques. L'oxydation des phénols par les polyphénoloxydases donne des quinones qui sont toxiques pour l'agent pathogène. Au total, par ces différentes actions, les phénols accumulés en réponse rapide de l'hôte peuvent restreindre le pathogène au point d'inoculation ou stopper l'invasion des tissus de la plante (Jourdan et al., 2008). Ces mêmes observations ont été faites chez d'autres espèces de plantes notamment chez l'espèce résistante de la vigne au champignon *Plasmopara viticola* (Mondolot-Cosson et al., 1997) et chez le manioc inoculé par *Colletotrichum*

gloesporioides (Gogbeu et al., 2015). De même, les travaux de Clériver et al. (2003) ont mis en évidence la précocité de la synthèse de composés phénoliques chez l'espèce *platanus occidentalis*, résistante à l'agent pathogène du chancre coloré (*Ceratocystis fimbriata* f. sp. *platani*) 32 heures après l'infection. Les travaux effectués par Diabaté (2008) ont montré qu'après infection de plants résistants de palmier à huile au F.o.e, il y a une accumulation significative et rapide de composés à activité antifongique dans les racines et les pseudobulbes au cours des premières semaines. Ces composés ont inhibé la progression du pathogène. Chez le palmier à huile, ces substances antifongiques composées couramment appelées phytoalexines, appartiennent à cinq familles de composés phénoliques de défense que sont : les dérivés cinnamiques, les flavonones, les flavones, les flavonols et les esters chlorogéniques (Diabaté, 2008).

Chez les clones résistants de palmier à huile, le taux de phénols totaux est resté élevé pendant huit jours après inoculation, ce qui pourrait permettre aux plants de maintenir la résistance afin de neutraliser complètement le champignon. A cet effet, les travaux de Moestra et Grisebach (1982) stipulent que, l'accumulation des phénols après infection de la plante atteint très rapidement des teneurs élevées, supérieures à celles nécessaires pour inhiber la croissance des pathogènes *in vitro*. Mais la suppression de leur synthèse par des inhibiteurs métaboliques conduit dans quelques cas à une perte de la résistance.

Chez les clones sensibles de palmier à huile, les plants inoculés ont réagi par une forte synthèse de composés phénoliques. Par rapport aux témoins, l'augmentation des phénols dans les racines des plants infectés a été de 69,7% et 66,7% respectivement pour les clones LMC 174 et LMC 88. Cependant,

cette réaction a été tardive (5ème jour après inoculation) et transitoire. En effet, les phénols synthétisés ont connu une baisse au bout de 8 jours. La synthèse tardive et de courte durée de ces composés de défenses a favorisé chez ces clones sensibles, l'installation et le développement de l'agent pathogène. Ce qui a conduit à la maladie. Ces résultats confirment ceux obtenus par Mondolot-Cosson et al. (1997) qui ont montré que, chez l'espèce sensible de vigne à *Plasmopara viticola*, la réaction phénolique apparaît le cinquième jour. Cette réaction tardive n'a pas permis à la plante de lutter efficacement contre le pathogène. Ces mêmes résultats ont été obtenus par Clériver et al. (2003) chez l'espèce *platanus acerifolia* sensible à l'agent pathogène du chancre coloré. Chez les clones sensibles de palmier à huile, les composés phénoliques induits après infection peuvent ne pas contenir les substances de défense comme l'a montré Trojaak et Berbec (2005). En effet, leurs travaux ont montré que qualitativement, les extraits alcooliques des tissus des plants sensibles à un champignon n'ont pas d'effet fongitoxique sur la croissance *in vitro* de ce pathogène.

Conclusion

La quantification des composés phénoliques des racines de palmier à huile avant et après inoculation par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, a permis de comparer la réaction phénolique de quatre clones de palmier à huile dont deux résistants et deux sensibles. Il ressort de cette étude que les clones résistants ont réagi à l'infection le premier jour après inoculation par une augmentation de leur taux de phénols totaux et ont maintenu ce taux élevé au huitième jour après inoculation. Quant aux clones sensibles, l'accumulation des phénols qui a eu lieu le

cinquième jour après inoculation a été suivi d'une baisse considérable de ces composés au huitième jour après inoculation. Ces résultats, ont permis de différencier les clones résistants des clones sensibles à partir de leur réaction phénolique à l'infection fongique. Pour compléter ce travail, des expériences visant à l'identification des molécules réellement impliquées dans la défense du palmier à huile doivent être conduites.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

