

# ISOLEMENT DES MICROORGANISMES IMPLIQUES DANS LA POURRITURE DES RACINES TUBEREUSES DU MANIOC (*Manihot esculenta* CRANTZ) AU GABON

B. S. KUMULUNGUI<sup>1</sup>, A. S. ONDO-AZI<sup>1\*</sup>, N. F. MADINDA<sup>1,2</sup> et I. MOUARAGADJA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unité de Recherche Agrobiologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku. B.P. 941 Franceville Gabon.  
E-mail : ondoazi@yahoo.fr

<sup>2</sup>Institut de Recherche en Ecologie Tropicale, Centre National de Recherche Scientifique et Technologique.  
B.P. 842 Libreville Gabon.

## RESUME

La maladie de pourritures des racines tubéreuses de manioc se présente sous deux formes : la pourriture molle (ou humide) et la pourriture sèche. La pourriture sèche est présente au Gabon et dans de nombreux autres pays d'Afrique. Cependant, peu d'études ont été entreprises au Gabon sur le sujet. La province du Haut-Ogooué (Sud-est du Gabon) se distingue par ses 3 écosystèmes variés : savane, forêt, transition savane-forêt ou lisière, la maladie est présente avec une prédominance de la pourriture sèche dans ces 3 écosystèmes. L'inventaire des microorganismes observés sur les plants et racines tubéreuses, présentant la pourriture sèche, révèle la présence de champignons avec une prédominance des genres *Penicillium* (47,9 %) et *Cladosporium* (39,6 %) et de bactéries, (notamment les coliformes thermotolérants). Les genres bactériens les plus fréquents ont été *Enterobacter* (28,6 %), *Klebsiella* (16,9 %) et *Bacillus* (15,6 %). Les écosystèmes de transition forêt-savane et forêt ont été remarquables par la forte fréquence et la diversité des genres bactériens qu'ils regorgent. En zone forestière, la pourriture sèche est la plus rencontrée (80%) ; elle reste aussi présente en zone de savane mais à faible représentation. La pourriture humide a été moins représentée, avec une absence totale en zone de savane.

**Mots-clés :** *Manihot esculenta*, microorganismes, pourriture sèche, pourriture humide, écosystème.

## ABSTRACT

ISOLATION OF MICROORGANISMS RESPONSIBLE FOR CASSAVA ROOT ROT (*Manihot esculenta* CRANTZ) IN GABON.

Soft and dry root rot are mainly found in cassava. Dry root rot is present in Gabon and in other African countries, but few related studies have been carried out on in Gabon. This article is specially focusing on Haut-Ogooué province sheds some light on both form of rot, with high prevalence of dry rot. The inventory of microorganisms found on the affected plants and tubers revealed the presence of fungi, with *Penicillium* (47.9 %) and *Cladosporium* (39.6 %), as prevailing genders, and bacteria, particularly thermotolerant coliforms. The most prevailing bacterial genders were *Enterobacter* (28.6 %), *Klebsiella* (16.9 %) and *Bacillus* (15.6 %). The disease developed preferentially in forest-savanna and forest transition areas. In forest areas, dry rot prevailed (80 %) even though it was also encountered in savanna regions in lower proportions. Soft rot is weakly present in forest, but totally absent in savannas.

**Key words :** *Manihot esculenta*, microorganisms, dry rot, soft rot, ecosystem.

## INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est une dicotylédone de la famille des *Euphorbiaceae*. Ses racines tubérisées rentrent, pour une grande part, dans l'alimentation quotidienne de nombreuses populations. Originaire d'Amérique, il est introduit en Afrique au 16<sup>e</sup> siècle par les Portugais. C'est une plante riche en amidon, consommée directement sous forme de manioc vert ou sous forme de farines, semoules, couscous, crêpes, boules, beignets (Muchnik et Vinck, 1984).

En Afrique centrale, le manioc a été rapidement connu et apprécié par les populations. Il a pris progressivement la place des divers féculents de cueillette ou de culture, à tel point qu'actuellement il est considéré comme un des aliments hydrocarbonés de base de la plupart des peuplades des zones forestières (Best et Henry, 1992).

Au Gabon, le manioc se trouve être le produit le plus consommé par les populations (80 %). Cette culture a été facilement intégrée dans les systèmes agraires traditionnels, avec une production totale estimée à 230 000 t/an (Anonyme, 2005). Les rendements (6 à 15 t/ha) sont relativement moyens surtout au regard des résultats spectaculaires obtenus dans les pays comme le Nigeria, le Brésil ou l'Indonésie.

