



Champignons responsables de pourritures de l'igname *Dioscorea cayenensis-rotundata* variété kponan en post-récolte

Assiri Kouamé Patrice, Koutoua Séka, Assi Serge Théophile

Pôle de Recherche Production Végétale, Unité Santé des Plantes. 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

Auteur en correspondance : Kouamass@yahoo.fr

Original submitted in on 2nd November 2016. Published online at www.m.elewa.org on 31st March 2017
<http://dx.doi.org/104314/jab.v111i1.12>

RÉSUMÉ

Objectif : Faire l'inventaire des champignons associés aux pourritures des tubercules d'ignames de la variété "kponan" en post-récolte.

Méthodologie et résultats : Un échantillonnage a été effectué dans trois marchés du District d'Abidjan afin de collecter les tubercules d'igname présentant des symptômes caractéristiques de pourritures puis les champignons associés à ces symptômes ont été isolés et un test de pathogénéicité a été effectué avec ces champignons. Cinq types de symptômes ont été observés sur les tubercules collectés. Il s'agit de : pourriture humide de coloration marron, brune, de pourriture sèche de coloration marron, verte et noire. De ces symptômes, cinq champignons ont été isolés. Il s'agit de : *Botryodiplodia* sp. ; *Penicillium* sp. ; *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. et *Colletotrichum* sp. Parmi ces champignons, *Botryodiplodia* sp. a été le plus isolé avec une fréquence de 37,5 %. Les tests de pathogénéicité effectués avec ces champignons ont montré que *Aspergillus* sp. a été le plus pathogénique.

Conclusion et application des résultats : cette étude constitue une étude préliminaire qui pourrait être une base de données pour mener une éventuelle lutte contre ces champignons responsables de pourritures en post-récolte

Mots clés : champignons, ignames, post-récolte, pourritures, symptômes

ABSTRACT

Objective: To make an inventory of the associated fungi rots in yam tubers of the variety "kponan" in post-harvest.

Methodology and Results: Sampling was conducted in three markets of Abidjan District to collect yam tubers with characteristic symptoms of rot and then fungi associated with these symptoms were isolated and a pathogenicity test was conducted with these fungi. Five kinds of symptoms were observed on collected tubers. These are: brown wet rot, brown, green and black dry rot. Five fungi were isolated from these symptoms. It is *Botryodiplodia* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. and *Colletotrichum* sp. Among these fungi, *Botryodiplodia* sp. was the most isolated with a frequency of 37.5%. The pathogenicity tests with these fungi showed that *Aspergillus* sp. was the most pathogenic.

Conclusion and application of Results: This study is a preliminary study which could be a database to control rot caused by postharvest fungi.

Keywords: fungi, yams, postharvest, rot, symptoms

INTRODUCTION

L'igname (*Dioscorea* spp.) est une plante alimentaire de première importance dans de nombreux pays tropicaux de l'Asie, de l'Amérique du sud, de l'Afrique et plus particulièrement de l'Afrique de l'Ouest (Demont et al., 2003). En Afrique de l'Ouest, l'igname joue, non seulement, un rôle important au plan économique et nutritionnel, mais également dans les rites socioculturels. Selon la Babaleye (2003), la culture de l'igname (*Dioscorea* spp.) contribue à la sécurité alimentaire de 300 millions de personnes dans les pays tropicaux. En Côte d'Ivoire, l'igname occupe une place importante dans la production agricole vivrière car elle représente à elle seule 63,72 % de la superficie des cultures vivrières avec une production d'environ 5,7 millions de tonnes (FAO, 2010). Malheureusement, de nombreuses contraintes écologiques et parasitaires empêchent l'igname de contribuer pour une part plus importante à la ration alimentaire de nombreux pays en voie de développement (Ikotun, 1983). Les pertes au cours de la conservation sont occasionnées par les agents externes tels que les insectes, les rongeurs et les moisissures. De plus, la teneur élevée en eau des tubercules associés aux blessures qu'ils subissent après la récolte, les exposent aux microorganismes (Tschannen et al., 2003). Des travaux de la FAO (1983) au Togo ont révélé que 80 % de pertes sont dues aux pourritures en stockage traditionnel. Selon

Vernier et Bricas (2000), les pourritures post-récolte des tubercules d'igname sont estimées à environ 20 à 30 % en Côte d'Ivoire. Toutefois, les pourritures de l'igname dues aux champignons microscopiques occasionnent les plus grandes pertes lors du stockage (Otusanya et Jeger, 1996). En effet, les travaux de Assiri et al. (2010) ont montré que les agents fongiques responsables de ces pourritures lors du stockage sont entre autres : *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Botryodiplodia* sp, *Mucor* sp., *Colletotrichum* sp. Ces champignons pénètrent dans les tissus des tubercules à travers les blessures occasionnées par les insectes, les nématodes et par les dégâts mécaniques causés pendant et après la récolte. Ce sont surtout les variétés du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* qui sont sujettes aux pourritures (Tschannen et al., 2003). L'objectif général de ce travail est de connaître les champignons associés aux pourritures d'igname de la variété "kponan". Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Identifier les pourritures sur les tubercules de l'igname "kponan" en conservation ;
- Identifier les champignons associés aux pourritures ;
- Déterminer la pathogénicité de ces champignons.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Localisation des sites d'échantillonnage : Tous les tubercules d'igname ont été collectés dans les magasins de stockage des marchés de trois (3) communes du

District d'Abidjan à savoir le marché d'Abobo-gare ; le marché d'Adjamé et enfin sur le marché de Yopougon (figure 1).

