

Analyse de la qualité microbiologique des ignames cuits et bananes mures vendus dans les marchés de la ville de Butembo

[Analysis of the microbiological quality of cooked yams and ripe bananas sold in the markets of the city of Butembo]

Mumbere Kirereka Richard

Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, Vétérinaires et Forestières (ISEAVF-Butembo), BP 421, Ville de Butembo, RD Congo

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study, conducted in the city of Butembo from January 6, 2019 to August 24, 2021, consisted in assessing the microbiological quality of two foodstuffs delivered for human consumption: cooked yellow yams (*Dioscorea cayensis*) and ripe bananas (*Musa accuminata balbisiana*) as well as to determine the frequencies of microbial pollution in these two foodstuffs in order to inquire about the danger to consumers who are exposed to it. The microbiological analysis of 80 samples of yellow yams taken from the four markets of the city of Butembo revealed an overall pollution of 95%, with 37.5% of simple microbial pollution dominated by *Streptococcus* spp (17.5%), followed by *Enterobacter sakazaki* and *Staphylococcus* other than aureus which each have 7.5%, finally *Enterobacter agglomerans* and *Staphylococcus aureus* which each have 2.5%. The statistical analysis of these results showed that the frequencies of simple and mixed microbial pollution are significantly different ($P < 0.05$) in the four markets of the city of Butembo (X^2c =respectively 14.38 and 12.14; $dll = 3$).

In addition, the microbiological analysis of 80 samples of ripe bananas taken from the four markets of the town of Butembo revealed an overall contamination rate of 65% dominated by *Hafnia* sp (25%), followed by *Pseudomonas fluorescens* (15%), *Aeromonas* spp and *Klebsiella pneumoniae* which each have (10%), finally *Alcaligene dispar* (5%). These frequencies of bacterial pollution in the ripe bananas examined are significantly different ($P < 9.89$) in the four markets of the city of Butembo ($X^2c=9.8$; $dll=3$).

KEYWORDS: Microbiological quality, polluted foods, Butembo, yam, Banana.

RESUME: Cette étude, menée en ville de Butembo du 06 Janvier 2019 au 24 Août 2021, consistait à apprécier la qualité microbiologique de deux denrées alimentaires livrées à la consommation humaine: les ignames jaunes cuites (*Dioscorea cayensis*) et la banane mure (*Musa accuminata balbisiana*) ainsi que de déterminer les fréquences de pollutions microbiennes dans ces deux denrées afin de s'enquérir du danger que courent les consommateurs qui en sont exposés. L'analyse microbiologique de 80 échantillons d'ignames jaunes prélevés dans les quatre marchés de la ville de Butembo ont révélé une pollution globale de 95%, avec 37,5% de pollution microbienne simple dominée par *Streptococcus* spp (17,5%), suivi de *Enterobacter sakazaki* et *Staphylococcus* autre que aureus qui ont chacun 7,5%, enfin *Enterobacter agglomerans* et *Staphylococcus aureus* qui ont chacun 2,5%. L'analyse statistique de ces résultats a montré que les fréquences de pollution microbiennes simples et mixtes sont significativement différentes ($P < 0,05$) dans les quatre marchés de la ville de Butembo (X^2c =respectivement 14,38 et 12,14; $dll=3$).

Par ailleurs, l'analyse microbiologique de 80 échantillons de la banane mure prélevés dans les quatre marchés de la ville de Butembo ont révélé un taux de contamination globale de 65% dominé par *Hafnia* sp (25%), suivi de *Pseudomonas fluorescens* (15%), *Aeromonas* spp et *Klebsiella pneumoniae* qui ont chacun (10%), enfin *Alcaligene dispar* (5%). Ces fréquences de pollutions bactériennes dans les bananes mures examinées sont significativement différentes ($P < 9,89$) dans les quatre marchés de la ville de Butembo ($X^2c=9,8$; $dll=3$).

MOTS-CLEFS: Qualité microbiologique, Aliments pollués, Butembo, igname, Banane.

1 INTRODUCTION

Dans la prévention des maladies, l'alimentation ne risque pas seulement d'altérer la santé humaine par des excès, déficits ou des erreurs d'équilibre de la ration alimentaire, mais aussi par des infections ou intoxications alimentaires qu'elle peut entraîner (**LEDERER J., 1971 et TREMOLIERE J., 1977**). Il est capitale, pour les programmes de prévention, que soient connus les mécanismes selon lesquels des facteurs environnementaux déterminés peuvent influencer la santé (**BEAGLE HOLE et al., 1996**).

Il est très fréquent de constater les denrées alimentaires être étalées, soit le long des artères principales, soit dans des marchés pirates. Elles sont parfois marchandées par les ambulants qui les proposent à tous ceux qu'ils trouvent sur leur passage. Ce genre de commerce s'observe en Ville de Butembo. Or, ces denrées alimentaires, autant elles sont étalées dans des milieux microbiologiquement affectées, autant elles constituent les champs microbiens et source d'infections.

