

# Incorporation de la farine d'igname (*Dioscoreae* spp.) dans la fabrication du pain à Kinshasa/RD Congo

BWEBWE VUMILIA Amina<sup>1</sup>, MBOMA MBURAWAMBA Jean<sup>1</sup>, BAMUENE SOLO Darius<sup>2</sup>, SYAUSWA MUSONDOLI Daniel<sup>1</sup>, UMBA di M'BALU Joachim<sup>1,2,3</sup>.

<sup>1</sup> Université Loyola du Congo (ULC) B.P 3724 Kinshasa-Gombe.

<sup>2</sup> Université Président KASA VUBU (UKV), Commune de Nzadi, avenue Pinzi n°14 B.P 314 Boma/Kongo – Central.

<sup>3</sup> Université Pédagogique Nationale (UPN), B.P 8815, Kinshasa/Ngaliema.

Correspondant auteur email : [joachimumba@yahoo.fr](mailto:joachimumba@yahoo.fr) téléphone : +243 822248733

**Mots clés :** Incorporation, farine, igname, fabrication et pain

**Keywords:** Incorporation, flour, yam, manufacturing and bread

Submitted 27/09/2023, Published online on 31/10/2023 in the [Journal of Animal and Plant Sciences \(J. Anim. Plant Sci.\) ISSN 2071 – 7024](#)

## 1 RESUME

L'igname appartient à l'ordre des Dioscoréales, à la famille des Dioscoréacées et au genre *Dioscorea*. Ce tubercule est constitué de plusieurs éléments nutritifs notamment de glucides dont le constituant principal est l'amidon. L'igname est très énergétique et pauvre en matière grasses. La présente étude a pour objectif l'incorporation de la farine d'igname (à des proportions de 20% et 50%) afin d'apprécier la qualité morphologique et organoleptique du pain fabriqué à base de mélange farine d'igname et farine de blé et 100% farine de blé. Lors de la réalisation de cette expérience qui s'est faite en deux volets complémentaires notamment la transformation de tubercules d'igname pour la production de la farine et l'utilisation de la farine dans la préparation du pain. La méthodologie de cette expérience qui s'est faite en plusieurs étapes dont l'achat de matières premières, suivi du nettoyage, du pesage des tubercules puis l'épluchage, enfin du découpage en tranches, et du pesage des tubercules épluchés. Les tubercules épluchés ont été d'une part blanchis et d'autre part séchés sans passer par le blanchiment. Après séchage dans une étuve ventilée, les tubercules ont été broyé dans un Blender afin d'obtenir de la farine d'igname. La farine d'igname obtenue a été mélangée à la farine de blé sous différentes proportions afin d'obtenir du pain. Les pains obtenus étaient consistants, d'une bonne odeur et d'un goût apprécié pour certains. Avec de l'igname, il y a possibilité d'obtenir de la farine susceptible d'être incorporée dans la fabrication d'un pain de bonne qualité morphologique et organoleptique à une certaine proportion.

## ABSTRACT

The yam belongs to the order Dioscoreales the family Dioscoreaceae and the genus *Dioscorea*. This tuber consists of several nutrients including carbohydrates whose main constituent is starch. Yam is very high in the energy component but low in fat. The aim of this study was to incorporate yam flour (in proportions of 20% and 50%) in order to assess the morphological and organoleptic quality of bread made from a mixture of yam flour and wheat flour and 100% wheat flour. This experiment which was carried out in two complementary parts, the transformation of yam tubers for the production of flour and the use of flour in the preparation of bread. The methodology of this experiment which was carried out in several stages including the purchase of raw materials, followed by cleaning, weighing tubers then

peeling, finally cutting into slices, and weighing peeled tubers. The peeled tubers were on the one hand blanched and on the other hand dried without going through blanching. After drying in a ventilated oven, the tubers were crushed in a blender to obtain yam flour. The yam flour obtained was mixed with the wheat flour in different proportions in order to obtain bread. The breads obtained were consistent, of a good smell and a taste appreciated by some. With yam, flour can be obtained that can be incorporated into the manufacture of bread of good morphological and organoleptic quality.

## 2 INTRODUCTION

De l'Égypte à Kinshasa (RD Congo), en passant par Athènes et Rome, l'odyssée du pain. On attribue généralement l'invention du pain à levain aux égyptiens, qui en auraient fait la découverte par hasard. De la pâte à pain sans levain (eau, lait et farine) aurait été oubliée, menant ainsi à la découverte du pain avec levain. Les anciens égyptiens plaçaient dans la tombe des provisions pour assurer aux morts sa subsistance dans l'au-delà. Quelques années après les égyptiens, les grecques créent les métiers de boulanger et inventent plus de 70 variétés de pains (<http://vietech2.free.fr/le%20pain.pdf> consulté le 15 octobre 2023 à 15h50, <https://paroisses-beziers-littoral.catholique.fr/images/Le%20Pain.pdf> consulté le 15 octobre 2023 à 15h53, TOB). Le pain fait son entrée à Kinshasa, sans doute avec l'arrivée des colonialistes belges. L'on peut imaginer qu'à l'origine, chaque ménage européen fabriquait son pain à domicile. Avec l'accroissement de la population européenne, des boulangeries naquirent, de dimensions modestes, au début, mais qui ont dû prendre de l'ampleur avec le temps (Umba et Masimango, 2019). La demande en pain à Kinshasa se fait de plus en plus galopante depuis que les habitudes alimentaires des Kinois ont changé : le pain a remplacé progressivement la chikwangue et d'autres aliments, au point qu'il constitue aujourd'hui la nourriture de base d'une grande partie de la population. En RD Congo, le gouvernement a adopté le vendredi 15 avril 2022 en Conseil des ministres, un projet visant à promouvoir l'utilisation de la farine de manioc dans la panification et la pâtisserie. Concrètement, cette démarche permettra désormais de mélanger à hauteur de 20%, la farine de manioc à la farine