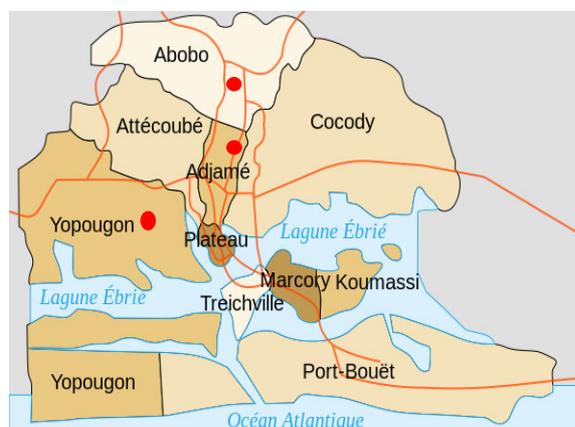


Figure 1 : Localisation des sites de collecte des échantillons de tubercules d'igname de la variété "kponan" (*Dioscorea cayenensis-rotundata*)

● Site de collecte des échantillons

Matériel : Le matériel végétal a été constitué de deux lots de tubercules d'igname de la variété "kponan" (*Dioscorea cayenensis-rotundata*), le premier lot est constitué de tubercules présentant des symptômes caractéristiques d'attaque de champignons et le second lot composé de

tubercules asymptomatiques (figure 2). Les tubercules présentant les pourritures ont été utilisés pour l'isolement des champignons associés à ces symptômes et les tubercules sains ont été utilisés pour le test de pathogénicité.

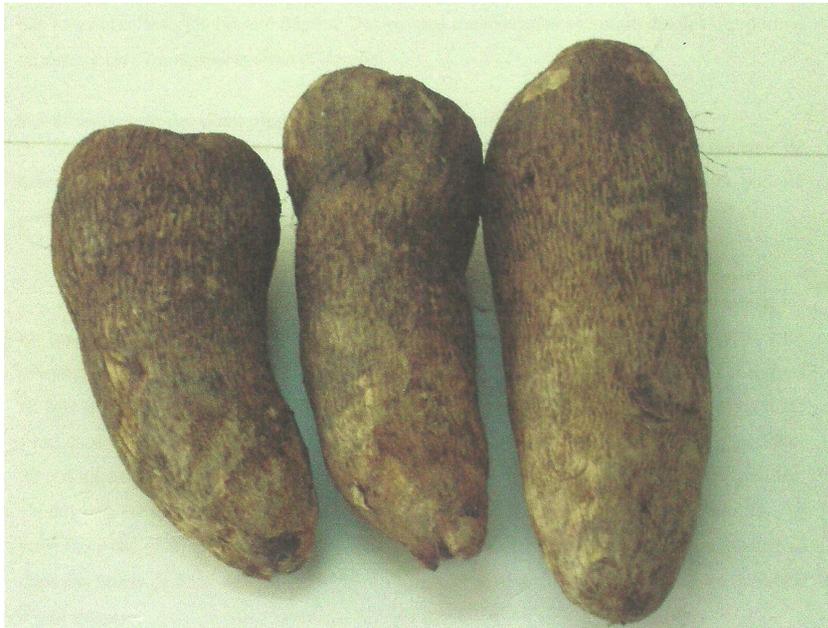


Figure 2 : Tubercules d'igname sains d'apparence, de la variété " kponan" (*Dioscorea cayenensis-rotundata*)

Méthodes

Échantillonnage : La collecte des échantillons a été faite dans cinq magasins des trois communes en raison de 5 échantillons de tubercules présentant des symptômes par magasin. Les symptômes des tubercules infectés ont été décrits. Des coupes transversales et longitudinales ont permis de décrire les symptômes externe et interne.

Isolement des champignons associés aux symptômes : L'isolement des souches fongiques a été fait à partir des explants (fragments de tubercules) prélevés sur les tubercules présentant des symptômes. Les explants ont été prélevés à la marge des symptômes après rafraichissement de surface infestée.

Préparation du milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar) : Le milieu PDA (Potato Dextrose Agar) a été utilisé pour isolement des champignons. La préparation de 1 Litre de milieu PDA additionnée de chloramphénicol est la suivante : deux cent grammes (200 g) de pomme de terre pelées ont été découpées en dés. Ceux-ci ont été mis dans un Litre d'eau portée à ébullition pendant 1 heure. Les dés ont été écrasés puis le broyat a été filtré dans le bouillon. Le filtrat a été recueilli dans un erlenmeyer, auquel 20 g de glucose et 20 g d'agar-agar ont été ajoutés. Le mélange a été ajusté

à 1 litre en y ajoutant de l'eau distillée. Ce milieu a été stérilisé à l'autoclave à 121 °C pendant 30 minutes sous une pression de 1 bar, puis 0,5 g de chloramphénicol a été ajouté au milieu PDA. Le milieu obtenu a été distribué dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre sous une hotte à flux d'air laminaire, en présence d'une flamme.