La population de la ville de Butembo et ses environs n'est donc pas épargnée de ces infections ou intoxications alimentaires surtout d'origine bactérienne, car les facteurs qui concourent à les favoriser y sont observés, notamment la méconnaissance des règles d'hygiène alimentaire chez les vendeurs et les consommateurs, ce qui entraîne fréquemment la contamination des aliments, l'insuffisance et parfois l'inexistence des centres de contrôle des denrées alimentaires pour préserver la qualité microbiologique des aliments, le manque de développement des services d'hygiène qui rend impossible tout contrôle efficace, la pénurie des aliments qui fait accepter aux consommateurs les aliments avariés ou altérés.

En fait, les ignames jaunes et les bananes mures vendues sur les marchés de la ville de **Butembo** ne sont pas à l'abri des risques de contamination, étant donné les conditions environnementales précaires dans lesquelles ils sont exposés. Ces deux denrées alimentaires, très souvent mal conservées, laissées trop longtemps au contact de l'air ambiant, pollué ou chargé des microbes, et exposées à des bio-contaminants sur l'étalage aux sites de vente, pourront devenir ainsi source d'infections multiples pour les consommateurs.

Par ailleurs, beaucoup de ces bactéries vivent à l'état saprophytique dans l'intestin, à l'exemple des coliformes, mais lorsqu'elles contaminent un aliment et s'y reproduisent, elles peuvent provoquer des intoxications semblables aux salmonelloses (**LEDERER J., 1971**).

Les habitants de la ville de Butembo et surtout les vendeurs et les clients qui manipulent les ignames jaunes et les bananes mures semblent négliger les règles d'hygiène alimentaire en vue de garder la qualité organoleptique et la sobriété de ces deux denrées livrées à la consommation humaine. Ainsi peut-on s'interroger sur les conséquences de la manipulation des denrées alimentaires exposées aux parasites. Il y a lieu de penser que l'hygiène défectueuse observée chez les acheteurs qui mangent directement après achat, la mauvaise conservation, l'exposition des ignames jaunes et les bananes mures à l'air libre par les vendeurs favoriseraient la contamination et la prolifération microbienne dans ces deux denrées et seraient une des causes de la fréquence assez élevée des maladies bactériennes humaines en ville de Butembo.

L'objectif de cette étude est d'apprécier la qualité microbiologique de deux denrées alimentaires vendues et livrées à la consommation humaine en ville de Butembo afin de s'enquérir du danger que courent les consommateurs qui en sont exposés.

2 MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

La présente étude a été menée en ville de Butembo, située géographiquement à l'Est de la République Démocratique du Congo, dans la province du Nord-Kivu. Cette ville se trouve entre 29°21' et 29°31' de longitude Est et autour de 0°8' de latitude Nord, à 1750m d'altitude où il pleut presque toute l'année, même si on peut noter une alternance de deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches au cours de l'année. Elle est subdivisée en quatre commune à savoir: **Bulengera à l'Est, Kimemi à l'Ouest, Vulamba au Nord et Mususa au sud**.

La population de la ville de Butembo est presque homogène, en grande partie de la tribu **Nande**. Elle a l'agriculture comme activité principale activité à partir de laquelle le commerce et l'élevage ont pris naissance. L'agriculture couvre environ 50% de la population et s'exerce dans les localités environnantes.

2.2 MATERIEL ET METHODES

En vue de la caractérisation de la qualité microbiologique des ignames jaunes cuites et de la banane mure vendues dans les marchés de la ville de Butembo, les réactifs, les milieux de cultures et les matériels de laboratoire d'analyse bactériologique des produits alimentaires ont été utilisés.

L'étude a porté sur un échantillon total de 80 ignames jaunes cuites, 80 bananes mures prêts à consommer et vendues dans les marchés de la ville de Butembo qui sont le marché central, le marché de Vitsai, le marché de Mutsanga et le marché de Rughenda et cela à raison de 20 échantillons par marché.

2.2.1 RECOLTE ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS AU LABORATOIRE

Les échantillons d'ignames jaunes cuites et des bananes mures ont été prélevés les avant- midi, au hasard chez les vendeurs, tous les 2 à 3 jours dans les différents marchés de la ville de Butembo. Pour récolter ces échantillons, l'on s'est servi des bocaux ou ballons à fond plan stériles dans lesquels les vendeurs eux-mêmes déposaient la portion à analyser ou même la banane, ou l'igname entière, de manière aseptique avec sa main.

Une fois déposée, les bocaux étaient immédiatement fermés avec l'ouate et acheminés au laboratoire Centrale et de Recherche de l'Université Catholique du Graben pour l'analyse. Dès l'arrivée au laboratoire, ces échantillons étaient déposés au frigo afin de ralentir la multiplication ou la prolifération des microorganismes avant l'analyse microbiologique.

2.2.2 TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Les mains préalablement lavées à l'eau propre plus savon et séchées à l'air libre, les échantillons de la banane sont d'abord épluchés, ensuite dilués dans l'eau physiologique stérile dans le rapport de 10g de la banane dans 200 ml d'eau distillée stérile.