de blé dans la production de pain et de fabriquer des pizzas, des gâteaux et gaufres entièrement à base de farine de manioc. Mais à l'Université Loyola du Congo (ULC) et à l'Université Président Joseph Kasavubu (UKV), une expérience d'incorporation de la farine des ignames pour la panification igname et blé. L'igname (*Dioscorea spp.*) est une plante à tubercules de grande importance alimentaire, économique et socioculturelle dans le monde tropical et surtout en Afrique de l'Ouest (Konan *et al.*, 2016). Elle constitue l'aliment de base de plus de 300 millions de personnes en zone tropicale et à travers le monde (Nkamleu *et al.*, 2007). La composition chimique de l'igname est très voisine de celle de la pomme de terre ; elle est constituée d'eau (50 à 80%), de glucides (90% de la matière sèche) dont le constituant principal est l'amidon, de protéines (5 % de la matière sèche), d'éléments minéraux (1%) et de fibres (0,5%). L'igname est donc un aliment très énergétique, pauvre en matières grasses, et le plus riche de tous les tubercules en protéines (Herzog *et al.*, 1993). Elle participe à la diversification de l'alimentation, tendance lourde de l'évolution des styles de consommation urbains, notamment pour les populations non originaires des zones traditionnelles de production. À l'inverse du manioc dont la récolte s'effectue tout au long de l'année, l'igname est une production saisonnière (Vernier *et al.*, 2000). Plus de 90% de la production mondiale est concentrée dans six pays de l'Afrique de l'Ouest dont les plus importants sont le Nigeria, le Ghana, la Côte d'Ivoire (Nkamleu *et al.*, 2007). En République Démocratique du Congo (RD Congo), l'igname est connue depuis les temps anciens sous les noms de « MBALA

NGUVU » dans la Province du Kongo Central, « MAOLE » au Maniema, « TSHIMENA » au Kasai, « MBOMA » en Equateur et « ISONGU » dans le grand Bandundu. Trouvées à l'état naturel, elles constituaient l'aliment de base des populations, surtout des régions forestières (FAO, 2013). La culture de l'igname est très répandue en RDCongo. La population locale utilise plusieurs espèces d'igname cultivées, domestiquées ou sauvages, comme *Dioscorea rotundata*, *Dioscorea cayensis*, *Dioscorea alata*, *Dioscorea tumentorum*, *Dioscorea bulbifera* ou *Dioscorea esculenta* (Anonyme, 2009). Bien qu'étant une culture traditionnelle caractérisée par une grande diversité génétique (environ 600 variétés), l'igname est jusqu'à ce jour, très peu cultivé en RDCongo (FAO, 2013). La production mondiale d'igname a presque triplé au cours des trois dernières décennies, en particulier au Nigeria, au Bénin et au Ghana ; le potentiel de l'igname laisse à penser qu'elle pourrait être, dans un proche avenir, un recours pour répondre aux besoins alimentaires grandissants des populations (Asiedu *et al.*, 2010). L'igname est beaucoup moins sensible aux fluctuations des prix que les céréales lorsque des crises surviennent sur les marchés internationaux. La culture de l'igname contribue donc à améliorer la stabilité du système alimentaire et accroît la prévisibilité des revenus des agriculteurs (Sodjinou *et al.*, 2009). L'igname est en effet une plante moins sensible aux aléas climatiques que les céréales cultivables dans les mêmes zones. Bien qu'originnaire du Golfe de

