



## Influence du Traitement des Cossettes de Manioc (*Manihot Esculenta*) sur le pH et leur Teneur en Acide Cyanhydrique dans les Conditions Écologiques de Butembo

Jean-Bosco Kakule Kaibumba<sup>1</sup>, Olga Masika Lwayikondera<sup>2</sup>, Jean Baptiste Muhesi Mwigha<sup>3</sup>

### Résumé

La présente recherche traite sur l'influence du traitement des cossettes de manioc (*Manihot esculenta*) de pH et leur teneur en acide cyanhydrique dans les conditions écologiques de Butembo. Pour ce faire, nous avons tout d'abord produit la farine et la pâte à partir de deux variétés de manioc dont une variété amère appelée *dieumerci* et une variété douce nommée *kayilongera*. Ces deux variétés ont été soumises au traitement par fermentation à tas et au traitement par rouissage durant sept jours. Les analyses physico-chimiques (pH et teneur en cyanure) effectuées au laboratoire, ensuite exécuter le test d'ANOVA-1 qui avait conduit aux résultats concluant que le rouissage a présenté un pH acide (5,3) et celui de fermentation à tas (7,3) en moyenne par rapport au type de traitement. Alors les variétés de pH de la variété *dieumerci* a été supérieure (6,3) à celui de *kayilongera* (6,1). Ce qui a permis d'affirmer l'hypothèse qu'il existe statistiquement une différence significative du pH ( $F=71,232$ ,  $p=0,000$ ) pour le traitement et ( $F=0,260$ ), ( $P=0,614$ ) par rapport aux variétés de cossettes de manioc consommées à Butembo. Pour les résultats sur le cyanure lors du traitement de manioc ont montré que la teneur moyenne de cyanure diminue avec le temps de fermentation (rouissage) jusqu'à 0,019 mg pour la farine et 0,001 mg pour les pâtes. La variété *kayilongera* avait démontré une teneur très faible (0,0004 mg) que celle de la variété *dieumerci* (0,005mg). Se faisant, il existe une différence statistiquement significative du pH et de la teneur de HCN entre la variété *dieumerci* et la variété *kayilongera*,  $F=0,813$ ,  $p=0,374$  par rapport aux traitements. Aussi, il existe une différence statistiquement significative de la teneur en cyanure entre les variétés  $F= (8,160)$ , ( $p=0,008$ ) de cossettes de manioc consommées à Butembo. C'est ainsi que les résultats ont prouvé que la méthode de rouissage de manioc serait la meilleure pour produire une bonne qualité de farine pauvre en cyanure.

**Mot clés** : Traitement de Cossettes, Manioc (*Manihot esculenta*), pH, acide cyanhydrique, teneur, conditions écologiques

### Abstract

This research deals with the influence of the processing of cassava chips (*Manihot esculenta*) from the pH and their hydrocyanic acid content in the ecological conditions of Butembo. The flour and dough were extracted from two varieties of cassava, including a bitter variety called *dieumerci* and a sweet variety called *kayilongera*. These two varieties were subjected to heap fermentation

<sup>1</sup>Assistant I à l'Institut Supérieur de Chimie Appliquée, RD Congo, [kaibumbajbosco@gmail.com](mailto:kaibumbajbosco@gmail.com)

<sup>2</sup>Assistant I à l'Institut Supérieur de Chimie Appliquée, Butembo, RD Congo, [olgamasika66@gmail.com](mailto:olgamasika66@gmail.com)

<sup>3</sup> Assistant I à l'Institut Supérieur de Chimie Appliquée, Butembo, RD Congo.