Ensemencement des explants végétaux : Les explants ont été désinfectés à l'hypochlorite de sodium à 10% pendant 3 minutes et rincés à 3 reprises successivement dans l'eau distillée stérile pendant 3 minutes. Les explants désinfectés ont été placés sur du papier buvard stérile afin d'éliminer l'excès d'eau. Les explants ont été ensemencés dans les boîtes de Pétri préalablement préparées. Les boîtes ont été scellées puis étiquetées. Les cultures ont été incubées pendant 3 à 4 jours à la température ambiante du laboratoire (27 °C à 30 °C). Les cultures ont été entreposées dans le laboratoire.

Purification des champignons : Les souches fongiques développées à partir des explants ont subi une première purification. Les champignons ont été repiqués séparément sur des nouveaux milieux PDA. La purification des souches fongiques a consisté à repiquer plusieurs fois chaque souche sur de nouveaux milieux de

culture en conditions stériles de sorte à isoler une colonie pure du champignon (Davet *et al.*, 1997).

Identification des champignons associés :

L'identification des souches fongiques a été faite à l'aide de la clé d'identification de Botton *et al.*(1990). La description des caractères culturaux a concerné la coloration, l'aspect, le mode de croissance et les colonies mycéliennes des souches fongiques. La description macroscopique a été faite sur des souches âgées de 7 jours. Des explants de la colonie ont été montés entre lame et lamelle au microscope. Les organes tels que les mycéliums, les spores ont été décrits. La description microscopique a été faite cinq(5) jours après repiquage.

Fréquence d'isolement des champignons : Les fréquences d'isolement des genres fongiques ont été déterminées selon la formule de Walder (1996).

$$FI (\%) = \frac{NI \times 100}{NTI}$$

FI : Fréquence d'isolement en pourcentage.

NI : Nombre d'isolement d'un genre fongique dans tous les échantillons.

NTI : Nombre Total d'isolement de tous les genres fongiques.

Test de pathogénicité des champignons isolés : Les tubercules apparemment sains ont été utilisés pour le test de pathogénicité. Les tubercules ont été lavés avec de l'eau et désinfectés à l'alcool 70° pendant 3 minutes. Les tubercules ont d'abord été découpés en rondelles de 4 cm d'épaisseur. Ensuite, un emporte-pièce de 0,5cm de diamètre a été utilisé pour effectuer un trou de 1 cm de profondeur au centre de chaque rondelle d'igname. Puis un inoculum fongique sous forme de disque prélevé d'une colonie mycélienne âgée d'une semaine de culture a été introduit dans l'ouverture faite sur les rondelles.

RÉSULTATS

Symptômes observés : Au total cinq différents types de pourritures ont été observés sur les tubercules d'igname de la variété "kponan" (*D. Cayenensis-rotundata*) collectés dans les magasins de stockage (figure 3). Il

L'inoculum a été placé de sorte que les fragments mycéliens aient été en contact avec le fond du trou. Enfin celui-ci a été refermé avec le cylindre d'igname. Pour les témoins, les rondelles témoins ont été inoculées avec des disques de PDA sans champignons. Les ignames ainsi traitées ont été conservées dans les bacs stériles en plastique contenant du papier buvard imbibé d'eau distillée stérile afin de maintenir une humidité relative élevée. Ces bacs en plastique ont été enfin conservés au laboratoire, à la température ambiante de 27 °C à 30 °C. Pour chacun des champignons isolés, 4 rondelles ont été utilisées.

Description des symptômes observés après le test de pathogénicité et volume de pourriture :

Les symptômes provoqués par les différents genres fongiques ont été décrits après dix jours d'incubation. La description a été faite après rafraîchissement de la surface infestée. Afin de déterminer le volume des pourritures, des coupes horizontales et transversales ont été effectuées sur les rondelles avec un couteau stérile. La hauteur et le diamètre de chaque pourriture ont été mesurés et le volume de pourriture calculé selon la formule de Mascher et Défago (2000).

Volume de pourriture (cm³) = $\pi^2 \times r \times h$

Avec r = rayon (en cm)

h = hauteur de la pourriture (en cm)

Analyse statistique : Une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification a été effectuée pour comparer d'une part les volumes moyens de pourritures induits par les souches. Et d'autre part les fréquences moyennes d'isolement des champignons. En cas de différence significative au seuil de 5 %, le test LSD de Fisher a été effectué afin d'obtenir les groupes d'homogénéités. L'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel statistica 7.1.

s'agit de : pourriture humide de coloration marron ; pourriture humide de coloration brune ; pourriture sèche de coloration marron ; pourriture sèche de coloration verte ; pourriture sèche de coloration noire.