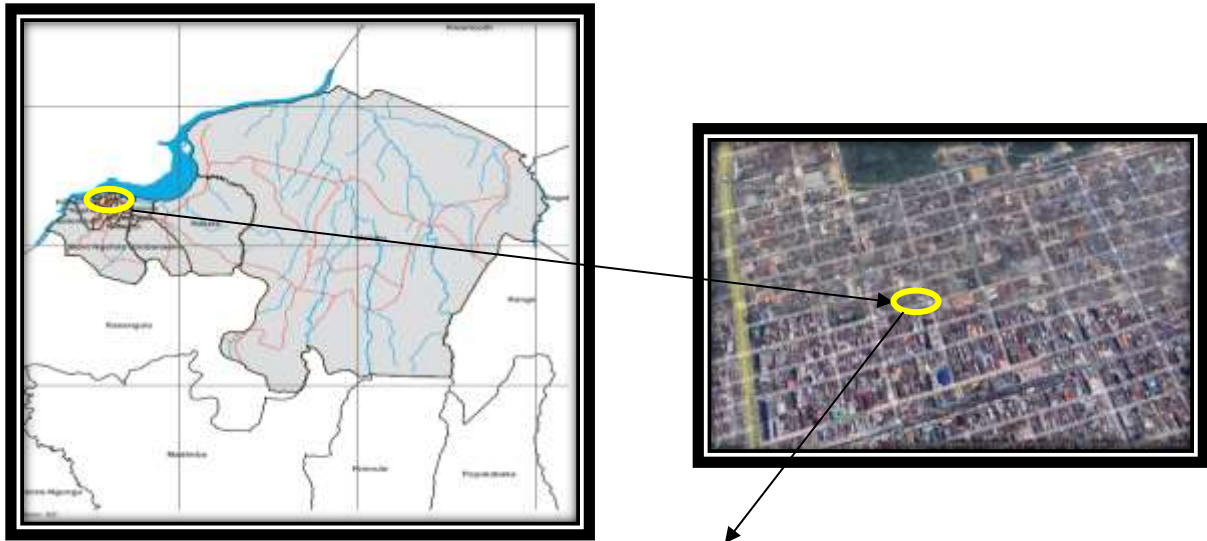
Guinée (Nigeria, Bénin), la culture de l'igname se développe vers les zones tropicales humides de l'Afrique centrale. Au Congo, au Gabon et en RD Congo, l'igname est désormais présente au sein des systèmes agricoles, soit en tant que spéculation majeure, soit comme culture de diversification. Son développement est essentiellement lié à l'accroissement de la demande urbaine (Vernier *et al.*, 2000). La farine présente l'avantage de fournir un produit qui se conserve bien et qui offre des facilités de commercialisation même à longue distance. La farine d'igname est utilisée dans diverses préparations culinaires. La substitution partielle (jusqu'à 20%) de la farine de blé par la farine d'igname a permis de produire des pains de qualité satisfaisante. Pour la confection de pâtisseries telles que les crêpes et les gâteaux, le pourcentage d'incorporation de farine d'igname peut atteindre 50 à 100%, selon l'espèce utilisée et à condition d'effectuer un pétrissage mécanique de la pâte. La farine provenant d'ignames de l'espèce *D. rotundata* semble donner les meilleurs résultats quant à la qualité de la pâte et le volume du pain obtenu (Coursey et Ferber, 1979). Des nombreuses recherches ont été faites afin d'incorporer des farines locales dans la fabrication du pain et les expériences de fabrication de "ces pains composés" blé plus maïs ou sorgho, ou manioc...dans des nombreux pays d'Afrique de l'Ouest ou du Centre pour réduire la dépendance de la farine de blé dans la fabrication du pain (Kimba *et al.*, 2019).

## 2. METHODES ET MATÉRIELS

### 2.1 Milieu expérimental:

L'expérimentation a été réalisée au laboratoire de la Clinique des Plantes de Kinshasa (CPK) située sur l'avenue Wangata n°8842 dans la commune de la Gombe, Ville de Kinshasa. Les

coordonnées géographiques de la CPK sont les suivantes : S04°18'643" ; E015°18'229", Altitude 276m (Source Données cartographiques prise par GPS à la clinique des plantes de Kinshasa) (figure 1).



**Figure 1 :** Localisation adaptée de la Clinique des Plantes de Kinshasa sur la carte de la ville province de Kinshasa

Source : Institut National de la Statistique (2021) et Google Earth (2023)

**2.2 Matériel biologique :** Le matériel biologique utilisé dans le cadre de notre travail était constitué d'un mélange variétal des tubercules d'igname (photo 1) acheté au marché LIBONGO dans la commune de BARUMBU. Les chaires des tubercules d'igname utilisés

étaient blanches et d'autres jaune. Les tubercules avaient une forme allongée et légèrement arrondie aux extrémités. Quelques tubercules manifestés des signes de pourriture. Un total de 6kg de tubercules d'ignames était utilisé pour la présente expérimentation.



**Photo 1 :** Illustration des tubercules d'igname achetés au marché LIBONGO

Source : Clinique des Plantes de Kinshasa (2022)

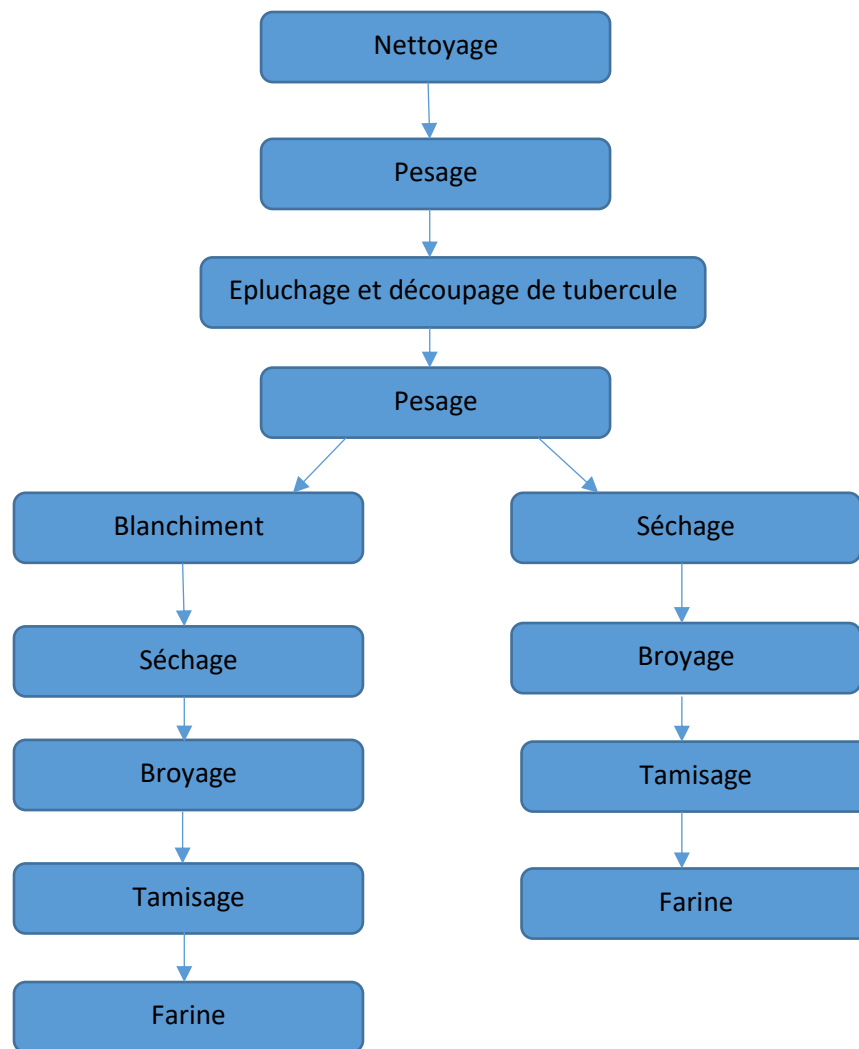
Les autres matériels utilisés étaient constitués de l'appareil photo, Bain-Marie de laboratoire, balance de précision, couteau de cuisine, étuve