treatment and retting treatment for seven days. The physicochemical analyzes (pH and cyanide content) carried out in the laboratory, then run the ANOVA-1 test which led to the results concluding that the retting presented an acidic pH (5.3) and that of fermentation at heap (7.3) on average compared to the type of treatment. The pH of the dieumerci variety was higher (6.3) than that of kayilongera (6.1). This made it possible to affirm the hypothesis that there is statistically a significant difference in pH ( $F=71.232$ ,  $p=0.000$ ) for the treatment and ( $F=0.260$ ), ( $P=0.614$ ) compared to the varieties of chips of cassava consumed in Butembo. The results on cyanide during cassava processing showed that the average cyanide content decreases with fermentation time (retting) up to 0.019 mg for flour and 0.001 mg for pasta. The kayilongera variety had demonstrated a very low content (0.0004 mg) than that of the Dieumerci variety (0.005 mg). In doing so, there is a statistically significant difference in pH and HCN content between the dieumerci variety and the kayilongera variety,  $F=0.813$ ,  $p=0.374$  compared to the treatments. There is a statistically significant difference in the cyanide content between the varieties  $F= (8.160)$ , ( $p=0.008$ ) of cassava chips consumed in Butembo. This is how the results proved that the cassava retting method would be the best for producing good quality flour low in cyanide.

**Keywords:** Processing of Cossettes, Cassava (*Manihot esculenta*), pH, hydrocyanic acid, content, ecological conditions

## Introduction

### Problématique

Le manioc constitue l'aliment de base de nombreux pays tropicaux. Il est consommé par plus d'un demi-milliard de personnes pour son apport énergétique dans l'alimentation humaine (Aghor, et al, 1995). Le manioc est l'une des cultures vivrières les plus cultivées et les plus consommées en Afrique centrale et plus particulièrement en République Démocratique du Congo (RDC), où il est consommé pour ses racines qui fournissent plus de 60% d'énergie journalière (CTA, 2018) et ses feuilles comme légumes. Muhongya (2012) avait soutenu que cette plante est cultivée pour ses racines tubéreuses contenant 61% d'eau, 33,6% des matières amylacées, 2,6% de celluloses ; 1,2% des protéines, 0,4% des matières grasses et 1,2% des matières minérales. Par ailleurs, Falade, et al. (2010) avaient montré que les protéines du manioc sont riches en arginine, mais reste faible en certains acides aminés essentiels tels que la méthionine, la lysine, le tryptophane, la phénylalanine et la tyrosine.

Cependant, malgré son importance nutritionnelle, le manioc présente des inconvénients majeurs qui limitent son utilisation. Une toxicité liée à la présence des composés cyanogénique (Val, 2012) et une faible teneur en protéines comprise entre 1 et 5 % de matière sèche (Stupark, 2006). Consciente de la présence de ce glucoside dans cette denrée alimentaire de base, la population de la RDC, et particulièrement celle de Butembo, procède de plusieurs manières pour la détoxification des racines de manioc visant à améliorer sa qualité poste récolte. Coste (1987) montre que la préparation ou transformation qu'on fait subir au manioc avant de le consommer élimine la plus grande quantité du principe toxique en appliquant le râpage, broyage, séchage, rouissage, et ébullition. Selon DeBruijn (1971), les principes de détoxification du manioc dans ses usages alimentaires sont entre autres, l'élimination directe des glucosides cyanogéniques par dissolution dans l'eau, la décomposition des glucosides survie de l'élimination de l'acide cyanhydrique par évaporation, lavage et l'inactivation de la linamarase.

Selon Kazinguvu (2004), l'empoisonnement au manioc peut entraîner des paralysies irréversibles. En faible dose, l'intoxication au cyanure peut provoquer des symptômes tels que fièvre, céphalées, nausées, insomnie, léthargie, douleurs articulaires, chute de tension artérielle. En plus, l'ingestion d'une dose peu élevée de cyanure provoque des maux de tête, des vertiges, des

vomissements et palpitations. L'intoxication par une forte dose conduit à une mort rapide qui ne passe pas nécessairement par toutes les étapes. Elle entraîne des convulsions, une baisse de la tension et du rythme cardiaque et ensuite des troubles respiratoires.