De nombreuses contraintes biologiques tendent à limiter la production du manioc sur le continent africain, parmi lesquelles la bactériose vasculaire, les viroses, la cochenille farineuse

et les acariens (Daniel, 1986). A ces attaques parasites il faut associer le faible niveau de fertilité des sols, les effets des adventices et la pratique de certaines techniques culturales rudimentaires qui limitent également la production du manioc. Les dégâts occasionnés par ces différentes contraintes biologiques peuvent provoquer des pertes évaluées parfois jusqu'à près de 80 % (Ikotun et Osiru, 1990 ; Wydra et Msikita, 1998).

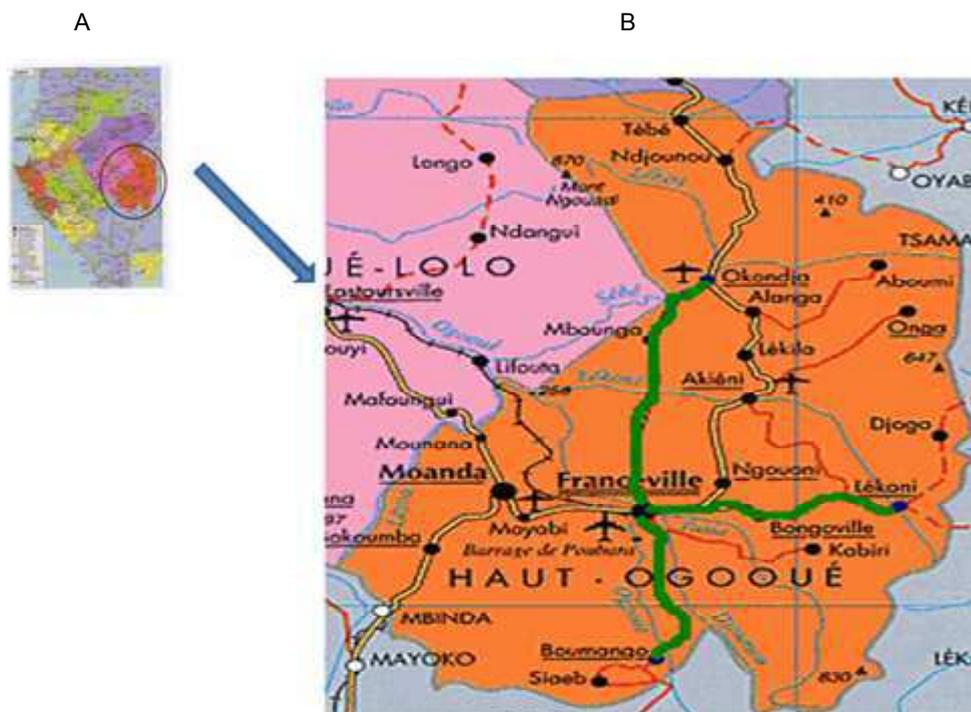
Dans la province du Haut-Ogooué (Sud-Est du Gabon) particulièrement, on rencontre de plus en plus en champ, la maladie des pourritures de racines de manioc. Mais, aucune étude n'y ait été encore effectuée.

L'objectif principal de notre étude est la recherche de la flore phytopathogène présente sur les racines tubéreuses de manioc. Pour cela, il est nécessaire d'identifier les types de pourritures rencontrées dans cette partie du Gabon, de collecter les pathogènes, afin d'isoler, d'identifier et de caractériser les micro-organismes rencontrés sur ces pourritures.

## MATERIEL ET METHODES

### ZONE D'ETUDE

L'étude a été effectuée sur trois grands axes routiers au Sud-Est du Gabon : axe 1 (Franceville-Boumango), axe 2 (Franceville-Okondja) et axe 3 (Franceville-Léconi). Elle a englobé 15 villages et 32 plantations (Figure 1).



**Figure 1** : Présentation de la zone d'étude (A : Carte du Gabon ; B : Carte du Haut-Ogooué).

Map showing the area of study (A: Gabon ; B : Haut-Ogooué region).

 Axe routier exploré lors de l'étude

## MATERIEL VEGETAL

Les plantes atteintes de pourriture ont été déracinées et les racines tubéreuses ont été découpées à la machette. Les parties atteintes ont été prélevées. Des racines entières ont été également prises et transportées jusqu'au laboratoire pour une observation à la loupe et au microscope. Lorsque les exubérances des champignons étaient observées, des prélèvements ont été effectués puis directement ensemencés.