Quant aux échantillons d'ignames, 10 g étaient prélevés sur l'igname entière et dilués dans 200ml d'eau distillée stérile. Ces mélanges sont mis dans des bocaux et secoués énergiquement en vue de leur homogénéisation. De ces solutions, on réalise la dilution initiale. Préalablement homogène, c'est de ces mélanges qu'on a récupéré une quantité que à ensemercer sur les milieux de culture dans les tubes à essai ou dans les boîtes de pétri préalablement préparés.

2.2.3 PRÉPARATION DES MILIEUX DE CULTURE

Classiquement, les milieux de culture étaient préparés selon les proportions telles que présentées dans le tableau 1 ci-après:

Tableau 1. Tableau de préparation des milieux de culture

<i>Milieux de culture</i>	<i>Quantité de la poudre</i>	<i>Eau physiologique</i>
Mac conkey	4,5g	100ml
Sabouraud Dextrose	6,5g	100ml
Kligler Iron Agar	6,5g	100ml
Citrate de Simmon	2,4g	100ml
SIM (sulfure, Indole, Mobilité).	3,6g	100ml

Après la pesée des milieux de culture, l'on a procédé à un chauffage de ces milieux au réchaud après avoir homogénéisé les solutions (milieu de culture plus eau physiologique) en les agitant. Par la suite, on les stérilise à 121°C dans une marmite à pression (Etuve) pendant 15 minutes puis on les laisse refroidir jusqu'à 45° à 50°C et les couler, soit dans les boîtes de pétri autour de la lampe à alcool (milieu stérile), soit dans les tubes à essai, enfin on les couvre jusqu'à leur solidification.

Au milieu de culture Sabouraud Dextrose Agar, l'on a ajouté 0,05g d'antibiotique (chloramphénicol) afin de favoriser le développement des champignons et inhiber celui des bactéries.

2.2.4 CULTURE BACTÉRIENNE PROPREMENT DITE

2.2.4.1 ISOLEMENT SUR MAC CONKEY, SABOURAUD ET GELOSE AU SANG FRAIS

Cette étape se résume de la manière suivante:

- Allumer la lampe à alcool pour créer un champ stérile;
- Couvrir les boîtes de pétri contenant les milieux de culture solide dans le champ stérile;
- Introduire l'anse de platine à bout rond dans le bocal contenant 10g d'ignames jaune plus 200ml d'eau stérile et 10 g de la banane mure plus 200ml d'eau stérile et récupérer une quantité pour chaque solution homogène puis ensemercer sur le milieu préalablement préparé en formant des tries en zig zag et couvrir la boîte;
- Incuber durant 24 heures à une température de 37°. Le lendemain, l'on vérifie s'il ya eu poussée des colonies avant de procéder à l'identification.

2.2.4.2 COLORATION DE GRAM

Elle comprend les étapes suivantes:

- Couvrir le frottis mince présent sur la lame du violet de gentiane;
- Attendre une minute puis laver et égoutter avec l'eau du robinet contenue dans la pipette;
- Couvrir la préparation de lugol pendant une minute;
- Laver et égoutter à l'eau du robinet;
- Couvrir avec l'alcool pendant une minute;
- Laver et égoutter;
- Sécher à l'air libre la lame porte-objet.

2.2.4.3 VISUALISATION AU MICROSCOPE

Après le séchage de la lame, on induit le frottis d'une goutte d'huile à immersion en vue d'une bonne visualisation au microscope à l'objectif X100.

Ceci permet de distinguer les bactéries Gram + des bactéries Gram—, les bacilles (bâtonnets) des coques ou ces derniers des levures. Ce qui permettait la poursuite de l'identification sur la galerie de **Leminor** en vue de mettre en évidence diverses caractéristiques biochimiques.

2.2.5 IDENTIFICATION DES BACTERIES (EN CULTURE)

2.2.5.1 LES BACILLES GRAM NÉGATIFS

Les caractérisations biochimiques et physiologiques étaient faites à travers le milieu **KLigler**, le milieu au Citrate de Simmons et le milieu SIM (Sulfure, Indole, Mobilité)

TECHNIQUE:

- Allumer la lampe à l'alcool;
- Stériliser l'anse à platine à bout pointu,
- Refroidir puis prélever une colonie sur le milieu d'isolement;
- En fin, on ensemence dans le milieu contenu dans le tube.

2.2.5.2 LES COQUES GRAM POSITIFS

Lors de la microscopie, l'on a observé des bactéries à forme sphérique ou ronde appelées coques colorées au violet de gentiane.

Pour leur identification, a-t-on procédé comme suit:

A) TEST DE CATALASE

But: ce test est fait afin de différencier les staphylocoques des streptocoques.

TECHNIQUE

- Allumer la lampe à alcool;
- Flamber la lame dans le but de la stériliser,
- Prendre l'anse de platine et la stériliser à la flamme puis la refroidir;
- Prélever une colonie dans la boîte de pétri avec l'anse stérile;
- Mettre en contact la colonie avec une goutte d'eau oxygénée située sur la lame

CONSTAT

- Si au contact de la colonie avec le peroxyde, il y a production des bulles d'air, on dit que l'oxygène a tendance à s'évaporer (ou à s'échapper). Ainsi, on conclut que le test de catalase est (+). Dans ce cas, il s'agit des Staphylocoques.
- S'il arrive qu'au contact de la colonie avec le peroxyde d'oxygène, il n'y a pas eu production des bulles d'air, on dit que le test de catalase est (-) et on conclut qu'il s'agit des Streptocoques.