Selon Silvestre, et Marraudeau (1983), la dose létale de HCN chez les animaux est de l'ordre de 2 à 2,5 mg par kg de poids vif, chez l'homme. Par contre, on considère qu'une alimentation dans laquelle les glucosides n'apportent que moins 1 mg d'HCN par kg de poids vif est sans danger d'intoxication aiguë. Il ajoute que la dose considérée comme susceptible d'entraîner des intoxications aiguës chez l'homme est de 1 mg par kg de poids vif, soit environ 60 mg par jour.

Pour Macintyre (1973), l'intoxication à l'acide cyanhydrique est souvent fréquente dans les régions où le manioc constitue le principal aliment dans l'alimentation de la population. Il ajoute que plusieurs traitements de détoxication sont connus mais une confusion reste, celle de connaître la meilleure méthode pour produire une farine très pauvre en acide cyanhydrique. Lorsque le manioc est mis en tremper pendant plusieurs jours dans l'eau qui coule, diverses fermentations facilitent la pénétration de l'eau dans les racines qui vraisemblablement éliminent les glucosides et sans doute aussi les petites quantités d'acide cyanhydrique qui se forment par mise en contact des glycosides et l'enzyme, spécialement la linamarase. C'est souvent à ce même processus qu'il faut attribuer les diminutions de la toxicité observées par ébullition progressive dans l'eau pouvant faire passer les teneurs de 332 ppm à 10ppm.

Selon Vingivohya (2018), l'acide cyanhydrique est soluble dans l'eau mais à la température de 28 °C, une volatilité efficace dans l'air de ce dernier est observée. De même Assiedu (1991) et Vingivohya (2018) ont montré que le processus de séchage induisant l'évaporation de l'acide cyanhydrique dans l'air, intervenant dans l'échelle de fabrication de la farine à base du manioc confère une teneur faible d'acide cyanhydrique à ladite farine.

Face à toutes ces études, nous constatons que divers traitements sont appliqués pour réduire le taux en acide cyanhydrique du manioc dans l'optique d'améliorer la qualité de la farine. Cependant, ces recherches ne prouvent pas en suffisance la meilleure méthode applicable à nos variétés localement consommées afin de réduire sensiblement cette teneur. Alors que le manioc est consommé par plus d'un milliard des personnes (Ceballos, et al., 2006 ; et Cock, 1985), le manioc constitue une réserve alimentaire en cas de famine. Pour Mafikiri (2005), le manioc constitue également un aliment de base pour la population de la ville de Butembo.

Tenant compte de la présence de glucosides dans cette denrée alimentaire de base, la population de cette agglomération et ses environs utilise divers procédés de détoxication des tubercules du manioc. Selon Muhongya (2012), les procédés les plus utilisés dans cette ville et ses environs sont essentiellement la fermentation en tas et le rouissage par immersion des tubercules pour l'obtention de la farine de manioc qui est généralement consommée sous forme d'une pâte appelée *bundu* en kinande ou *ugali* en swahili. Cette étude a pour objectif d'analyser l'influence de traitements du manioc (*Manihot esculenta*) et sa teneur en acide cyanhydrique, et l'influence du traitement des cossettes du manioc sur le pH et leur teneur en cyanure.

## Matériel et méthodes

### Matériel biologique

Le matériel biologique qui nous avait servi était constitué des cossettes de manioc (*Manihot esculenta*). Nous avons choisi deux variétés de manioc dont une variété amère appelée localement : *Dieu-Merci* et une variété de manioc douce appelée *kayilongera*. Ces deux variétés ont été fournies par un agronome de la SYDIP.

### Matériel de traitement

Pour tenter de réaliser la détoxification de nos échantillons, nous avons utilisé les couteaux en acier inoxydable pour l'épluchage du manioc. Nous avons ensuite utilisé les bassines en plastic de capacité de 10 litres pour le trempage du manioc, une claie (étalage) en bois de 1 mètre-carré environ pour contenir les cossettes de manioc lors de la fermentation à tas et lors du séchage. A l'instar des techniques traditionnelles de détoxification, nous avons recouru aux feuilles mortes de bananier pour couvrir les manioc lors de la fermentation. Nous avons également utilisé un brasero, une casserole et une spatule pour le pétrissage de la pâte qui aurait subi les analyses. Les sacs en polyéthylène nous av avaient permis de bien emballer les farines obtenues après traitement.