## METHODES

### Détermination du type de pourriture

Selon certains auteurs (Msikita *et al.*, 2000 ; Bandyopadhyay *et al.*, 2006), les symptômes extérieurs des pourritures ne deviennent visibles que lorsque la maladie a atteint sévèrement le système racinaire. Ils se caractérisent par une fanaison progressive et généralisée des parties aériennes même en saison pluvieuse. Les principaux sont : un brunissement et un

flétrissement des feuilles ; un dépérissement des branches ; une diminution de la croissance des pousses et un brunissement de l'écorce au niveau du collet. Dans chacun des 15 villages, un exploitant a été choisi au hasard. Deux plants de manioc atteints (identifiés sur la base des symptômes sus-décrits) ont été déracinés par plantation. Les racines tubéreuses de ces différents plants étaient observées et le type de pourriture déterminé.

### Analyses microbiologiques

*Milieux de culture et condition de culture.*

Les milieux et conditions de culture utilisés sont les suivants :

- Milieu LPG (extrait de levure 5 g, bacto-peptone 5 g, glucose 5 g, eau permutée 1000 ml, pH 7,2), utilisé pour la multiplication, le dénombrement et la conservation des divers genres microbiens ;

- Milieu TTC (peptone bactériologique 5 g, extrait de viande 5 g, lactose 5 g, bleu de bromothymol 0,05 g, agar 12,75 g, eau permutée 1000 ml, pH

7,2), utilisé pour la détection des coliformes thermotolérants ;

- Milieu TSA (hydrolysate tryptique de caséine 15 g, peptone de soja 5 g, chlorure de sodium 5 g, agar 15 g, eau permutée 1000 ml, pH 7,3), utilisé pour la croissance, la purification et le repiquage des colonies bactériennes ;

- Milieu SC (peptone Chapoteaut 10 g, glucose massé 20 g, chloramphénicol 0,5 g, agar 15 g, eau permutée 1000 ml, pH 6,0), utilisé pour la croissance et la purification des champignons ;

- Milieu PDA (pomme de terre 200 g, agar 20 g, dextrose 15 g, eau permutée 1000 ml, pH 7,3), utilisé pour la croissance et la purification des champignons.

#### *Analyse des échantillons*

Les échantillons entiers collectés sur le terrain ont été analysés à l'œil nu. Les plantes atteintes de pourriture ont été mieux scrutées. Les parties des racines et des collets atteintes ont été fragmentées et décortiquées puis observées à la loupe pour scruter les signes des agents pathogènes.

Les exubérances fongiques ont été ensemencées directement sur le milieu PDA, observées à la loupe et au microscope.

#### *Dénombrement*

Le milieu LPG contenant les fragments de racines (organes) malades a été observé après 24 et 48 h d'incubation à 37 °C. Après incubation, la flore microbienne est dénombrée en utilisant la méthode de Mac GRADY à 3 tubes par dilution (Mac Grady, 1918).

En effet, des aliquotes de solution mère ont été préparés ; à partir de chaque solution-mère, des dilutions décimales étaient réalisées. Pour chaque aliquote, des dilutions en cascade ont été effectuées. En principe, un volume de 1 ml d'une solution est introduit dans un tube contenant 9 ml de liquide physiologique (NaCl à 0,9 %) : c'est la dilution au 1/10<sup>e</sup>. Après une agitation de 10 secondes, un nouveau volume de 1 ml de la nouvelle solution est prélevé et introduit dans un tube contenant 9 ml de liquide physiologique : c'est la dilution au 1/100<sup>e</sup>. On procède de la même manière jusqu'à obtenir une dilution au 1/10000<sup>e</sup>. On ensemence 1 ml de chaque solution dans des tubes renfermant 5 ml de bouillon nutritif. Le tout est incubé à 37 °C pendant 24 et 48 h. Après incubation, le trouble microbien des différents tubes est

apprécié. Le nombre de tubes présentant un trouble est évalué. En se référant à la table de Mac Grady, le nombre approximatif de micro-organismes par millilitre de solution-mère a été obtenu.

#### *Isolement*

Les champignons étaient isolés sur le milieu SC. Après incubation, les boîtes de Pétri contenant le milieu SC étaient conservées à température ambiante (24 °C) dans le laboratoire jusqu'à l'apparition des colonies fongiques. Les colonies observées ont été ensuite repiquées sur les milieux SC et PDA.