B) TEST DE COAGULASSE

Ce test s'applique uniquement au catalase positif et a pour but de différencier *Staphylococcus aureus* des autres *Staphylococcus* (= *épidermis* ou *saprophyticus*).

PRINCIPE

Le plasma transforme le fibrinogène à fibrine. Cette transformation se remarque par la présence d'agglutination.

TECHNIQUE

- Mettre une goutte de plasma (sang citraté) sur une lame;
- Prélever une colonie sur le milieu puis mélanger la colonie et le plasma, il y a formation d'agglutination et on dit que la coagulase est (+). Dans ce cas, il s'agit de *Staphylococcus aureus*. S'il n'y a pas formation d'agglutination, on dit que le test de coagulase est (-). Ainsi, on a à faire à *Staphylococcus epidermis* ou *Staphylococcus saprophyticus*.

2.2.5.3 IDENTIFICATION DES CHAMPIGNONS

Après leur lecture dans le milieu *sabouraud* associé *au chloramphenicol*, les mycètes étaient identifiés aux microscopes à l'objectif x 40, malheureusement sans déterminer le genre et l'espèce.

2.3 ANALYSE STATISTIQUE

Les données obtenues ont été soumises au test de chi-carré de **PEARSON** corrigé par **YATESS** à partir du tableau de contingence Rx2 tel qu'indiquent **LEROY et FARNIR** (2001), au seuil d'erreur de 5%.

3 RESULTATS

L'analyse microbiologique des échantillons d'ignames jaunes vendues cuites a montré que 76 étaient pollués soit 95% parmi lesquels 30 de pollutions microbiennes simples, soit 37,5%, et 46 de pollutions microbiennes mixtes soit 57,5%.

Par ailleurs, la même analyse a montré que sur 80 échantillons de la banane mure analysés, 52 soit 65% étaient contaminés par des bactéries sporulées gram négatifs.

Les résultats relatifs à la fréquence de pollutions microbiennes dans ces deux denrées alimentaires sont repris dans les tableaux 2 à 4.

Tableau 2. Fréquence de pollutions microbiennes simples selon l'origine (marché) des ignames jaunes examinées

Germes microbiens Identifié Origine (marché)	Effectif Examiné	NOMBRE DE CAS POLLUES PAR:					TOTAL
		Streptococcus sp	Enterobacter Agglomerans1	Enterobacter sakazaki	Staphylococcus aureus	Staphylococcus autre qu'aureus	
RUENDA	20	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
VICHAÏ	20	6 (30)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (10)	6 (30)	14 (70)
CENTRAL	20	4 (20)	2 (10)	6 (30)	0 (0,0)	0 (0,0)	12 (60)
MUCHANGA	20	4 (20)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (20)
TOTAL	80	14 (17,5)	2 (2,5)	6 (7,5)	2 (2,5)	6 (7,5)	30 (37,5)

Le tableau 2 présente les fréquences des pollutions microbiennes simples des ignames jaunes cuites vendues sur les marchés de Butembo. Il montre que sur 80 échantillons d'ignames prélevés sur les marchés et analysés au laboratoire, 30 soit 37,5% étaient pollués par *Streptococcus sp* (17,5%), *Enterobacter agglomerans*1 (2,5%), *Enterobacter sakazaki* (7,5%), *Staphylococcus aureus* (2,5%), et *Staphylococcus* autre que aureus (7,5%). Ces fréquences de pollutions microbiennes sont significativement différentes ($P < 0,5$) dans les marchés de la ville de Butembo ($\chi^2=14,38$; ddl= 3).

Tableau 3. Fréquences de pollutions microbiennes mixtes selon l'origine (marché) des ignames examinées

Germes identifiées	Effectif examiné	NOMBRE DE CAS POLLUES PAR :																	
		<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella ornithinolytica</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Morexella wisconsensis</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Streptococcus spp</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Edward siellahoshinae</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Klebsiella ornithinolytica</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Yersinia frederiksenii</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>pneuteuraspp</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Morexella wisconsensis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listonelladamsella</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterobacter agglomerans1</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>pneuteuraspp</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Leolerciaadecarboxylata</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella ornithinolytica</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterobactersakazaki</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>pneuteurasppchambignons(Levures)</i>
RUENDA	20	0(0,0)	2 (10)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	4(20)	20(100)
VICHAI	20	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	6(30)
CENTRAL	20	4(20)	2(10)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	0(0,0)	8(40)
MUTSANGA	20	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)	4(20)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	12(60)
TOTAL	80	4(5)	4(5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	4(5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	4(5)	4(5)	456(57)

Le tableau 3 ci-dessus présente les fréquences de pollutions microbiennes mixtes des ignames jaunes livrées à la consommation humaine en Ville de Butembo. Il montre que la plupart de ces pollutions sont constituées des bactéries sauf 4 cas soit 5% qui renfermeraient les champignons.