### **Matériel d'analyse**

Du point de vue physico-chimique, les résultats avaient été atteints grâce aux matériels suivants :

- La balance analytique de sensibilité au centième avait servi à la détermination du poids de l'échantillon à traiter
- Un pH-mètre pour déterminer l'état d'acidité de nos échantillons ;
- Un bécher de 250 ml pour contenir l'échantillon lors de la détermination du pH et de la distillation.
- Une éprouvette de 500 ml pour contenir l'eau distillée,
- Le dispositif complet du montage de distillation à reflux avec une bouteille à gaz comme source d'énergie avaient permis de mener la distillation de l'acide cyanhydrique.

Par contre, le statif complet, la burette de 50ml, un erlenmeyer de 250 ml avaient permis de réaliser des analyses titrimétriques de l'acide cyanhydrique.

### **Méthodes d'étude**

Dans ce travail, la recherche documentaire nous avait permis de bâtir une littérature ordonnée et d'une série d'études antérieures relative à notre sujet et avaient conduit notamment à formuler la problématique, les hypothèses, la revue de la littérature, et la discussion des résultats. Nous avons ensuite usé de la méthode expérimentale qui nous avait conduits aux résultats issus des analyses au laboratoire via les méthodes de détoxification : le rouissage et la fermentation à tas. En effet, cette méthode nous avait permis de doser l'acide cyanhydrique dans le manioc afin d'évaluer cette teneur selon les deux traitements réalisés.

### **Traitement par rouissage**

Nous avons trempé nos manioc dans des bassines en plastique contenant 10 litres d'eau pendant sept jours. Ensuite, nous les avons récupéré de l'eau et les étalé sur un étalage à bois jusqu'au séchage tous en remuant chaque jours, chaque variété traité à part. Ces manioc avaient été amorcés en cossettes puis en farine.

### **Traitement par fermentation à tas :**

Les racines de deux variétés de manioc avaient été saupoudrées d'une couche mince de farine, ensuite étalées sur un étalage en bois couvert des feuilles de bananier à l'instar des méthodes traditionnelles. Ces manioc avaient été régulièrement remués pour faciliter le séchage puis avaient été débuté en cossettes afin d'être réduit en farine.

### **Dosage de l'acide cyanhydrique dans la farine du manioc par la méthode de Liebig**

Pour déterminer quantitativement le taux de cyanure aussi bien dans les tubercules comme dans la farine du manioc, nous avons utilisé la méthode argentimétrique telle que décrite par Brudzynski (1982). La où l'acide cyanhydrique libéré par hydrolyse enzymatique est entraîné par la vapeur d'eau puis récupéré dans une solution alcaline et titrée par argentimétrie. La réaction qui

a lieu lors du titrage est :  $2\text{CN}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}(\text{CN})_2$ . L'on avait atteint la fin de la réaction lorsque tous les ions  $\text{CN}^-$  avaient été liés. A cet instant, le surplus d' $\text{Ag}^+$  avait été combiné aux ions  $\text{I}^-$  contenus dans le milieu réactionnel, suite à son insolubilité dans le  $\text{NH}_4\text{OH}$ . L'iodure d'argent précipité préférentiellement en laissant un trouble (blanchâtre au jaunâtre) dans le milieu (Jodogne *et al.* 1973).