Les colonies bactériennes ont présenté des caractéristiques morphologiquement différentes juste après l'incubation. Ces différentes colonies ont été ensemencées individuellement dans des boîtes de Pétri contenant le milieu TSA. Les boîtes de Pétri sont de nouveau incubées à 37 °C pendant 24 h. Les repiquages se sont effectués par stries jusqu'à la purification complète de chaque isolat. Cependant, les coliformes fécaux n'ont pas subi de repiquage successif.

#### *Identification*

L'identification des souches fongiques a été faite sur la base des caractéristiques définies dans le Traité de botanique sur les végétaux non vasculaires (Chadefaud et Emberger, 1960) et le Guide de mycologie médicale (Koenig, 1995).

Les souches bactériennes sont identifiées à l'aide du catalogue de la galerie API 20 E.

### **Caractérisation morphologique**

#### *Caractérisation macroscopique*

La caractérisation macroscopique des champignons a consisté à décrire la topographie et la texture de la surface puis la coloration du revers et de la surface.

Pour chaque isolat bactérien, la taille de la colonie a été mesurée et la description de l'allure de son contour et l'aspect de son relief, son comportement, sa pigmentation et l'aspect de sa surface ont suivi.

#### *Caractérisation microscopique*

Pour les champignons microscopiques, c'est une observation au microscope de la structure des filaments mycéliens, de la présence des spores, de l'aspect des conidiophores, de la

forme, de la structure et de la coloration des conidies.

Dans le cas des bactéries, une fraction de chaque type de colonie est introduite dans 0,1 ml d'eau distillée et observée au microscope. Cette observation permet de déterminer la forme et la motilité de la bactérie. Les bactéries sont ensuite colorées par la technique de Gram. Le type (Gram + ou -) de chaque bactérie est déterminé selon la méthode de Schaad (1988).

### Caractérisation biochimique

La galerie API 20 E possède un système de plaquette contenant 20 tests. Ce système permet de caractériser et d'identifier facilement les espèces de bactéries.

## RESULTATS

### TYPE DE POURRITURE

Le tableau 1 rassemble les données sur la répartition des deux types de pourriture rencontrés sur les racines tubéreuses de manioc dans les différents écosystèmes explorés lors de ce travail.

D'après le tableau 1, l'écosystème forestier est plus infesté que les deux autres ; et la pourriture sèche est très fréquente dans ces zones (66,7 %) sur l'ensemble des 30 échantillons récoltés. Les zones de savane, quant à elles, ne présentent pas de pourriture humide mais 6,7 % de pourriture sèche. En zone de lisière, sur les quatre échantillons, il y a une moitié pour la pourriture sèche et une autre pour la pourriture humide.

Dans l'ensemble, la pourriture sèche représente 80 % des échantillons examinés (Tableau 1).

### Population microbienne

Les 23 souches microbiennes isolées étaient constituées essentiellement de moisissures et de bactéries.

### Souches fongiques identifiées

Les genres *Penicillium* et *Cladosporium* ont été les plus rencontrés sur les souches isolées ; ils ont été présents sur toutes les parties de la racine prélevées (Tableau 2) et représentaient respectivement 47,9 % et 39,6 % des moisissures. Trois autres genres (*Geotrichum*, *Aspergillus* et *Paecilomyces*) étaient présents avec des fréquences relativement faibles (moins de 10 %).

**Tableau 1** : Répartition des types de pourritures sur des échantillons de racines tubéreuses de manioc au Gabon.

*Frequency of soft and dry root rot on samples collected in Gabon.*

Ecosystème	Pourriture sèche	Pourriture humide
	Fréquence d'apparition	Fréquence d'apparition
Forêt	20 (66,7)*	4 (13,3)
Savane	2 (6,7)	0 (0)
Lisière	2 (6,7)	2 (6,7)
Total	24 (80)	6 (20)

n=30

\*Les valeurs entre parenthèses représentent les pourcentages / \*Values in parentheses showing the percents.

**Tableau 2** : Fréquence des genres fongiques observés sur des échantillons de racines tubéreuses de manioc au Gabon.

*Frequency of Fungi appearance on root rot samples collected in Gabon.*

Genre	Fréquence	Pourcentage (%)
<i>Geotrichum</i>	2	4,2
<i>Cladosporium</i>	19	39,6
<i>Aspergillus</i>	3	6,2
<i>Penicillium</i>	23	47,9
<i>Paecilomyces</i>	1	2,1

n = 48

### Souches bactériennes identifiées

Pour les bactéries, le genre *Enterobacter* a été le plus abondant ; il représentait 28,6 %. Les genres *Klebsiella* et *Bacillus* ont été présents à 16,9 et 15,6 % respectivement (Tableau 3).