ventilé, Mixer, papier aluminium, tamis et une bassine.

## 2.3 Méthodes

**2.3.1 Fabrication de farine :** La méthode appliquée pour fabriquer la farine était adaptée à partir de celle utilisée par Abiodun et *al.* (2014) et A.P.E.T.T.I.T. (2016). Deux types de farine

ont été préparés : farine à partir de tubercules d'igname blanchis et farine à partir tubercules d'igname non blanchis. Les étapes de la fabrication étaient les suivantes (figure 2) :



**Figure 2:**Étapes de la fabrication de la farine d'igname  
Source : Clinique des Plantes de Kinshasa (2022)

La première étape était le nettoyage qui consistait à laver les tubercules à l'eau de robinet et supprimer les racines superficielles et les points de pourritures (caractériser par la coloration noir) pouvant servir de source de contamination de pathogène. Le nettoyage était suivi d'un pesage pour déterminer la quantité de tubercules

avant traitement. Ensuite, venait à l'épluchage et le découpage en tranches de +/- 0,5 cm d'épaisseur à l'aide du couteau de cuisine. Les tranches obtenues ont été trempé dans l'eau tiède du robinet contenu dans une bassine (figure 3).



**Figure 3 :** Épluchage et découpage de tubercules d'ignames.  
Source : Clinique des Plantes de Kinshasa (2022)

### 3.3 Type de farine produite :

**3.3.1 Farine obtenue à partir de tubercules d'igname blanchis :** C'est le type de farine produite par passage à l'étape de blanchiment. Le blanchiment était appliqué dans l'optique de détruire les enzymes susceptibles d'altérer les tranches de tubercules d'igname avant leur traitement ultérieur et aussi de limiter certaines pertes nutritionnelles comme la destruction des vitamines, et permet l'élimination de l'air et des

gaz occlus dans les tissus des végétaux améliorant leur aptitude à la réhydratation (Dermesonlouoglou *et al.*, 2008). En plus, le blanchiment facilite la gélatinisation de l'amidon conduisant ainsi au changement de la structure interne et influence le taux et la qualité du produit après séchage (Ndangui, 2015). Le blanchiment était fait par trempage des tranches d'ignames dans l'eau chauffée à 90°C pendant une minute dans un bain-marie (figure 4).



**Figure 4 :** Trempage des tranches d'ignames dans l'eau chauffée à 90°C pour le blanchiment.

Source : Clinique des Plantes de Kinshasa (2022)

**3.3.2 Farine obtenue à partir de tubercules d'igname non blanchis :** C'est la farine produite sans passer par le blanchiment. Après le découpage de tubercules d'ignames en tranches, il s'en suivait le séchage.

**3.4 Séchage :** Le séchage de deux lots de tranches de tubercules d'ignames : les tubercules d'igname blanchis et les tubercules d'igname non

blanchis a été fait. Le séchage était réalisé par conduction dans une Etuve ventilée à 85°C pendant 10 heures. Dans ce type de séchage, il y a évaporation par transfert d'énergie thermique par conduction de la surface chauffée vers le produit (Bimbenet *et al.*, 2002). Le séchage provoque une réduction de l'activité d'eau du produit, c'est-à-dire que l'eau devient peu

disponible pour les micro-organismes et les réactions chimiques. L'activité de l'eau est l'une des propriétés les plus importantes pour la transformation, conservation et le stockage des aliments. Elle quantifie le degré de liaison de l'eau avec le produit et par conséquent, sa disponibilité pour agir en tant que solvant ou réactif et ainsi participer aux transformations chimiques, biochimiques et microbiologiques

(Ndangui, 2015). Bimbenet *et al* (2002) indiquent qu'il existe quatre modes de séchage par la chaleur : le séchage par conduction, le séchage par rayonnement, le séchage par sublimation et le séchage par entraînement à l'air chaud. 3,905 Kg de tranches d'ignames blanchies et 2,320 kg de tranches d'igname non blanchies ont été séchées telles que le montrent les figures ci-après.



Figures 5 et 6 : Tranches d'ignames en cours de séchage dans une étuve ventilée.