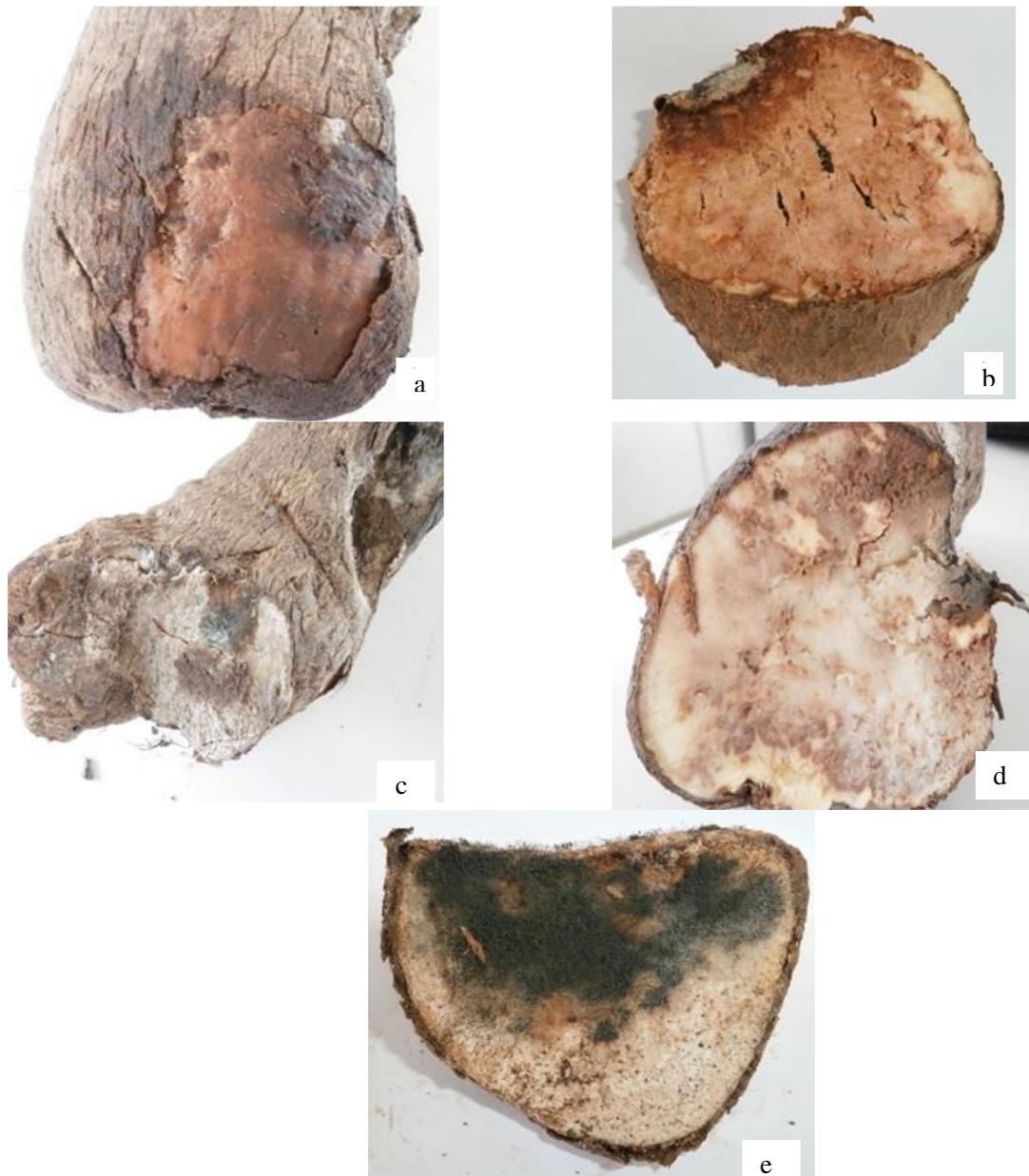


Figure 3 : Symptômes observés sur les tubercules d'igname de la variété "kponan" (*Dioscorea cayenensis- rotundata*) a : Pourriture humide de coloration marron ; b : Pourriture sèche de coloration marron ; c : Pourriture sèche de coloration verte ; d : Pourriture humide de coloration brune ; e : Pourriture sèche de coloration noire

Champignons isolés : Au total cinq genres fongiques ont été isolés des différents symptômes observés sur les tubercules d'igname collectés. Il s'est agi de *Botryodiplodia* sp. ; *Penicillium* sp. ; *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. et *Colletotrichum* sp. (Figure 4). Une seule espèce a été identifiée au niveau de chaque genre. Les souches *Aspergillus* sp. ont présenté une colonie mycélienne de couleur noire à maturité. La colonie se présente sous forme duveteuse. Le thalle, hyalin,

présente un mycélium cloisonné portant de nombreux conidiophores dressés, terminés en vésicule. Quant aux souches de *Penicillium* sp., elles ont présenté une mycélienne de couleur verte. Le conidiophore ramifié possède une forme ressemblant à celle d'un pinceau. Les conidies sont disposées en longues chaînes. Le thalle est vert. Concernant les souches de *Botryodiplodia* sp., elles ont présenté un mycélium hérissé au-dessus et fibreux dans la boîte de pétri avec une coloration blanc-neige et

au revers la couleur est totalement noire. Le thalle est composé de mycélium hérissée au-dessus et fibreux dans la boîte de pétri. La croissance du thalle est circulaire et régulière avec un rayonnement centré. Les observations microscopiques ont révélé la présence de conidies noires à la périphérie et brunes à l'intérieur. Elles sont cylindriques (forme de fève de cacao) et septées (deux septa). Les conidies présentent des paraphyses et sont entourées d'une gaine dans la partie centrale. Les

souches de *Colletotrichum* sp. ont présenté une colonie mycélienne de couleur blanche avec un aspect floconneux à revers grisâtre. Les observations microscopiques ont révélé la présence de conidies des souches de *Colletotrichum* sp. isolées présentant des formes cylindriques et fusiformes. Les souches de *Mucor* sp. ont présenté une colonie mycélienne de couleur grisâtre avec un aspect filamenteux.