On note cependant la rareté des genres *Xanthomonas*, *Vibrio*, *Salmonella*, *Serratia*, *Chysemomonas*, *Siphmon* et *Erwinia*.

### INFLUENCE DE L'ECOSYSTEME

Le tableau 4 montre la fréquence des champignons par axe routier.

De ce tableau, il ressort que les racines tubéreuses récoltées dans les plantations de la zone de forêt étaient plus contaminées que

celles des deux autres zones écologiques. Elles contenaient exactement la moitié des souches fongiques identifiées (24 souches sur 48). C'est par contre dans l'écosystème de savane que le taux d'infestation est le moins élevé (16,6 %) comparativement aux deux autres.

Le tableau 5 montre que la zone de savane était la moins infestée des trois zones. En effet, huit genres bactériens sont rencontrés à des fréquences relativement faibles. C'est par contre sur l'écosystème forestier que le taux d'infestation a été le plus élevé comparativement aux autres écosystèmes. La zone de lisière présentait les genres *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Bacillus* comme les plus fréquents. Ces genres étaient aussi présents dans les autres écosystèmes et figuraient de même parmi les plus fréquents.

**Tableau 3** : Fréquence des genres bactériens observés sur des échantillons de racines tubéreuses de manioc au Gabon.*Frequency of Bacteria appearance on root rot samples collected in Gabon.*

Genre	Fréquence	Pourcentage (%)
<i>Enterobacter</i>		
<i>Enterobacter sp</i>	22	28,6
<i>Enterobacter cloacae</i>		
<i>Klebsiella</i>		
<i>Klebsiella planticola</i>	13	16,9
<i>Klebsiella sp</i>		
<i>Klebsiella pneumoniae</i>		
<i>Bacillus</i>		
<i>Bacillus sp</i>	12	15,6
<i>Pseudomonas</i>		
<i>Pseudomonas sp</i>	7	9,1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		
<i>Citrobacter</i>		
<i>Citrobacter freundii</i>	4	5,2
<i>Xanthomonas</i>		
<i>Xanthomonas malthophilia</i>	2	2,6
<i>Vibrio</i>	2	2,6
<i>Salmonella</i>	1	1,3
<i>Serratia</i>	1	1,3
<i>Chryseomonas</i>	1	1,3
<i>Siphmon</i>		
<i>Siphmon paucimobilis</i>	1	1,3
<i>Erwinia</i>	1	1,3
NI*	10	13

NI : Non identifié / NI: Not identified

**Tableau 4** : Fréquence des champignons par axe routier observés sur des échantillons de racines tubéreuses de manioc au Gabon.*Fungi appearance according to the direction on root rot samples collected in Gabon.*

Genre	Axe 1		Axe 2		Axe 3	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
<i>Geotrichum</i>	1	2,1	1	2,1	0	0
<i>Cladosporium</i>	6	12,5	9	18,7	4	8,3
<i>Aspergillus</i>	2	4,2	1	2,1	0	0
<i>Penicillium</i>	7	14,6	12	25,0	4	8,3
<i>Paecilomyces</i>	0	0	1	2,1	0	0
<i>Total</i>	16	33,4	24	50,0	8	16,6

n = 48

**Tableau 5** : Fréquence d'apparition des genres bactériens par axe routier observés sur des échantillons de racines tubéreuses de manioc au Gabon.

*Bacteria appearance according to the direction on root rot samples collected in Gabon.*

Genre	Axe 1		Axe 2		Axe 3	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
<i>Enterobacter</i>	4	7,1	9	16,1	2	3,6
<i>Klebsiella</i>	4	7,1	4	7,1	3	5,4
<i>Bacillus</i>	4	7,1	7	12,5	1	1,8
<i>Pseudomonas</i>	1	1,8	4	7,1	1	1,8
<i>Citrobacter</i>	2	3,6	0	0	1	1,8
<i>Xanthomonas</i>	1	1,8	0	0	1	1,8
<i>Vibrio</i>	2	3,6	0	0	0	0
<i>Serratia</i>	0	0	1	1,8	0	0
<i>Salmonella</i>	1	1,8	0	0	0	0
<i>Erwinia</i>	1	1,8	0	0	0	0
<i>Chryseomonas</i>	0	0	0	0	1	1,8
<i>Siphmon</i>	0	0	0	0	1	1,8
Total	20	35,7	25	44,6	11	19,8

n = 56

## DISCUSSION

Les travaux réalisés antérieurement sur les pourritures de racines de manioc notamment par Afouda *et al.* (1995) puis Bandyopadhyay *et al.* (2006) au Cameroun ; Makambila (1994) au Congo ainsi que Mwangi *et al.* (2004) en République Démocratique du Congo, permettent de dire que la maladie des pourritures des racines de manioc est présente en Afrique centrale. Toutes ces études font mention de l'implication d'un complexe de microorganismes dans la responsabilité liée à l'apparition des pourritures des racines tubéreuses de manioc.