**3.5 Broyage :** Les tranches d'ignames séchées ont été broyées à l'aide d'un mixer de EEVOLI BLENDER avec une puissance de 1500W. Le broyage est une opération de réduction de taille. Le but technologique du broyage est de réduire les composants de la

graine (ou d'un ensemble de matières premières) en particules de granulométrie désirée afin de permettre un mélange plus homogène et plus stable et une mise en forme plus aisée (Ndangui, 2015). Les tranches d'ignames blanchies et non blanchies étaient broyées séparément.



Figures 7 : Tranches d'igname en cours de broyage.

**3.6 Tamisage :** Le tamisage se fait après broyage dans le but d'obtenir de la farine obtenue grâce à un tamis de 500µm. Le tamisage permet d'avoir un mélange homogène d'un point de vue granulométrie.

**3.7 Fabrication de pain :** La fabrication du pain s'est faite en suivant la méthode de Curtet (1998) en procédant comme suit :

- **Le pétrissage :** Dans un pétrin contenant de la farine, de l'eau, du sel et de la levure ont été ajoutés. Le mélange s'est fait avec les mains du fait que la quantité à mélanger n'était pas assez importante. Le pétrissage a permis d'obtenir une grosse boule de pâte.

- **Le pointage et la division :** Le mélange obtenu en forme de boule est retiré du pétrin pour le déposer sur la table de travail. Après que ce mélange soit pétride nouveau avec les mains et une division en des petites boules s'est faite.

- **Le façonnage et l'apprêt :** Les petites boules obtenues ont été façonnées en différentes formes puis poser sur des palettes afin de s'y reposer pendant 2 heures et de gonfler grâce à la levure qu'elle contient.

- **Cuisson et défournement :** Les pains sont cuits à une température de 250°C pendant 15 minutes. A la sortie des pains du four, il fallait attendre 15 minutes pour les enlever des palettes car les pains étaient trop chauds.

- **Paramètres observés :** Dans le cadre de la présente expérimentation, les paramètres observés étaient : la quantité et la couleur de la farine obtenue ainsi que la qualité physique et organoleptique de pain fabriqué. La quantité de la farine obtenue a été appréciée suivant la comparaison de cette dernière avec la quantité des tubercules utilisés. La couleur de la farine et la qualité physique de pain étaient appréciées par observation visuelle. Alors que la qualité organoleptique (l'apparence, l'odeur, le goût, la texture ou encore la consistance) a été appréciée avec l'aide des volontaires testeurs. 12 individus appelés « individus testeurs » ont été associés pour cette expérience. Les individus testeurs étaient composés de 3 membres de familles et 9 amis. Le travail consistait à critiquer les pains fabriqués sur base de l'apparence, l'odeur, le goût, la texture ou encore la consistance de deux types de pains fabriqués.

## 4 RÉSULTATS

### 4.1 Présentation des résultats : caractérisation physique de farines obtenues et quantité des farines obtenues

**Tableau 1 :** Quantité de farine obtenue

Quantité de tubercules d'igname brute (avant traitement)	Quantité de tubercules igname après nettoyage et épluchage	Quantité de farine obtenue
8kg	6,225kg	1,945kg

Les résultats obtenus sur la quantité de farine obtenue montrent que la quantité de tubercule d'igname a été fortement affectée par le processus de transformation en farine. La

quantité de farine obtenue (1,945kg) n'a représenté que 24,3% de la quantité de tubercule d'igname brute et 31,2% de la quantité de tubercule d'igname nettoyé et épluché.



#### 4.2 Couleur des tranches des tubercules séchées et farines obtenues



**Figures 8 et 9 :** Tranches de tubercules d'igname non blanchis et séchées (à gauche) et tranches de tubercules d'igname blanchis et séchées (à droite).

Source : Clinique des Plantes de Kinshasa (2022).

Les résultats sur la couleur des tranches des tubercules séchées et farines obtenues sont présentés dans les lignes suivantes. Les cossettes (ou tranches) de tubercules d'ignames issus des

tubercules blanchis et non blanchis étaient toutes brunies. Mais, cette coloration était plus accentuée pour les tranches des tubercules blanchies.



**Figures 10 et 11 :** Farines d'ignames obtenues. La farine d'igname obtenue à partir des tubercules non blanchis (à gauche) et à droite c'est la farine d'igname obtenue par des tubercules blanchis.

Source : Clinique des Plantes de Kinshasa(2022).

L'aspect, principalement la couleur, est un attribut important de la qualité de la farine, ce qui affecte la commercialisation de la farine et l'acceptabilité des produits alimentaires fabriqués à partir de cette farine (Collins & Gurkin, 1990).

**De ces deux types de farine :** La farine produite à partir de cossettes non blanchies était de couleur blanchâtre mais avec quelques poignées des couleurs noires. Cette observation

serait due à la morphologie de cossettes après séchages.

1. La farine obtenue à partir de cossettes blanchies était blanchâtre à dominance jaunâtre et quelques poignées de couleur noire.

**4.3 Qualité de pains fabriqués :** Par rapport aux deux types de farine obtenus, deux types pains ont été fabriqués :

1 Pain avec 20% de farine d'igname et 80% de farine de blé :



**Figures 12 et 13 :** Pain avec 20% de farine d'igname et 80% de farine de blé.

Source : Clinique des Plantes de Kinshasa(2022).