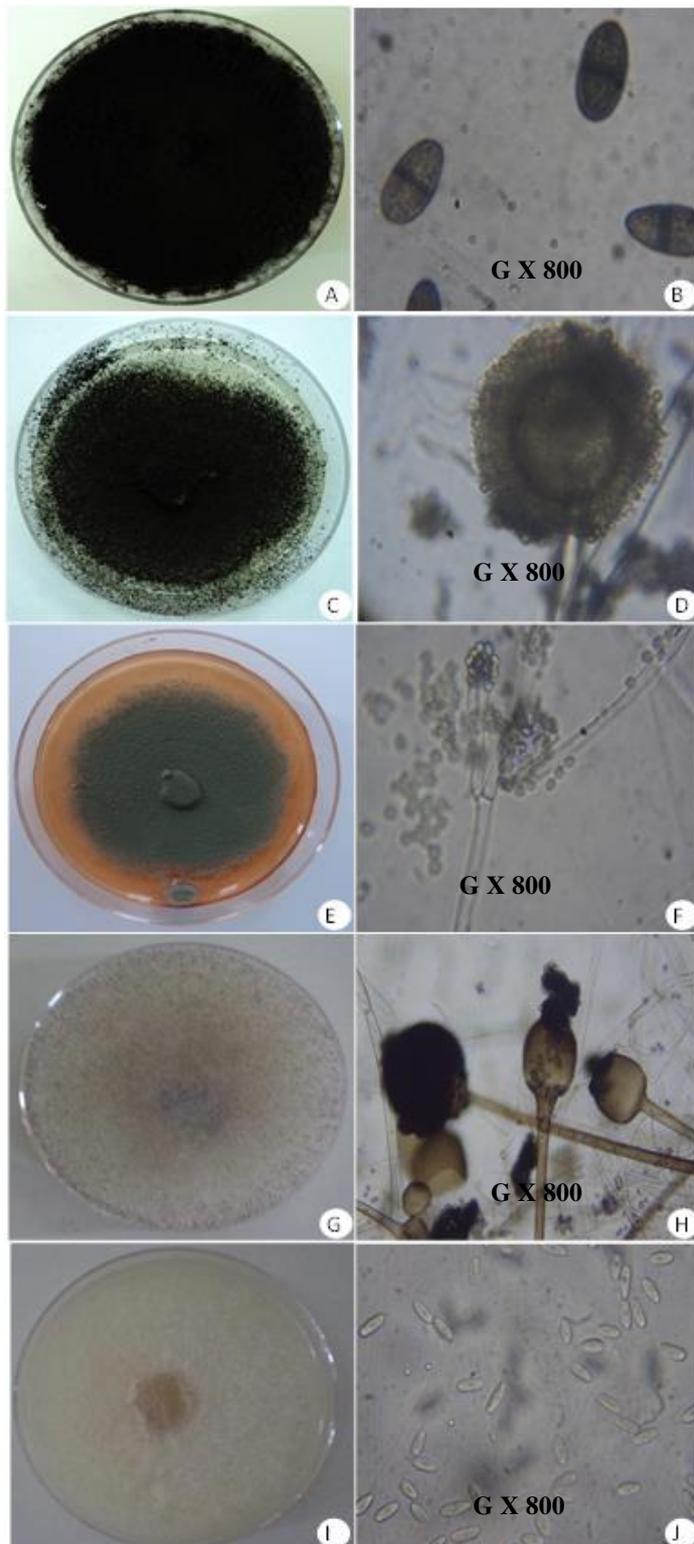


Figure 4 : Vue macroscopique et microscopique de champignons isolés des pourritures d'igname de la variété "kponan" (*Dioscorea Cayenensis-rotoundata*)

a, b : *Botryodiplodia* sp.; c,d : *Aspergillus* sp. ; e, f: *Penicillium* sp.; g, h: *Mucor* sp.; i, j: *Colletotrichum* sp.

Fréquence d'isolement

Les fréquences d'isolement ont varié en fonction des champignons : *Botryodiplodia* sp. a été le champignon le plus isolé avec une fréquence de 37,5 %. Il est suivi par *Mucor* sp. et *Aspergillus* sp. qui ont une fréquence

d'isolement statistiquement identique. Viennent ensuite *Penicillium* sp. avec une fréquence de 12,5 %. Enfin, *Colletotrichum* sp. a présenté la fréquence d'isolement la plus faible (figure 5).