La présente étude montre que plusieurs souches microbiennes candidates, moisissures et bactéries en particulier, sont susceptibles d'être responsables de la pourriture des racines tubéreuses de manioc.

Concernant les espèces fongiques (moisissures), nous avons identifié des espèces appartenant aux genres *Aspergillus*, *Penicillium*, *Geotrichum*, *Cladosporium* et *Paecilomyces*.

Ces résultats montrent une forte présence des genres fongiques *Penicillium* et *Cladosporium*. Ils sont en partie conformes à ceux obtenus par Onyeka *et al.* (2004) et Msikita *et al.* (2005) qui ont isolé, sur le manioc, des espèces

appartenant aux genres *Aspergillus*, *Trichoderma* et *Penicillium*.

Pour certains auteurs (Bruton, 1970 ; Wegmann, 1970 ; Noon *et al.*, 1977), le genre *Penicillium* jouerait un rôle pathogène dans le processus de dégradation post-récolte du manioc. D'autres comme Oyewole *et al.* (1988) puis Esser et Nout (1989) lui confèrent uniquement un rôle fermentaire sur le manioc. Ces espèces pourraient aussi jouer un rôle de contaminants saprophytes (Koenig, 1995).

L'isolement des espèces du genre *Paecilomyces*, qui est très proche de celui de *Penicillium*, ne s'est effectué qu'à une très faible fréquence dans notre étude. Koenig (1995) affirme que les espèces appartenant au genre *Paecilomyces* sont saprophytes du sol et des végétaux.

En ce qui concerne les espèces du genre *Geotrichum*, elles sont fermentaires agissant lors du processus de fermentation et de dégradation post-récolte des racines tubéreuses de manioc (Noon et Booth, 1977 ; Raimbault *et al.*, 1985 ; Oyewole et Odunfa, 1988).

Les espèces du genre *Cladosporium* ont été isolées à des fréquences relativement importantes. Ce même genre a été isolé par Wegmann (1970) dans les racines tubéreuses

dégradées après récolte. Selon Koenig (1995), ce sont des espèces cosmopolites saprophytes pouvant être pathogènes.

Outre l'identification partielle des moisissures, l'utilisation des galeries API 20E a permis d'identifier plusieurs espèces de bactéries appartenant aux genres *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Citrobacter*, *Xanthomonas*, *Vibrio*, *Erwinia*, *Serratia*, *Salmonella*, *Chryseomonas* et *Siphmon*.

Giraud (1993) affirme que la racine tubéreuse de manioc est un aliment essentiellement énergétique pouvant contenir jusqu'à 86 % d'amidon. Dès lors, pour Kéléké *et al.* (1995), il n'est nullement étonnant qu'on puisse y trouver une flore amylolique qui serait, d'après lui, essentiellement composée d'*Enterobacteriaceae* et de *Bacillus* saprophytes.

En accord avec Kéléké *et al.* (1995), les genres *Klebsiella*, *Enterobacter* (*Enterobacteriaceae*) et *Bacillus* ont été isolés à des fréquences assez élevées.

Pour le genre *Klebsiella*, son rôle fermentaire dans la dégradation du manioc est plutôt connu (Oyewole *et al.*, 1988).

Les genres *Enterobacter*, *Vibrio* et *Salmonella*, typiques aux animaux et aux hommes, ont été répertoriés. Leur présence fait penser à une contamination animale ou humaine par les ravageurs mammifères ou encore par les cultivateurs eux-mêmes, et qui seraient transportés par les eaux de ruissellement. A ce propos, nous avons également détecté la présence des coliformes thermotolérants (coliformes fécaux) qui seraient le signe d'une contamination de l'environnement pouvant être d'origine animale ou autre (Regez et Schmidt-Lorenz, 1988 ; Assanvo *et al.*, 2006). L'isolement de ces agents permet d'interpeller les cultivateurs sur l'importance d'une bonne hygiène et de bonnes pratiques culturales lors des travaux champêtres.