En observant le même tableau, on constate que cette denrée alimentaire est sujette d'une pollution plurimicrobienne dominée par *staphylococcus aureus* et *Klebsiella pneumoniae* qui occupent 5%, *staphylococcus aureus* et *Klebsiella ornithinolytica*, *Streptococcus ssp* et *Pneuteura spp* qui ont chacun 5% suivit des *streptococcus spp* et *Morexella wisconsensis*, *Streptococcus spp*, *Klebsiella pneumonine*, *Streptococcus spp* et *Pneuteura spp*, *Streptococcus spp* et *Edward silla hoshinae*, *Staphylococcus aureus* et *Yersinia frederiksenii*, *Staphylococcus aureus*, *Pneuteura spp*, *Staphylococcus aureus* et *Morexella wisconsensis*, *Staphylococcus autre que aureus* et *Listonella damsella*, *Staphylococcus autre que aureus*, *Klebsiella Pneumoniae* et *Enterobacter agglomerans1*, *Staphylococcus autre que aureus* et *Pneuteura spp*, *Staphylococcus aureus* et *Lealercia adecarboxylata*, *Staphylococcus autre que aureus* et *Klebsiella ornithinolytica* qui occupent chacun 2,5%.

Le test de Khi-carré a montré que les fréquences de pollutions microbiennes mixtes dans les ignames livrées à la consommation humaine ne sont pas les mêmes ($P < 0,05$) dans les quatre marchés de la ville de Butembo ($X_c^2 = 12,14$; $dll = 3$).

Tableau 4. Fréquences de pollutions bactériennes dans les bananes mures examinées

Bactéries Origine (marchés).	Effectif Examiné	NOMBRE DE CAS POLLUTIONS PAR:					TOTAL
		<i>Hafniasp</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Aeromonas</i>	<i>Klebsiella pneumonie</i>	<i>Alcaligène dispar</i>	
CENTRAL	20	5 (25)	3 (15)	0 (0,0)	3 (15)	0 (0,0)	11 (55)
RUGHENDA	20	7 (35)	3 (15)	1 (5)	2 (10)	2 (10)	15 (75)
VITSAYI	20	5 (25)	3 (15)	5 (25)	3 (15)	2 (10)	18 (90)
MUTSANGA	20	3 (15)	3 (15)	2 (10)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (40)
TOTAL	80	20 (25)	12 (15)	8 (10)	8 (10)	4 (5)	52 (65)

A la lumière de ce tableau 4, il ressort que, d'une façon globale, des germes microbiens ont été identifiés, les bactéries, tout particulièrement les Enterobactéries. L'observation de ce même tableau révèle que 20 échantillons de la banane mure vendue sur les points de vente de la ville de Butembo, soit 25%, étaient pollués par *Hafnia sp*, 12 soit 15% ont été contaminés par *Pseudomonas fluorescens*, 8 soit 10% ont permis respectivement l'identification de *Aeromonas* et *Klebsiella pneumoniae* et enfin, 4 soit 5% ont été souillés par *Alcaligene dispar*. Une différence significative ($P < 0,05$) des fréquences des pollutions bactériennes dans les bananes mures examinées a été observée dans les quatre marchés de la ville de Butembo ($X_c^2 = 9,89$; $dll = 3$).

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus après les analyses microbiologiques de 80 échantillons d'ignames jaunes vendues cuites en ville de Butembo ont montré que 76, soit 95%, étaient souillés, parmi lesquels 30, soit 37,5%, de contaminations microbiennes simples et 46 soit 57,5%

de contaminations microbiennes mixtes (tableau 2 et 3). Par ailleurs, le taux de contamination de la banane mure, après analyse bactériologique de 80 échantillons, a été de 70 % dominé uniquement par des bactéries sporulées Gram négatifs (tableau 4). Ces résultats plurimicrobiens dans les deux denrées alimentaires traduisent la défectuosité de l'hygiène environnementale d'une part, et des personnes manipulant les ignames et la banane mure d'autre part. Il en est de même la mauvaise conservation pendant la vente, le délai de conservation ainsi que l'exposition de ces denrées à l'air ambiant pollué ou chargé des poussières et des microbes, comme le soulignent **AMORIGGI, (1988) TREMOLIERE (1977) et NOUT et al, (2003)**. Ces denrées jouent un rôle important dans la prolifération bactérienne. En outre, selon **HUCHET et al. (1996)**, ces polluants (microbes) proviennent des diverses manipulations que subissent les aliments pendant la chaîne de production-transformation- commercialisation-consommation. Par ailleurs, **CUIK H. (1968), LEDERER J. (1971) et AMORIGGI. (1988)** cités par **KIREREKA R. (2008)**, indiquent que les microorganismes peuvent provenir des mains sales des vendeurs, acheteurs, voire les récipients dont ils s'en servent pour le transport; de certaines sécrétions telles que la sueur, la salive lors de la manipulation et discussion du prix, des mouches, des fourmis, des blattes, des rats et des souris qui peuvent s'infiltrer dans l'entrepôt des denrées alimentaires. Ces microorganismes peuvent se multiplier dans une denrée alimentaire en libérant des toxines et ainsi causer des toxi-infections alimentaires. En revanche, selon **LEDERER J. (1986)** cité par **KIREREKA R. (2008)**, une étude a déjà été entreprise sur la fréquence avec laquelle se trouvait *Escherisha coli* sur les mains de ceux qui manipulent les aliments dans les cafés et les restaurants. Le résultat de cette étude montre que sur 1337 sujets testés, 8,4% étaient porteurs. Ainsi, les règles strictes des propretés des mains doivent être respectées par toute personne ayant un contact direct avec les produits alimentaires. Dans le même sens, une étude menée au Royaume-Uni sur les intoxications alimentaires d'origine bactérienne et autres montre que sur 5790 d'intoxications, 4623 soit 79,8%, sont dues aux bactéries, 333 soit 5,75% à des agents chimiques et 834 soit 14,4 % aux champignons (**LEDERER J., 1971**).