FDGB a réalisé les travaux, collecté les données et a rédigé le manuscrit. JNK et EPK ont créé les clones utilisés dans cette étude au laboratoire de culture *in vitro* de la station de recherche de La Mé (CNRA). BK a assuré la mise en champ et le suivi du développement des clones. JNK ; EPK et BK ont tous participé à la correction du manuscrit. SD II est le chef de ce projet et initiateur de cet article. Il a situé le contexte et défini l'objectif de cet article. Il a suivi et apporté ces critiques pendant les différentes étapes de la rédaction. Il a aussi approuvé la méthode adoptée et participé à la correction du manuscrit. DOD a coordonné et orienté ce travail et donner un contenu scientifique basé sur les connaissances dans ce domaine.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent également au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) qui a mis à notre disposition les clones de palmier à huile.

REFERENCES

Aholoukpe H, Vissoh VP, Amadji G, Deleporte P, Dubos B, Nodichao L,

- Kakaï R G, Chotte JL, Blavet D 2013. Typologie des plantations villageoises de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) dans le département du Plateau au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(3): 978-999. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.8>
- Allou K, Ahoussou N, Ake S, Diabate S, Franqueville (De) H. 2003. Comportement de clones de palmier à huile au champ en zones de haute densité de F.o.e en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, **15** (1): 29-38.
- Ataga CD, van der Vossen, HAM. 2007. *Elaeis guineensis* Jacq. [<http://www.prota4u.org/search.asp>] Fiche de PROTA4U.
- Benhamou N, Rey P. 2012. Stimulateurs des défenses naturelles des plantes : une nouvelle stratégie phytosanitaire dans un contexte d'écoproduction durable. : In *Principes de la résistance induite. Phytoprotection*, **92** : 1-23. DOI : 10.7202/1012399ar
- Clériveret A, Alami I, Breton F, Garcia D, Sanier C. 1996. Les composés phénoliques et la résistance des plantes aux agents pathogènes, *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, **143** (6) 531-538. DOI : 10.1080/12538078.1996.10515350.
- Clériveret A, Hadrami IE, Bélanger R, Nicole M. 2003. Résistance du platane (*Platanus spp-ceratocystis fimbriata* f. sp *platani*) au chancre coloré : réactions de défense de la plante et perspectives d'amélioration. *Cahier Agricultures*, **12**(1) 43-50
- Cooper RM. 2011. *Fusarium* wilt of oil palm: A continuing threat to south east asian plantations. Paper presented at the seminar/dialogue titled sustainable agriculture-an insight into *Ganoderma* held on 24th February 2011 in Kuala Lumpur, organized by Agrinos Sdn Bhd. *The Planter, Kuala Lumpur*, 409-418.
- Diabate S. 2008. Contribution à l'étude de la diversité phénolique dans la réaction de défense du palmier à huile (*Elaeis guineensis* jacq) contre la fusariose vasculaire. Thèse unique de Doctorat de l'Université de Cocody (Abidjan), p.155.
- Diabate S, Franqueville (De) H, Adon B, Coulibaly OA, Ake S. 2009. The role of phenolic compounds in the determination of wilt disease tolerance of oil palm (*Elaeis guineensis* JACQ). *African Journal of Biotechnology*, **8**(21): 5679-5690.
- Diabaté S, Gbongué L-R, Dick E, Bomisso EL, Franqueville (De) H. 2012. Etude comparée de l'action de souches non pathogènes de *Fusarium oxysporum* dans l'induction des réactions immunitaires du palmier à huile contre la fusariose. *European Journal of Scientific Research*, **73**(2): 193-201.
- Diabate S, Konan KJN, Allou D, Hala NF. 2013. Effet d'une souche non pathogène de *Fusarium oxysporum* sur l'expression de la fusariose chez le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(3): 1279-1288. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.33>
- Diabaté S, Wongbé Y, Brou KG, Gogbé BF, Koutou A, Kouadjo CG. 2014. Étude comparée de la réaction phénolique chez quatre clones de palmiers à huile dans le pathosystème *Elaeis guineensis-Fusarium oxysporum* f.sp. *elaedis* au stade préépinière. *Journal of Animal et Plant Sciences*, **21**(1): 3241-3250.
- Durand-Gasselin T, Cochard B, Amblard P, Franqueville H (De). 2002. Un regard sur quarante ans d'amélioration