La faible fréquence du genre *Erwinia*, genre connu comme responsable de la pourriture humide s'expliquerait par le fait que notre étude a porté sur la pourriture sèche. En rapport avec les travaux précédents, certains auteurs (Booth, 1976 ; Oyewole *et al.*, 1988 ; Amoa-Awua et Jakobsen, 1996) ont affirmé que l'espèce *Bacillus* sp est un agent fermentaire tout à fait

inoffensif car il interviendrait en phase initiale du processus fermentaire des racines tubéreuses de manioc.

Les genres *Pseudomonas* et *Xanthomonas*, pour lesquels quelques espèces ont pu être identifiées, possèdent plusieurs espèces phytopathogènes (Boher, 1987). Ces dernières sont aussi susceptibles d'être impliquées dans la pourriture des racines de manioc.

Concernant le genre *Chryseomonas*, il est connu comme agent nosocomial.

Par ailleurs, 10 souches n'ont pas pu être identifiées.

L'écosystème constitue, avec l'âge de la plantation, l'origine des boutures, la nature du précédent cultural et les pratiques culturales, un des facteurs liés au développement de la pourriture des racines de manioc (Makambila, 1994). Lors de notre étude, trois zones écologiques différentes ont été explorées. L'écosystème forestier a été le plus infesté (bactéries et moisissures). Toutefois, les microorganismes étaient présents sur les deux autres écosystèmes (savane et lisière).

## CONCLUSION

La maladie de pourritures des racines de manioc est présente dans la province du Haut-Ogooué, avec une prédominance de la pourriture sèche (80,9 %). Plusieurs microorganismes (bactéries et champignons) ont été isolés et identifiés. Les champignons ont présenté une prédominance des genres *Penicillium* (47,9 %) et *Cladosporium* (39,6 %). Les bactéries, quant à elles, sont dominées par les genres *Enterobacter* (28,6 %), *Klebsiella* (16,9 %) et *Bacillus* (28,6 %) ; 10 isolats n'ont pas pu être identifiés. Il serait donc impératif d'évaluer les dégâts causés par ces pourritures dans la province.

En somme, il s'agit d'une étude préliminaire visant l'identification des microorganismes responsables de la pourriture des racines tubéreuses de manioc. La suite de ce travail consisterait à déterminer, par des tests biochimiques, l'implication réelle de chacune des souches isolées et identifiées dans le processus de dégradation des racines tubéreuses de manioc.