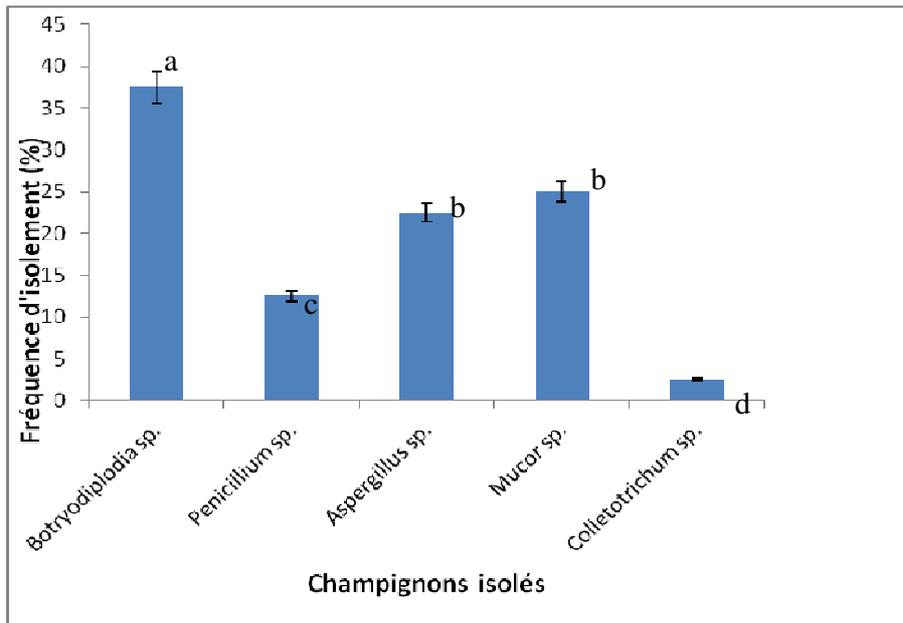


Figure 5 : Fréquence d'isolement des champignons isolés des tubercules d'igname de la variété "kponan" (*Dioscorea Cayenensis-rotundata*) collecté sur 3 marchés du district d'Abidjan.

Pour chaque champignon, les histogrammes portant la même lettre sur les écarts-types sont statistiquement identiques au seuil de 5 % selon le test LSD de Fischer

Pathogénicité des champignons isolés

Symptômes induits : Tous les champignons isolés ont induit différents types de symptômes (figure 6). Il s'agit de pourriture sèche de coloration rose, de pourriture

sèche de coloration verte, de pourriture humide de coloration marron, de pourriture humide de coloration brune et de pourriture sèche de coloration brune. Ces symptômes sont causés respectivement par *Botryodiplodia* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., et *Colletotrichum* sp.

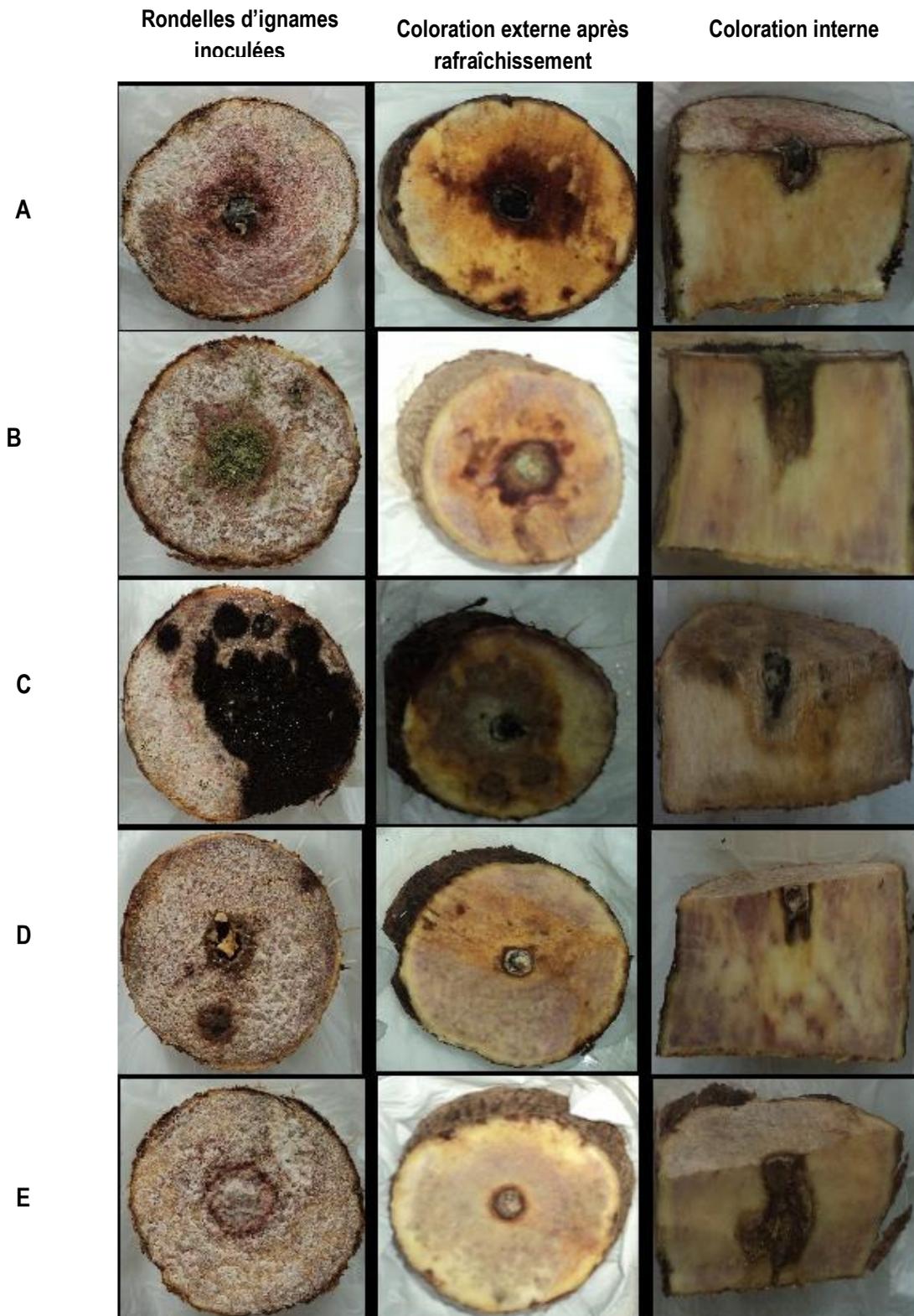


Figure 6 : Symptômes causés par les différents champignons sur les rondelles d'igname de la variété "kponan" (*Dioscorea Cayenensis-rotoundata*)