La présence des bacilles Gram négatifs dans les deux denrées alimentaires analysées, bien qu'à des fréquences relativement faibles, prouve qu'elles ont subies une contamination fécale d'une part, et une souillure d'origine saprophyte d'autre part. Les bacilles gram négatifs sont, selon **PREVOT (1961), PILLET et al. (1975), FROBISHER M. et FUERS R. (1993)**, cités par **FOMA M. (2003)**, extrêmement répandus dans la nature et ils se retrouvent tout particulièrement dans le colon et le rectum, commensales ou saprophytes et acquièrent accidentellement le pouvoir pathogène lorsqu'ils changent de milieu en présentant un pouvoir pathogène potentiel et causant des *Gastroentérites*, résultant de l'infection alimentaire.

Les fréquences non négligeables de *Enterobacter agglomerans* (2,5%) et *Enterobacter sakazaki* (7,5%) dans les ignames jaunes vendues cuites (tableau 2) et de *Halfnia dispar* (25%) et *Alcaligène* (5%) dans la banane mure (tableau 4), deux denrées des rues livrées à la consommation humaine en ville de Butembo, peuvent se justifier non seulement par leur présence normale dans le sol et le tube digestif des hommes et des animaux, mais aussi du fait que ces bactéries sont phytophages, comme l'indiquent **PILET CH. et al. (1975) et MICHE J.C (1984)**. Ces auteurs, soutenus par **LEDERER J. (1986)**, soulignent que ces espèces rarement pathogènes peuvent exceptionnellement se révéler agents des maladies pulmonaires, des méningites et des reins. Les mêmes auteurs renseignent que les espèces du genre *Pseudomonas* dont l'une a été identifiée dans la banane mure (*Pseudomonas fluorescens*; 15%), sont en général saprophytes du sol, de l'air et de l'eau, mais aussi commensales de la peau et les muqueuses de l'homme et des animaux. Certaines de ces espèces sont pathogènes chez l'homme, surtout en milieux hospitaliers chez des sujets affaiblis.

Au regard des constats de **PREVOT (1961) et PILET et al. (1975)**, à partir de ces deux denrées alimentaires, les consommateurs peuvent contracter certaines infections parmi lesquelles les infections oculaires (conjonctivites, *Kerato conjonctivites*, ulcères de la cornée), des septicémies et suppurations diverses pour la bactérie *Moraxella wisconsensis*.

Klebsiella pneumoniae est incriminée dans les pneumopathies, les angines, les otites, les cystites et les affections rénales chez l'homme. Le genre *Streptococcus sp* comprend des espèces impliquées dans des suppurations diverses et septicémies. Par contre, *staphylococcus aureus* est parmi les *Staphylocoques* pathogènes de l'homme chez lequel ils interviennent dans diverses suppurations (abcès, furoncles), les septicémies et les atteintes intestinales d'origine alimentaire.

L'analyse statistique des résultats de la pollution microbienne simple et mixte a montré qu'il y a une différence significative ($P < 0,05$) des fréquences de pollutions observées dans les échantillons d'ignames jaunes cuites entre les quatre marchés où les 95% de pollution se trouvent en proportion nettement différente ou statistiquement différente ($\chi^2 =$ respectivement 14,38 et 12,14; ddl = 3)

Par ailleurs, une différence significative des fréquences de pollutions ($P < 0,05$) bactériennes dans les bananes mures examinées a été observée entre les quatre marchés de la ville de Butembo où les 65% de pollutions se trouvent en position nettement différente ou statistiquement différente ($\chi^2 = 9,89$; ddl = 3).

La présence des bactéries sporulées gram négatif dans les deux denrées est due, sans doute, à l'environnement. En effet, les conditions climatiques et environnementales des régions tropicales sont favorables à la multiplication végétative des cellules microbiennes. Le séjour prolongé à la température ambiante ainsi que l'exposition à l'air libre des denrées alimentaires constitueraient deux facteurs majeurs de contamination et de multiplication des bactéries dans ces denrées.