### Traitement statistique des données

Nous avons traité nos données en utilisant le logiciel SPSS 20.0 qui nous a permis dans, l'échelle de rapport d'établir la moyenne de la teneur en cyanure dans le manioc à chaque niveau de traitement et pour chaque variété. Comme test statistique, nous nous sommes servis du test d'analyse de la variance (ANOVA) pour échantillon indépendant en vue d'évaluer la différence statistiquement significative entre les variables indépendantes et les variables dépendantes (Masivi, 2015)

### Résultats

Nous présentons dans le tableau ci-après les différentes concentrations de cyanure dans les maniocs trempés et fermentés de deux variétés : « Dieu Merci » et « Kayilongera ». Nous présentons également les différentes valeurs de pH obtenu à chaque étape d'analyse. :

**Tableau 1.** Nombre d'équivalent gramme de cyanure et le pH dans le manioc traité par fermentation à tas

Mode de traitement	Variété Dieu Merci		Variété Kayilongera	
	Néq-g	pH	Néq-g	pH
Manioc frais non râpé	5,8	6,5	0,6	6,0
Manioc frais râpé	5,6	6,2	0,4	6,0
Manioc râpé fermenté au 3 <sup>e</sup> jour	4,2	6,0	0,2	5,8
Manioc non râpé fermenté au 3 <sup>e</sup> jour	4,3	6,0	0,2	5,08
Farine de Manioc râpé	0,8	5,57	0,15	5,36
Farine de Manioc non râpé	0,65	5,45	0,15	5,21
Pate de farine de Manioc râpé fermenté	0,6	5,3	0,05	5,14
Pate de farine de Manioc non râpé fermenté	0,6	5,35	0,05	5,1

Afin de varier nos traitements, nous avons pris une partie de nos maniocs selon les variétés que nous avons râpées et une autre partie a été laissée sans avoir été râpée. Ces échantillons ont été analysés d'abord à l'état frais puis au troisième jour de fermentation, après séchage (farine) et après pétrissage (pâte).

**Tableau 2.** Nombre d'équivalent gramme de cyanure et pH dans le Manioc traité par rouissage

Mode de traitement	Variété Dieu Merci		Variété Kayilongera	
	Néq-g	pH	Néq-g	pH
Manioc frais non râpé	5,8	6,3	0,5	6,3
Manioc frais râpé	5,6	6,0	0,4	6,1
Manioc non râpé roui au 3 <sup>e</sup> jour	3,9	5,8	0,2	5,6
Manioc râpé roui au 3 <sup>e</sup> jour	5,4	4,8	0,2	4,8

Farine de Manioc râpé roui	0,8	4,8	0,1	4,9
Farine de manioc non râpé roui	1,0	4,8	0,1	4,74
Pate de farine pour manioc râpé roui	0,1	4,8	0,05	4,63
Pate de farine pour Manioc non râpé	0,15	4,62	0,08	4,6

### Analyse statistique des données

#### *Influence du traitement sur le pH*

Eu égard au tableau 3 ci-dessous, l'analyse des résultats indique que le manioc qui a subi le traitement de fermentation à tas a un pH de 7,3 comparativement à celui qui avait été soumis au rouissage qui contient à son tour 5,3 du pH.

**Tableau 3.** Influence du traitement sur le pH

Traitement	N	Moyenne	Ecart-type	F	P	IV
Fermentation à tas	16	7,2956	,71606	71,232	,000	TS
Rouissage	16	5,2806	,63187			

Notes : N=Effectif ; F=Valeur calculée d'ANOVA, p =Seuil de signification ; IV= Interprétation verbale, TS= Test très significatif.

La différence entre les deux modes de traitement est donc très significative ( $F=71,232, p=0$ ). On peut donc conclure que le type de traitement du manioc influence le pH.

#### *Variation du pH selon les variétés de manioc*

Ces résultats du tableau 4, montrent que la variété Dieu merci a un pH moyen de 6,4 contre 6,2 pour la variété Kay longera. La différence entre ces deux variétés ne pas cependant significative ( $F=0,260, p=0,614$ ). Disons donc que la variété n'influence aucunement le pH.