- génétique du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq) et son impact sur la filière. *Le Sélectionneur Français*, **53** (374) : 16-21.
- El Modafar C, Clériveret A, Vigouroux A, Macheix JJ. 1995. Inoculation of resistant and susceptible leaves of *Platanus* spp by *Ceratocystis fimbriata* f. sp *platani* induces highly differential responses. *Eur J Plant Pathol*, **101** : 503-509. DOI: 10.1007/BF01874474
- FAO. 2013. Bilans alimentaire: production mondiale de l'huile de palme. Division de la Statistique, FAOSTAT, Série informatique, FAO, Rome, Italie. *Plantation, Recherche, Développement*. Juillet-aout.5-10.
- Flood J. 2006. A review of *Fusarium* wilts of the oil palm caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*. *Phytopathology*, **96**(6): 660-662. DOI: 10.1094/PHYTO-96-0660
- Gnancadja LS, Tonon DHE, Faton EMO, Kpindou KOD, Dannon E, Akoegninou A. 2015. Efficacité de l'agent antagoniste *Trichoderma harzianum* sur *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici* agent pathogène de la tomate. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(2): 770-782. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.17>
- Gogbeu SG, Sékou D, Kouakou KJ, Dogbo DO, Bekro YA. 2015. Improvement of Cassava resistance to *Colletotrichum gloeosporioides* by salicylic acid, phosphorous acid and Fungicide Sumi 8. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, **4**(3): 854-865.
- Jourdan E, Ongena M, Thonart P. 2008. Caractéristiques moléculaires de l'immunité des plantes induite par les rhizobactéries non pathogènes. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, **12**(4): 437- 449
- Marigo G. 1973. Sur une méthode de fractionnement et d'estimation des composés phénoliques chez les végétaux. *Analusis*, **2**: 10-110.
- Moestra P, Grisebach H. 1982. L-2-aminooxy-3-phenylpropionic acid inhibits phytoalexin accumulation in soybean with concomitant loss of resistant against *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*. *Physiol. Plant Pathol.*, **21**: 65-70.
- Monde AA, Michel F, Carbonneau MA, Tiahou G, Vernet MH, Duvernay-Elgsmard S, Adon B, Konan E, Cristol JP, Sesse D. 2008. Teneur en acides gras et en antioxydants de l'huile de palme en Côte d'Ivoire. *Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaines*; **15**: 11-17.
- Mondolot-Cosson L, Andary C, Dai G-H, Roussel J-L. 1997. Histolocalisation de substances phénoliques intervenant lors d'interactions plante-pathogène chez le tournesol et la vigne, *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, **144**(3): 353-362. DOI : 10.1080/12538078.1997.10515380
- Ntsomboh-Ntsefong G, Epoh-Nguea T, Madi-G, Nsimi-Mva A, Ngando-Ebongue G, Kounga F, Tagne S, Mpondo Mpondo E, Dibong D. 2015. Isolation and *in vitro* characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, causal agent of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) vascular wilt. *Research in Plant Sciences*, **3**(1): 18-26. DOI: 10.12691/plant-3-1-4
- Ntsomboh-Ntsefong G, Ebongue GFN, Koona P, Bell JM, Youmbi E, Ngalle HB, Bilong EG, Madi G, Anaba B. 2012. Control approaches against vascular wilt

- disease of *Elaeis guineensis* Jacq. caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*. *Journal of Biology and Life Science*, **3**(1): 160-173. DOI: 10.5296/jbls.v3i1.992
- Rusli MH, Idris AS, Wheals AE, Cooper R 2013. Detection of *Fusarium* wilt in oil palm by polymerase chain reaction methods: MPOB information series 533: 1511-7871.
- Tengoua FF, Bakoumé C. 2008. Pathogenicity of Cameroon strains of *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* – the causal agent of oil palm vascular wilt. *The Planter*, **84** (985): 233-237.
- Trojak GA, Berbec A. 2005. Potential of *Nicotiana glauca* (Grah) as a source of resistance to black root. *Thielaviopsis basicola* (Berk and Broome). Ferr. In : *Tobacco improvement. Plant Breed.*, **124**: 507-510. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2005.01135.x