En plus, le nombre d'échantillons d'ignames jaunes souillés trouve sa raison d'être dans l'utilisation de matériels souillés, des conditions des ventes et de conservation peu hygiéniques durant la manipulation (mains sales, récipients de transport insalubres, etc....) et une mauvaise hygiène corporelle et vestimentaire des vendeurs. L'absence des *Salmonelles*, des *Shigelles* et d'autres coliformes

thermo tolérants et anaérobies *sulfitoréducteurs* est due à l'efficacité de l'effet thermique bactérien de la température de cuisson de cette denrée.

Pour ce qui est de la flore fongique, sa présence est due à l'atmosphère humide de l'emballage des ignames en vente, du degré de déshydratation et de l'inefficacité des méthodes de conservation de cette denrée.

Quant aux staphylocoques et streptocoques, leur présence dans les ignames est due aux facteurs tels que: le vent, la poussière et la contamination d'origine humaine à travers les manipulations et les sécrétions (salive et la sueur).

Les différences enregistrées dans les fréquences des genres semblent être liées aux particularités des germes de s'adapter à telles ou telles autres conditions de l'environnement ainsi qu'aux possibilités de ces germes de contaminer les ignames jaunes ou la banane mûre. Ceci rejoint les idées de FOMA M. (2003) selon lesquelles les bactéries sont véhiculées par l'air, la poussière, l'homme, les animaux domestiques, les vecteurs mécaniques tels que les insectes, alors que les normes microbiologiques admettent l'absence des germes pathogènes et indicateurs des pollutions fécales dans les aliments. Ces différences de fréquences de pollutions microbiennes peuvent être liées au fait que la distribution des germes dans un lieu donné, leur physiologie et exigence alimentaire varient aussi, selon, PILET, CH et al. (1975), non seulement selon les genres, mais aussi selon les espèces et les souches. Le niveau de contamination des ignames et de la banane étant variable d'un marché de vente à un autre, les résultats prouvent que cela est imputé à la différence existant dans le respect des conditions hygiéniques de ces deux denrées du marché de vente à un autre.

En sus, cette différence des fréquences est aussi due au fait que les ignames jaunes et les bananes mures transitent par plusieurs intermédiaires et vendeurs provenant des milieux différents.

La présence des microorganismes dans ces deux denrées alimentaires si précieuses et indiquées dans certains cas diététiques et thérapeutiques soutient que ces denrées ne bénéficient pas d'un traitement hygiénique pour jouer ces rôles et surtout que, d'après NOUT et al. (2003), la qualité d'un aliment dépend non seulement de sa teneur en nutriments, mais aussi de l'absence dans cet aliment des polluants pouvant porter préjudices aux consommateurs. La qualité d'un aliment étant une affaire de production, le mode de conservation et de distribution compte aussi, l'approvisionnement régulier des points de vente qui fidélise et rassure les consommateurs est un facteur essentiel de réussite du produit (MICH J.C., 1984).

En fin, conformément aux résultats atteints, la prolifération microbienne dans les deux denrées alimentaires soumises à l'analyse microbiologique est fonction de la durée d'exposition de ces denrées aux facteurs environnementaux. D'autres éléments agissent sur la multiplication microbienne: le degré de déshydratation de l'aliment, l'acidité, l'irradiation, la présence de l'oxygène.

Ainsi, il faudra donc trouver un équilibre entre leur action sur les microbes et celui sur les aliments. A ce titre Christian SENCKE (2007), PILET, CH et al., (1975) suggèrent que la conservation des aliments au froid, le maintien à chaud ainsi que la traversée rapide de la zone de température comprise entre 10°C et + 63°C constituent les principaux moyens utilisés pour limiter la multiplication des microorganismes. Ils ajoutent que pour la maîtrise des microorganismes, les vendeurs des denrées alimentaires doivent contrôler le couple temps/ température pendant la vente et la conservation des aliments en attente, et ce, pour prévenir les conditions favorables à une prolifération excessive des microorganismes. L'oxydation enzymatique dans les aliments s'effectue en fonction des facteurs tels que la température de conservation ou de cuisson, l'intégrité des aliments, mais aussi le délai de conservation (MARTINE F., 2003). Les vitamines s'altèrent nécessairement au fur et à mesure par oxydation naturelle. Pour le cas de la banane, fruit tropical s'il est de notoriété de le conserver à température ambiante, l'intérêt n'est pas uniquement gustatif, mais aussi nutritionnel. Au froid, elle développe un stress oxydatif et la vitamine C s'y détériore plus vite (LEDERER J., 1971).

Ces résultats montrent qu'en général, l'hygiène n'est pas respectée dans la manipulation des ignames jaunes cuites et les bananes mûres. L'exposition de ces deux denrées alimentaires à des bio-contaminants sur l'étalage aux sites de vente, l'absence de l'hygiène chez les vendeurs, les consommateurs et les personnes manipulant ces denrées lors de la discussion du prix constituant, d'après AMORIGGI (1998), le point faible dans les techniques artisanales et traditionnelles de conservation des aliments dans beaucoup des pays Africains.

5 CONCLUSION

Cette étude de l'appréciation de la qualité microbiologique des aliments vendus en ville de Butembo a concerné les ignames jaunes et la banane mûre afin d'en identifier les différents germes microbiens et leurs fréquences. Préoccupé par la façon dont cette vente se réalise, il y avait lieu de penser que la mauvaise conservation, l'exposition des ignames jaunes et les bananes mures à l'air libre par les vendeurs favoriseraient la contamination et la prolifération microbienne dans ces deux denrées.