**Tableau 4.** Variation du pH selon les variétés de manioc

Variétés de manioc	N	Moyenne	Écart-type	F	P	IV
dieu merci	16	6,3994	1,22410	,260	,614	NS
Kaylongera	16	6,1769	1,24605			

Notes : N=Effectif; F=Valeur calculée d'ANOVA, p =Seuil de signification ; IV= Interprétation verbale, NS= Non significatif.

#### **Moyennes de pH en fonction des techniques de traitement**

Du tableau ci-dessous, il ressort que la moyenne est presque identique quel que soit le mode de traitement notamment le râpage ou non, le rouissage ou fermentation à tas, rouissage ou fermentation au 3<sup>e</sup> jour, les deux types de farine ou de pâte

**Tableau 5.** Moyennes de pH en fonction des techniques de traitement

Techniques de traitement	N	Moyenne	Écart-type	F	P	IV
Frais râpé	4	6,1750	,17078	,008	1,000	NS
Frais non râpé	4	6,2750	,20616			
Râpé fermenté / roui au 3ème jour	4	6,3000	1,32162			

Non râpé fermenté / roui au 3 <sup>e</sup> jour	4	6,3750	1,04043
Farine manioc râpé	4	6,2575	1,41177
Farine manioc non râpé	4	6,2725	1,63657
Pâte de farine manioc râpé	4	6,2825	1,94779
Pâte farine manioc non râpé	4	6,3675	1,99589

Notes : N=Effectif; F=Valeur calculée d'ANOVA,  $p$  =Seuil de signification ; IV= Interprétation verbale, NS= Test Non significatif.

Ces différents modes de traitements n'ont aucune influence sur la variation du pH. Il n'ya donc pas une différence significative ( $F=0,008$ ,  $p=1,00$ ).

### Variation de la teneur en cyanure en fonction du traitement

Lors du rouissage, le pH est faible que celui du traitement par fermentation à tas. A la lumière de cette analyse, la teneur moyenne trouvée par le procédé par fermentation à tas est de 0,00195431 comparativement à celle obtenue par le rouissage qui est de 0,00357963. La différence ne pas significative ( $F=0,813$ ,  $p=0,374$ ).

**Tableau 6.** Variation de la teneur en cyanure en fonction du traitement

Traitement	N	Moyenne	Ecart-type	F	P	IV
Fermentation à tas	16	,00195431	,001309248	,813	,374	NS
Rouissage	16	,00357963	,007089189			

Notes : N=Effectif ; F=Valeur calculée d'ANOVA,  $p$  =Seuil de signification ; IV= Interprétation verbale, NS= test Non significatif.

### Variation de la teneur en cyanure en fonction des Variétés de manioc

L'analyse des résultats du tableau 7 suivant prouve que la moyenne de teneur en cyanure est de 0,005 pour le Dieu merci par rapport à 0,0004 pour la variété Kayilongera. La différence est donc significative ( $F=8,160$ ,  $p=0,008$ ).

**Tableau 7.** Variation de la teneur en cyanure en fonction des Variétés de manioc

Variétés de manioc	N	Moyenne	Ecart-type	F	p	IV
dieu merci	16	,00508013	,006452106	8,160	,008	NS
Kayilongera	16	,00045381	,000578901			

Notes : N=Effectif; F=Valeur calculée d'ANOVA,  $p$  =Seuil de signification ; IV= Interprétation verbale, NS= Test Non significatif.

La variété Kayilongera a une teneur très faible (0,0004) que celle de la variété Dieu merci (0,005).

### Teneur en mg de cyanure en fonction de traitement par fermentation à tas et par rouissage

L'analyse de ce résultat montre que la moyenne de teneur en fonction de différents modes de traitement est non significative ( $F=0,792$ ,  $p=0,601$ ). Nous concluons que ces différents modes de traitement n'influencent à rien la teneur en cyanure avec des teneurs moyennes très faibles à partir des maniocs râpé ferment ou roui au 3<sup>e</sup> jour et tendant vers zéro pour les farines et pâtes qui en dérivent pour Kayilongera . Cependant, la teneur moyenne pour Dieu merci est comprise entre 0,015 et légèrement en dessous de 0,005 pour le manioc frais râpé ou non et compris entre zéro et 0,005 pour la suite d'étapes de traitement.