A: *Botryodiplodia* sp. B: *Penicillium* sp. C: *Aspergillus* sp. D: *Mucor* sp. E: *Colletotrichum* sp

Volumes de pourritures : Les volumes de pourritures moyennes ont varié de 0,18 cm³ à 6,38 cm³ en fonction des souches. *Aspergillus* sp. a causé le plus grand volume de pourriture (6,38 cm³), suivi de *Penicillium* sp. (2,13 cm³), *Botryodiplodia* sp. (0,99 cm³), et de *Mucor*

(0,31 cm³). Le plus petit volume de pourriture a été causé par *Colletotrichum* sp. (Figure 7). Les analyses statistiques ont montré qu'il y a une différence significative entre les volumes de pourritures causés par *Aspergillus* sp. et ceux des autres champignons.

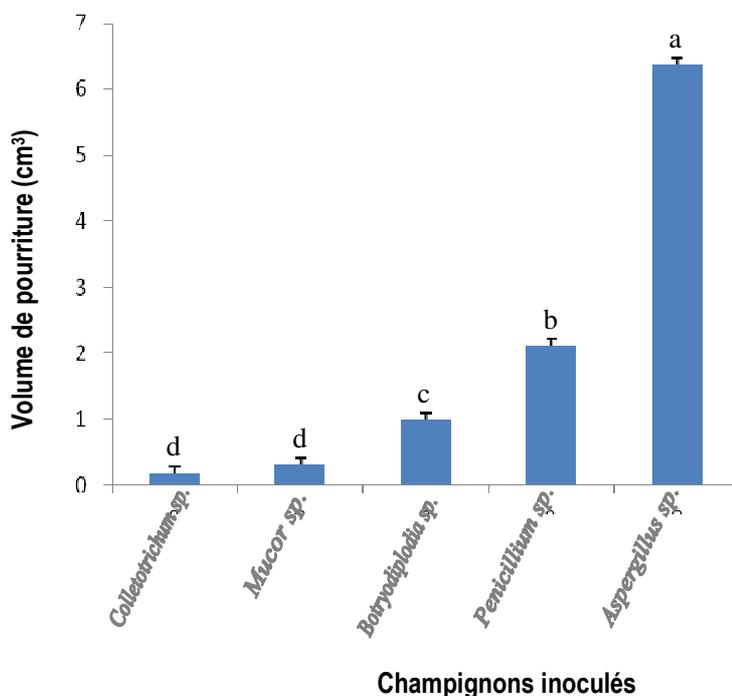


Figure 7 : Volume de pourritures causées par les champignons inoculés

Pour chaque champignon, les histogrammes portant la même lettre sur les écarts-types sont statistiquement identiques au seuil de 5 % selon le test LSD de Fischer.

DISCUSSION

Cinq différents types de pourritures ont été observés sur les tubercules d'igname de la variété "Kponan" (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) collectés dans les trois marchés du district d'Abidjan. Il s'agit de pourriture humide de coloration marron, de pourriture sèche de coloration marron, de pourriture sèche de coloration verte, de pourriture humide de coloration brune et de pourriture sèche de coloration noire. Des observations similaires ont également été faites par Assiri et al. (2010) sur *Dioscorea alata* var. "bètè-bètè" et *Dioscorea cayenensis-rotundata* var. "krenglè" sur 2 marchés du district d'Abidjan (dans les communes d'Adjamé et Abobo). Les pourritures observées par ces auteurs sur les tubercules ont varié et étaient constituées pour la plupart de pourritures sèches ou molles avec des colorations vertes, marrons ou brunes. Cette similitude de pourritures pourrait être due aux genres fongiques isolés. Cinq genres fongiques ont été identifiés au cours de cette

étude. Il s'agit d'*Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp.; *Botryodiplodia* sp.; *Mucor* sp. et enfin de *Colletotrichum* sp. Ces champignons sont généralement associés aux pourritures d'ignames pendant le stockage. Des études antérieures ont montré que ces différents genres fongiques sont inféodés aux pourritures d'ignames en stockage (Okigbo et Ikediugwu 2000 ; Nweke et Agbogidi, 2008 ; Nweke, 2015). Ces auteurs ont montré que les champignons isolés à partir des pourritures d'ignames sont généralement *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Botryodiplodia Theobromae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Penicillium oxalicum*, *Rhizopus nodosus*. Les rondelles d'igname de la variété "kponan" (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) inoculées ont provoqué des pourritures sèches et humides avec une variation coloration. Ces résultats sont en conformité avec les travaux de Assiri (2010) qui a montré que les tests de pathogénicité effectués avec chacun des champignons