Ainsi, l'objectif de l'étude était d'apprécier la qualité microbiologique des ignames jaunes et banane mûre, vendus à l'air libre et livrés à la consommation humaine en ville de Butembo afin d'en deceler le danger que courent les consommateurs.

Le résultat obtenu des analyses microbiologiques de 80 échantillons prélevés a permis de constater que les ignames jaunes vendues sur les points de vente de la ville de Butembo hébergent des microbes en association ou pas qui sont: *Morexellawisconsensis*, *Streptococcus spp*; *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella ornithinolytica*, *Pneuteura spp*, *Edwardsiella hoshinae*, *Enterobacter agglomerans*,

Enterobacter sakazaki, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus qu'aureus*, *Yersinia frederici ksennii*, *Leolercia adecarboxylata*, *Listonella domsellia*, *Staphylococcus spp* et les champignons.

De même, la banane mûre vendue sur les points de vente de la ville de Butembo renferme les bactéries sporulées gram négatifs, à savoir: *Hafnia sp*, *Aeromonas*, *Pseudomonas fluorescens*, *Klebsiella pneumoniae* et *Alcaligene dispar*.

La contamination microbienne des consommateurs de ces deux denrées alimentaires est possible, car parmi les bactéries identifiées certains sont pathogènes à l'homme. Cela exige l'application des mesures d'hygiène dans toutes manipulations de ces deux denrées alimentaires, de la production aux vendeurs, puis de là aux consommateurs (transaction, conservation, exposition aux points de vente) afin de réduire le degré de contamination humaine. D'où, un contrôle permanent et rigoureux de la qualité microbiologique des denrées alimentaires vendues prêt à la consommation directe en ville de Butembo s'impose à tous pour qu'on se rassure de la qualité microbiologique des aliments vendus à ciel ouvert dans plusieurs points de vente de la ville de Butembo. Ce contrôle revient au service d'hygiène qui doit renforcer la sensibilisation de tous les consommateurs des vivres à consommation directe vendus ça et là. C'est là même une brèche ouverte pour les autres chercheurs afin d'enrichir les résultats de cette étude et étendre les investigations à d'autres aliments vendus à ciel ouvert.

REFERENCES

- [1] AMORIGGI 1998: Techniques de transformation et conservation artisanale des fruits et légumes, FAO, Rome, 62 p.
- [2] BEAGLEHOL et al., 1994: *Eléments d'épidémiologie*, Organisation Mondiale de la santé, Genève, p 121.
- [3] Christian SENKE J. 2007: Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des aliments vendus sur la voie publique de Dakar.
- [4] CLARICE K., 2010: Recherche des Entérobactéries dans les ignames vendues en ville de Butembo, TFE, ISTM /Butembo.
- [5] FOMA M., 2002: *Microbiologie industrielle*, DEA, cours inédit, UNIKIS.
- [6] GUIRAUD J.P 1998: *Microbiologie alimentaire*, DUNAP, S-L, P 151-199.
- [7] HUCHET E., COURTEL J. et GUNOL, 1996: *Méthodes d'analyses chimiques; département des sciences de l'aliment: 91744 Massy CEDER des industries Agricoles et Alimentaires, 1, Avenue des Olympiades.*
- [8] KIREREKA M., 2008: Analyse microbiologique de bananes mûres vendues sur les marchés de Butembo, Monographie inédite, ISEAVF/ Butembo 45pages.
- [9] LEDERER J., 1986: *Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire*, Tome IV: Les intoxications alimentaires, Malaine, Paris, p 289.
- [10] LEDERER J., 1971: *Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire*. Ed. Nouwerlant, Louvain et Malaine, Paris, 511 p.
- [11] LEDERER J., 1971: *Hygiène des aliments*, Tome II, Malaine, Paris, p3.
- [12] LEROY P., FARNIR F., 2001: *Méthodes statistiques en médecine vétérinaire*, Edition de l'Université de Liège, Faculté de Médecine vétérinaire, Bruxelles, 271 p.
- [13] MARTINE F., 2003: *Transformer les fruits tropicaux*. Ed. CTA, 223 pp.
- [14] MICHE J.C., 1984: *Conservation des aliments, composition, qualité, biodégradation collection « technique et documentation »*. Lavoisier, Paris, 260 pp.
- [15] NOUT et al., 2003: Les aliments; transformation, conservation et qualité, Ed. CTA, Germany, 51 pp.
- [16] PILET C.H., BOURDON J.L., TOMA B. et MARCHAL N., 1975: *Bactériologie médicale et vétérinaire, Systématique bactérienne*. Ed. DOINS, Place de l'Océan, Paris, 489 pp.
- [17] PREVOT AR., 1961: *Traité de systématique bactérienne*. Ed. Dunod, Paris.
- [18] TREMOLIERE J. et al., 1977: *Manuel élémentaire d'alimentation humaine: les bases d'alimentation*, Tome1, Edition E.S.F, 8^e Ed, Paris, p88-97, 132.