La lecture des figures 12 et 13 montre les différents types de pains fabriqués avec le mélange de farine de blé et d'igname avec des proportions respectives de 80% et 20%. Du point de vue morphologie et couleur, il n'y avait

aucune différence apparente sur les pains fabriqués entre la farine d'igname obtenue par broyage des cosettes blanchis et non blanchis.

2 Pain avec 50% de farine d'igname et 50% de farine de blé



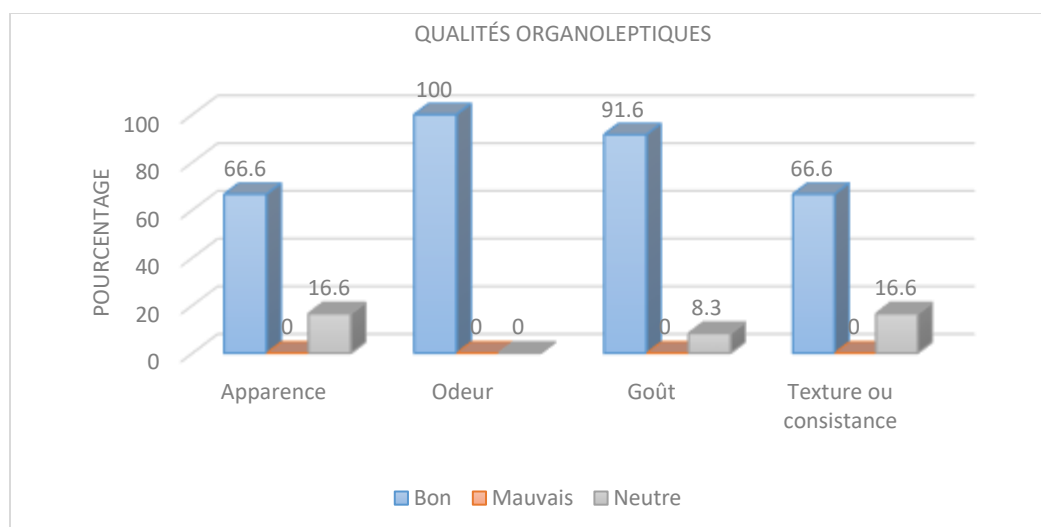
**Figures 14 et 15 :** Pain avec 50% de farine d'igname et 50% de farine de blé.

Source : Clinique des Plantes de Kinshasa (2022).

De la lecture des figures ci-haut ressortent les types de pain fabriqués avec un mélange de la farine de blé et celle d'igname avec à proportion égale (50%). Du point de vue morphologique, les pains fabriqués par un mélange des farines à proportion égale ont été trop durs et cassants. Contrairement à ceux fabriqués avec le mélange de farine de blé et d'igname avec des proportions respectives de 80% et 20%.

### 4.3 Appréciation organoleptique des pains obtenus

**4.3.1 Pain avec 20% de farine d'igname et 80% de farine de blé :** Dans le graphique 1 ci-dessous, les résultats relatifs à l'appréciation des qualités organoleptiques des pains avec 20% de farine d'igname et 80% de farine de blé y sont présentés.

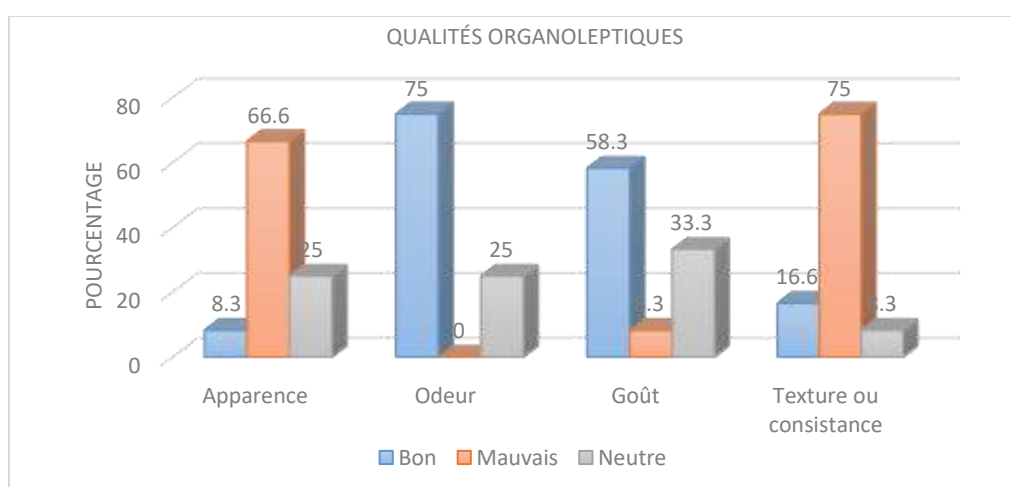


**Graphique 1 :** Appréciation des qualités organoleptiques des Pains avec 20% de farine d'igname et 80% de farine de blé.

Au regard des résultats tels que consignés dans la graphique 1, il ressort différentes appréciations des qualités organoleptiques de pains fabriqués. Trois critères d'appréciation ont été utilisés pour ce faire : bon, mauvais et neutre. Tous les individus testeurs (100%) étaient d'accord avec l'odeur de pain et 91,6% de ceux-ci ont dit que le goût était bon. 66,6% des individus testeurs ont rapporté que l'apparence et la texture respectivement étaient bonne.

16,6% des individus testeurs étaient neutres quant à l'apparence et la texture. Pour le goût, 8,3% de testeurs étaient neutres.