(*S. rolfsii*; *Rhizoctonia* sp.; *Fusarium* sp.; *P. oxalicum*; *Curvularia* sp. et *A. niger*), ont montré la capacité de ces organismes à provoquer des pourritures. Notre étude a aussi montré que l'espèce *Botryodiplodia* sp. le champignons le plus isolée et *Colletotrichum* sp., le champignon le moins isolé. Ces mêmes observations ont été faites par Bua et al. (2012) qui ont constaté que *B. theobromae* était le champignon le plus isolé des pourritures de l'igname en Ouganda. Les tests de

pathogénicité réalisés au cours de cette étude ont révélé que tous les champignons inoculés ont induit des symptômes et causés des volumes de pourriture de différentes tailles. *Aspergillus* sp. a induit les pourritures les plus importantes suivi de *Penicillium* sp. Ces résultats sont conformes à ceux de Yusuf et Okusanya (2008) qui ont observé que *Aspergillus niger* et *Penicillium oxalicum* sont parmi les plus importants champignons responsable de pourritures de l'igname en post-récolte.

CONCLUSION

Les pourritures de l'igname dues aux agents fongiques causent d'importantes pertes en post-récolte. Les résultats issus de cette étude ont mis en évidence cinq genres fongiques associés à des symptômes de pourritures. Ce sont les champignons *Botryodiplodia* sp. ;

Penicillium sp.; *Aspergillus* sp.; *Mucor* sp. et *Colletotrichum* sp. Ces champignons isolés ont provoqué des pourritures de diverses colorations. A l'issue des tests de pathogénicité le genre *Aspergillus* sp. s'est révélé le plus pathogénique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Assiri KP, Diallo AH, Aké S, 2010. Évaluation du potentiel antifongique du vin de palme contre les champignons responsables de pourritures des tubercules d'igname (*Dioscorea* spp.) pendant le stockage au champ. Journal of Applied Biosciences, 29: 1753-1765.
- Babaleye T. (2003). An important success story of the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) which has existed in Nigeria since its inception 36 years ago, is that of raising the status of the yam, a major food crop in West Africa. ANB-BIA Nigeria: 1-3.
- Botton B, Bretton A, Fevre MP, 1990. Moisissures utiles et nuisibles, Importance industrielle. Collection biotechnologies. 2^e édition, Masson Paris, 498 P.
- Bua B, Okello C, 2012. Isolation and identification of cassava root disease causal pathogens from Lira district Uganda. Africa Crop Science conference Proceedings, 10:186-
- Davet P, Rouxell H, 1997. Détection et isolement des champignons du sol. Inra fiches Techniques et pratiques, 203 p.
- Demont M, Houedjoklounon A, Houhouigan J, Mahyao A, Orkwor G, Tessens J, Tollens Eric, Touré M, 2003. Étude comparative des systèmes de commercialisation d'igname en Côte d'Ivoire, au Bénin et au Nigéria, Katholieke Universiteit heuven working
- FAO, 1983. Culture et utilisation de l'igname pour assurer la sécurité alimentaire, texte de référence, « <http://www.fao.org> », consulté le 20 novembre 2014.
- FAO, 2003. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Statistic) [Http://www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org), consulté le 14 Mai 2014.
- Ikotun T, 1983. Postharvest microbial rot of yam tubers in Nigeria. Fitopatologia Brasileira 8: 1-7.
- Mascher F, Défago G, 2000. Biocontrol of yam tuber postharvest rot in western Africa. Institut for plant sciences, ETA Zürich-zentrum, Zürich. Scientific report, 27 pp.
- Nweke FU, 2015. Some Fungal Pathogens of Yam (*Dioscorea* Spp.) In Storage And The Effects Of Their Infection On The Nutrient Composition. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare (5) : 153-157.
- Nweke FU, Agbogidi OM, 2008. Fungi associated with the spoilage of pawpaw fruits sold in Asaba-Nigeria. Journal of Pest Disease and Vector Management 8:449-451.
- Okigbo RN, Ikediugwu FEO, 2000. Studies on biological control of postharvest rot of yams (*Dioscorea* spp.) with *Trichoderma viride*. Journal of Phytopathology 148: 351-355.
- Otusanya MO, Jefer MJ, 1996. Effet of *Aspergillus niger* on shoot emergence and vine development in field sown yams (*Dioscorea* spp) and root development and long-term storage conditions. International Biodeterioration and Biodegradation, (38): 89-100.
- Tschannen AT, Touré M, Stressens Stamp P, Dao D, Nindjin C, Girardin O, 2003. Technologie post-récolte de l'igname (*Dioscorea* spp.) : adaptation de l'application de l'acide gibbérélique (GA3)

- aux conditions paysanes. *Agronomie Africaine*, 4 : 83-90
- Vernier P et Bricas N, 2000. Perspectives pour la filière igname : le système Cossette lève plusieurs contraintes. *Bulletin du Réseau Technologie et Partenariat en Agroalimentaire* (18) : 8-12.
- Walder M, 1996. *Statistique et calcul des probabilités*. 7^{ème} édition Dalloz Paris. pp 225-227.
- Yusuf C, Okusanya B, 2008. Fungi associated with the storage rot of yam (*Dioscorea rotundata* Poir) in Yola State. *Journal of Sustainable Development in Agriculture and Environment*, 2: 99-103.