**Tableau 8.** Teneur en mg de cyanure en fonction de traitement par fermentation à tas et par rouissage

Traitement	N	Moyenne	Ecart-type	F	p	IV
Frais Râpé	4	,00741500	,011389711	,792	,601	NS
Frais non râpé	4	,00161750	,001565903			
Râpé fermenté / roui au 3e jour	4	,00535175	,008504323			
Non râpé fermenté / roui au 3e jour	4	,00137675	,000999939			
Farine manioc râpé	4	,00192475	,001900852			
Farine manioc non râpé	4	,00199000	,001865176			
Pâte de farine manioc râpé	4	,00120000	,001442521			
Pâte farine manioc non râpé	4	,00126000	,001455770			

Notes : N=Effectif; F=Valeur calculée d'ANOVA, p =Seuil de signification ; IV= Interprétation verbale, NS= Non significatif.

La teneur moyenne de cyanure diminue avec le temps de fermentation ou de rouissage et tombe jusqu'à 0,019 pour la farine et 0,001 pour les pâtes qui en découlent.

### Discussion des Résultats

Le rouissage présente un pH faible (5,3) que celui de fermentation à tas (7,3) en moyenne. Ces résultats rejoignent ceux de Vingivihya (2018) qui aboutissent à une moyenne de pH de 4,5 lors du rouissage contre 8,4 pendant la fermentation à tas. Bourdoux *et al.* (1980) cité par Kazinguvu (2004) a constaté que l'optimum de pH est de 5,5-6 et bloque l'action de la linamarase agissant sur la linamarine qui produit l'acide cyanhydrique. Le pH de la variété Dieu merci est supérieur (6,3) à celui de Kayilongera (6,1). Vingivihya (2018) pour ses échantillons de manioc amer analysé a trouvé un pH variant de 4,46 à 8,4.

A la lumière des valeurs trouvées de pH, nos deux hypothèses sont affirmées telles qu'il existe une différence statistiquement significative entre le traitement à tas et le traitement par rouissage et entre la variété Dieu merci et la variété Kayilongera. Les résultats concernant la teneur moyenne de cyanure lors du traitement de manioc a montré que la teneur moyenne de cyanure diminue avec le temps de fermentation ou de rouissage et tombe jusqu'à 0,019 mg pour les farine et 0,001mg pour les pâtes qui en découlent. Cette diminution rencontre les idées qu'Asiedu (1991) avait émises telles que l'objectif principal du rouissage est la libération de l'acide cyanhydrique contenue dans les tubercules de manioc.

De même, Treche *et al.* (1995) dans les « facteurs de variation de la qualité des farines de manioc fabriquées traditionnellement au Congo » appui en stipulant que : la durée de rouissage et les formes de séchage combinées aux modalités de broyage influencent sur un nombre limité de variables. Par ailleurs, Muhongya (2012) a trouvé dans son étude que la durée de trempage a une influence remarquable sur la réduction de l'acide cyanhydrique dans les cossettes de manioc qui va jusqu'à 3,669 mg/kg de cossettes en 7 jours. Aussi le râpage des racines de manioc diminue-t-il plus fortement la teneur en acide cyanhydrique parce que après 4 jours de trempage 90,91% d'acide cyanhydrique sont éliminé jusqu'à obtenir 8,3 mg par kg de farine sans risque d'intoxication des consommateurs.

Enfin, Mémento de l'Agronome (1991) recadre nos valeurs trouvées en expliquant que les variétés de manioc peuvent être classées selon leur teneurs en pourcentage en acide cyanhydrique tel que : Variétés très douces < 0,010, Variétés douces <0,010 à 0,012, Variétés amères < 0,012 à 0,014, Variétés très amères >0,014.