**4.3.2 Pain avec 50% de farine d'igname et 50% de farine de blé :** Les résultats relatifs à l'appréciation des qualités organoleptiques des pains avec 50% de farine d'igname et 50% de farine de blé sont présentés dans le graphique 2 ci-dessous.



**Graphique 2 :** Appréciation des qualités organoleptiques des Pains avec 50% de farine d'igname et 50% de farine de blé.

Les résultats tels que consignés dans la graphique 2 indique que la majorité (soit 66,6%) de testeur

n'était pas d'accord avec l'apparence de pain contre 25% de neutre et 8,3% qui était d'accord.

Concernant l'odeur, 75% était d'accord contre 25% de neutre. Pour la la qualité goût, 58,3% était d'accord contre 33,3 neutre et 8,3% qui n'était pas d'accord. La texture de ce type de pain

n'était pas appréciée par la majorité de testeur : 75% contre 16,6% qui étaient d'accord et 8,3% neutre.

## 5 DISCUSSION

Il est à noter que la quantité de farine obtenue (1,945kg) n'a représenté que 24,3% de la quantité de tubercule d'igname brute (8kg) et 31,2% de la quantité de tubercule d'igname nettoyé et épluché (6,225kg). Ce qui suppose que le traitement employé avait suffisamment influencé la teneur en eau de tubercules d'igname utilisé. Les cossettes (ou tranches) de tubercules d'ignames issus des tubercules blanchis et non blanchis étaient toutes brunies. Mais, cette coloration était plus accentuée pour les tranches des tubercules blanchies. La décoloration est un problème majeur dans la qualité des produits et est causée par deux mécanismes différents. Le premier mécanisme est le brunissement enzymatique, qui correspond à la formation de coloration brune par oxydation de groupements polyphénols par des enzymes, tandis que le second est le brunissement non-enzymatique qui intervient à température élevée lorsque les sucres réducteurs se condensent avec les groupements amines (Utomo *et al.*, 2008). Plusieurs études ont été effectuées dans le but d'améliorer la qualité des sous-produits végétaux afin de faciliter leur utilisation dans les denrées alimentaires. C'est ainsi que les prétraitements sont généralement utilisés pour réduire le temps de séchage et aussi maintenir la qualité des fruits et légumes (Akyildiz *et al.*, 2004). Les produits chimiques (par exemple, méta-bisulfite de sodium, hydroxyde de sodium, acide citrique) et les traitements hydrothermiques (tel que le blanchiment) sont généralement employés pendant le traitement pour préserver et maintenir la qualité des farines (Ndangui, 2015). La durée du traitement est un facteur important à considérer, quels que soient les produits traités. La température et le temps de réaction, le pH et l'humidité du milieu, la présence de métaux, d'oxygène et d'inhibiteurs ainsi que la nature et la concentration des différents réactifs

influencent la vitesse de la réaction de Maillard (Machiels & Istasse, 2002). En effet, la vitesse de la réaction est en moyenne doublée lorsque la température augmente de 10°C. La température est certainement le facteur le plus influent. Mais il faut garder à l'esprit que la réaction a lieu même à 4 °C et donc prendre en compte le couple température-durée. En effet, plus le temps et la température sont élevés, plus l'intensité du brunissement ne sera importante. Cependant, c'est au niveau des tranches blanchies que nous avons constaté un brunissement plus accentué. Cette situation peut être due à la température de blanchiment qui était trop élevée (90°C). Sur ce point, les résultats du présent travail ne rejoignent pas ceux de Lourenco *et al.* (1992) qui ont observé que le traitement à 90 °C pendant 1min permettait de supprimer complètement l'activité enzymatique. Concernant la qualité physique et organoleptique, nous pouvons déduire que la composition chimique des farines de chacune d'espèces végétales concernées ne permet pas un mélange à proportions égales pour la fabrication de pain. Au regard des résultats obtenus, les pains à 20% d'igname et 80% de blé étaient très appréciés par rapport à ceux fabriqués avec proportion égale (50% - 50%). L'augmentation du taux de substitution au-delà de 20% a montré que le pain devient moins appréciable. Il serait bon de procéder à un essai pour savoir si le pétrissage mécanique a de l'impact sur la qualité du pain obtenu car le pétrissage que nous avons réalisé était purement manuel. L'hypothèse émise sur le fait que l'incorporation de la farine d'igname (à des proportions de 20% et 50%) permettrait l'obtention de pain de bonne qualité morphologique et organoleptique s'est confirmée en partie. Seule l'incorporation de 20% de farine d'igname a permis d'obtenir de pain de qualités appréciables.

## 6 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

La présente étude avait pour objectif principal de valoriser l'igname sous forme de farine afin d'éviter les pertes post-récolte, et ainsi contribuer à créer des nouvelles opportunités pour l'utilisation de la farine de l'igname. Les objectifs spécifiques étaient de déterminer les modes de prétraitement et d'établir l'influence des prétraitements sur les propriétés physiques et thermiques des farines de l'igname ; mettre au point les produits à valeur ajoutée (farine, pain) et déterminer l'influence du taux de substitution sur les propriétés physiques et organoleptiques des pains composés (à base d'un mélange blé/igname). Au regard des résultats obtenus, il sied de noter que :

- Le prétraitement (notamment blanchiment) influence la qualité physique de cosettes et farine ;
- Les cosettes d'igname non prétraités (non blanchis) restent relativement blanches et donnent des farines à dominance blanches ;

- La couleur de farine dépend de la variété d'igname utilisé ;
- La valeur ajoutée de l'igname a été mise au point par la production de farine et fabrication de pain ;
- Le taux de substitution idéale de la farine de blé pour la fabrication de pain est de 20%.. Seule l'incorporation de 20% de farine d'igname a permis d'obtenir des pains de qualités appréciables.