## REFERENCES

- Afouda L., Wydra K. and K. Rudolph. 1995. Root and stem rot pathogens from cassava and their antagonists collected in Cameroon, Nigeria and Benin. *European Journal of Plant Pathology*. Abstract 573.
- Amoa-Awua W. K. and M. Jakobsen. 1996. The role of microorganisms in the fermentation of Agbélíma Cassava dough. *In* : M. Halm and M. Jakobsen (Eds). *Traditional fermented processing in Africa, the third biennial seminar on African Fermented food*. Accra Fri Danida, Ghana : 1 - 7.
- Anonyme. 2005. Communication nationale sur les changements climatiques. Ministère de l'économie forestière/Direction générale de l'environnement. Libreville-Gabon. 39 p.
- Assanvo J. B., Agbo G. N., Behi Y. E. N. Coulin P. and Z. Farah. 2006. Microflora of traditional starter made from cassava for Attiéké production in Dabou (Côte d'Ivoire). *Food Control* 17 : 37 - 41.
- Bandyopadhyay R., Aigbe S. O. and J. F. Leslie. 2006. *Fusarium* species from the Cassava root rot complex in West Africa. *Pathology* 59 : 673 - 676.
- Best R. and G. Henry. 1992. Cassava : towards the year 2000. *In* : W. Roca and M. Thro (Eds.). *Report of the first meeting of the international network for cassava genetic resources*. Cali, Colombia : 3 - 11.
- Boher B. 1987. Les bactéries parasites des plantes cultivées en République Populaire du Congo. Communication au Séminaire de la sous-commission agronomie de l'ORSTOM : La plante et l'homme. Brazzaville, Congo. 6 p.
- Booth R. H. 1976. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta*) 1 : post-harvest deterioration and its control. *Expert. Agric.* 12 : 103 - 111.
- Bruton C. L. 1970. Diseases of tropical vegetables in the Chicago market. *Trop. Agr.* 47 : 303 - 313.
- Chadefaud M. et L. Emberger. 1960. *Traité de botanique : systématique des végétaux non vasculaires (Cryptogamie)*. Tome 1, Paris, 120 p.
- Daniel J. F. 1986. La bactériose vasculaire du manioc. Synthèse et perspectives. Documentation IRD. 149 - 156.
- Esser A. J. A. and M. J. R. Nout. 1989. The safety of dark, moulded cassava flour compared with white - A comparison of traditionally dried cassava pieces in North East Mozambique. *Trop. Sc.* 29 : 261 - 268.
- Giraud E. 1993. Contribution à l'étude physiologique et enzymologique d'une nouvelle souche de *Lactobacillus plantarum* amylolique isolée du manioc fermenté. Thèse de doctorat : Université de Provence Aix-Marseille I (France), 137 p.
- Ikotun T. O. et D. S. Osiru. 1990. Contraintes à la production. *In* : *Le manioc en Afrique tropicale*. Manuel de référence. IITA, Ibadan : 3 - 13.
- Kéléké S., Kimpolo-Kimfoko L. et A. Brauman. 1995. Origine et importance de l'activité amylasique dans la fermentation lactique des racines de manioc. *In* : T. Agbor, A. Brauman, D. Griffon and S. Trèche (Eds.). *Transformation Alimentaire du manioc*. ORSTOM, Brazzaville : 320 - 330.
- Koenig H. 1995. *Guide de mycologie médicale*. Ed. Ellipses. Paris, 284 p.
- Mac Grady M. 1918. Tables for rapid interpretation of fermented tube results. *Can. Public. Health J.* 9 : 201.
- Makambila C. 1994. The fungal diseases of cassava in the Republic of Congo, Central Africa. *African Crop Science Journal* 2 : 511 - 517.
- Msikita W., James B. D., Nnondu E., Legg J., Wydra K. and F. Ogbe. 2000. Lutte contre les maladies du manioc. Guide de la pratique de lutte intégrée à l'usage des vulgarisateurs. IITA, Ibadan, Nigeria : 6 -7.
- Msikita W., James B. D., Bissang B., Baimey H., Wilkinson H. T., Ahounou M. and R. Fagbemissi. 2005. Prevalence and severity of *Nattractia mangiferae* root and stem rot pathogen of cassava in Benin. *Plant Dis.* 89 : 12-16.
- Muchnik J. et D. Vinck. 1984. *La transformation du manioc : technologies autochtones*. Agence de Coopération Culturelle et Technique, Presses universitaires de France, 172 p.
- Mwangi M., Bandyopadhyay R., Dixon A. G. O. and K. Tata-Hangy. 2004. The status of fungal tuber rots as constraints to cassava production and utilization in eastern Democratic Republic of Congo. *In* : *Book Abstracts of the 9<sup>th</sup> triennial Symposium of*

- the International Society of Root and Tuber Crops. Mombasa Kenya 41.
- Noon R. A. and R. H. Booth. 1977. Nature of post-harvest deterioration of cassava roots. *Trans. B. Mycol. Soc.* 69 : 287 - 290.
- Onyeka T. J., Dixon A. G. O. and E. J. A. Ekpo. 2005. Assessment of laboratory methods for evaluating cassava genotypes for resistance to root rot disease. *Mycopathologia* 159 : 461 - 467.
- Oyewole O. B. and S. A. Odunfa. 1988. Microbiological studies on cassava fermentation for «lafun» production. *Food Microbiol.* 5 : 125 - 133.
- Raimbault M., Revah S., Pina F. and P. Villalobos. 1985. Protein enrichment of cassava by solid substrate fermentation using moulds isolated from traditional foods. *J. Ferment. Technol.* 63 : 395 - 399.
- Regez P. F. and W. Schmidt-Lorenz. 1988. Identification des bactéries isolées de la pâte de manioc et du pain de manioc. *Lebensmittel-Technol.* 21 : 66 - 69.
- Schaad N. W. 1988. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 2<sup>nd</sup> Edition. APS Press. 1 - 15.
- Wegmann K. 1970. Untersuchungen über die Ursachen des schnellen verderbens von Maniokwurzeln und die Wirksamkeit von Konservierungstoffen in Maniokmehl. *Brot. und Gebäck.* 24 : 175 - 178.
- Wydra K. and W. Msikita. 1998. An overview of the present situation of cassava diseases in West Africa pages. *In* : M. O. Akoroda, and I. J. Ekanayake (Eds.). Root crops and poverty alleviation. Proceedings of the sixth Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops-Africa Branch, Liligwe : 22 - 28.