- La variété Kayilongera a une teneur très faible en acide cyanhydrique (0,0004 mg) en rapport à celle de la variété Dieu merci (0,005mg). Ces résultats sont en accord avec ceux de Kobawila et al. (2005) qui donnent la classification suivante :
- Variétés « inoffensives » : moins de 50 mg HCN.kg<sup>-1</sup>
- Variétés modérément « toxiques » : entre 50 à 100 mg HCN.kg<sup>-1</sup>
- Variétés fortement « toxiques » : plus de 100 mg HCN.kg<sup>-1</sup>.

## Conclusion

A l'issue de nos investigations, nous avons obtenu les résultats suivants :

Le rouissage a présenté un pH faible (5,3) que celui de fermentation à tas (7,3) en moyenne par rapport au type de traitement alors qu'à ce qui concerne les variétés, le pH de la variété Dieu merci est supérieur (6,3) à celui de Kayilongera (6,1). Ce qui nous permet d'affirmer notre hypothèse qu'il existe une différence statistiquement significative du pH et de la teneur en HCN entre traitement par rouissage et traitement en tas de cossettes de manioc consommées à Butembo.

D'autres part, les résultats concernant la teneur moyenne de cyanure lors du traitement de manioc a montré que la teneur moyenne de cyanure diminue avec le temps de fermentation ou de rouissage et tombe jusqu'à 0,019mg pour les farine et 0,001mg pour les pâtes qui en découlent. Aussi, se référant aux variétés, la variété Kayilongera a une teneur très faible (0,0004mg) que celle de la variété Dieu merci (0,005mg). Se faisant, notre hypothèse a été affirmée à ce sens qu'il existe une différence statistiquement significative du pH et de la teneur de HCN entre la variété « Dieu merci » et la variété « Kayilongera » de manioc consommé à Butembo.

## Références

- Aghor, A., Brauman, G., et Treche .(1995). *Transformation alimentaire du manioc*. Éd. Orstom.
- Ceballos, H., et al. (2006). Variation in crude protein content in cassava (*Manihot esculenta* Grantz) roots, *J. Food Compos. Anal*, 19, 589-593.
- Cock, J.H. (1985). *Cassava new potential for a neglected crop*. Boulder, CO, USA: Westview Press.
- DeBruijn, G. H. (1971). *Etude du caractère cyanogénétique du manioc (Manihot esculenta Grantz), Mendelingen Landbouwhogeschool, wageningen, Veenman and Zonen*, Thèse.
- Falade, K. O. & Akingbala J. O. (2010). Utilization of cassava for food. *Food Rev. int*, 27(1) ,51-83.
- Kazinguvu, A. E. (2004). *Cinétique de l'élimination du cyanure dans le manioc, science groupe chimie*, mémoire, Kinshasa. <https://www.memoireonline.com>, consulté le 15 /05/2019.
- Mafikiri. (2005). *Système d'approvisionnement en produits Agricoles en Afrique subsaharienne, cas de la ville de Butembo RDC*, revue interdisciplinaire du graben, n°3 UCG.
- Masivi, M. O. (2015). *Travail de recherche scientifique en sept étapes. Guide fondamental, pratique et interdisciplinaire*. 1<sup>e</sup> éd. FRIDI. UNILUK. Lukanga. RD-Congo.
- Muhongya, K. (2012). *Impact du râpage et de la durée de trempage sur l'élimination de l'acide cyanhydrique des racines du manioc lors du rouissage à Butembo*. Mémoire, inédit, UCG Butembo.
- Macintyre, R. (1973). *Chronic cassava toxicity, proceeding of an interdisciplinary workshop*, London England, IDRC, Ottawa, Canada.
- Silvestre, P. et Marraudeau, M. (1983). *le manioc*, ed.GP Maisonneuve et Larose. Paris
- Val, G. (2012). *L'essor des produits dérivés du manioc en Afrique de l'ouest*, article, inédit.