De ce fait, les auteurs suggèrent des études ultérieures sur la qualité nutritionnelle de type de pain que fabriqué à base des tranches de tubercules d'ignames, sur d'autres gammes de températures et durée pour le blanchiment, sur la caractéristique de farine suivant les cultivars d'igname disponibles en RD Congo.

Il importe donc :

- Aux responsables du secteur agricole de la RD Congo : d'accompagner les agriculteurs, de promouvoir la culture d'igname et de l'intégrer dans l'industrie agroalimentaire.

## 7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.P.E.T.T.I.T. (2016). L'igname sous toutes ses formes, *vol1*.
- Abiodun, O. A., & Akinoso, R. (2015). Textural and sensory properties of trifoliate yam (*Dioscorea dumetorum*) flour and stiff dough 'amala'. *Journal of food science and technology*, 52(5), 2894-2901. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4397313/>
- Anonyme. (2009). Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. URL : <http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/cod/2meRapportRPGAA-RDC.pdf>
- Asiedu, R., & Sartie, A. (2010). Crops that feed the world 1. Yams. *Food Security*, 2(4), 305-315.
- Attaie, H., Zakhia, N., & Bricas, N. (1998). Etat des connaissances et de la recherche sur la transformation et les utilisations alimentaires de l'igname.
- Bimbenet J. J., Bonazzi C. & Dumoulin E., 2002 : L'eau en séchage, stockage et réhydratation Dans l'eau dans les aliments. Edition Tecet Doc. PARIS, 525-546, 674
- Collins, J. L., & Gurkin, S. U. (1990). Effect of storage conditions on quality of sweetpotato flour. *Tennessee farm and home science : progress report-Tennessee Agricultural Experiment Station (USA)*.
- Coursey, D. G., & Ferber, C. E. M. (1978). The processing of yams, In: Small-scale Processing and Storage of Tropical Root Crops. (Plucknetted.), Westview Press, Colorado, USA, pp. 15-25
- Dermesonlouoglou, E. K., Pourgouri, S., & Taoukis, P. S. (2008). Kinetic study of the effect of the osmotic dehydration pre-treatment to the shelf life of frozen cucumber. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(4), 542-549.

- FAO. (2013). Les priorités du cadre de programmation pays de la FAO 2013-2017. URL : <https://fscluster.org/democratic-republic-congo/document/le-bulletin-dinformation>
- HERZOG F., FARAH Z., AMADO R., 1993. Nutritive value of four wild leafy vegetables in Côte d'Ivoire. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research* 63 : 234-238. <http://vietech2.free.fr/le%20pain.pdf> <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pain> <https://paroisses-beziers-littoral.catholique.fr/images/Le%20Pain.pdf> <https://www.africmemoire.com/part/2-introduction-2090.html>
- Kimba, A., Danbadji, A., Delmas., Ali, O. (2019). Du pain composé avec moins de blé importé et plus de farines locales, actuellement un espoir déçu ? *Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger*, 1-15.
- Lourenco, E. J., Neves, V. A., & Da Silva, M. A. (1992). Polyphenol oxidase from sweet potato: purification and properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(12), 2369-2373.
- Machiels, D. & Istasse, L. (2002). La réaction de Maillard : importance et applications en chimie des aliments. *Ann. Méd. Vét.*, 146, 347-352.
- Ndangui, C. B. (2015). *Production et caractérisation de farine de patate douce (Ipomoeabatatas. Lam) : optimisation de la technologie de panification* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- Nkamleu, B., Annang, D., & Bacco, N. M. (2007, September). Securing livelihoods through yams. In *Proceedings of a technical workshop on progress in yam research for development in West and Central Africa held in Accra, Ghana* (pp. 11-13).
- Sodjinou, E., Agli, C., & Adegbola, P. (2009). Consommation et préférence des produits d'igname par les ménages urbains de Cotonou et de Porto-Novo, au Bénin. In *Nkamleu N, Annang D, Baco M. Securing livelihood through yams. Proceeding of a technical workshop on progress in yam research for development in west and central Africa held in Accra, Ghana* (pp. 11-13).
- TOB Traduction Œcuménique de la Bible, Ed. 1977
- Umba, D.M.J., et Masimango, T. (2019) *Analyse de la qualité microbiologique du pain vendu à Kinshasa*. Éditions universitaires européennes, Beau Bassin, Mauritius, 62 p.
- Utomo, J-S., Cheman, Y.B., Rahman, R.A. & Sadd, M.S. (2008). The effect of shape, blanching methods and flour on characteristics of restructured sweet potato stick. *International Journal of Food Science and Technology*, (43) 1896 - 1900.
- Vernier, P., Dossou, R. A., & Letourmy, P. (2000). Influence de la fertilisation chimique sur les qualités organoleptiques de l'igname. *Cahiers Agricultures*, 9(2), 131-134.
- Vernier, P., Hounhouigan, J. D., & Bricas, N. (2000). La transformation des ignames en cossettes et les préparations culinaires dérivées : une technique de transformation qui renforce la sécurité alimentaire en réduisant les pertes après-récolte et qui contribue à augmenter le revenu des femmes rurales.