

## PROPRIÉTÉS FONCTIONNELLES ET POUVOIR DE PANIFICATION D'UNE FARINE DE PATATE DOUCE À CHAIR ORANGE

## FUNCTIONAL PROPERTIES AND BREAD-MAKING POWER OF AN ORANGE-FLESHED SWEET POTATO FLOUR

VOLOLONIRINA Rangita Florida<sup>1</sup>,

RAZAFINDRASOA Marie Yolla<sup>2</sup>,

RANDRIAMAROSON Jean Léonce Everna<sup>2</sup>,

FANAMBINANTSOA FARA Razafimandimby<sup>1</sup>,

TSIALY Jean Luois<sup>1</sup> et RAZAFIMAHEFA<sup>1,2</sup>

1 : Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM),  
Université de Mahajanga

2 : Faculté des Sciences de Technologies et de l'Environnement  
(FSTE), Université de Mahajanga

Correspondant : rangitaflorida@gmail.com

### Résumé

Madagascar se trouve présentement dans une position moins avancée pour la production de blé. En contrepartie, il est un pays avancé dans la production des produits agricoles, y compris la patate douce. Pour cela, les tubercules de patate douce peuvent être transformés en farine. Actuellement, cette farine produite localement n'est pas encore très utilisée dans les boulangeries de Madagascar. En fait, l'objectif de cette recherche est de valoriser les produits agricoles afin de produire des produits innovants en agroalimentaire dans le cadre du développement durable. Dans ce cas, l'étude des propriétés fonctionnelles ont été réalisée à la farine des tubercules de patate douce à chair orange récoltée dans la Région Atsinanana. Pour la méthodologie des essais de panification, onze (11) taux d'incorporation ont été utilisés, tels que 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, 40 %, 45 % et 50 % de la farine de patate douce à chair orange. Les résultats obtenus ont montré que son

rendement de production est de  $20,25 \pm 0,08$  %. Sa capacité de rétention d'eau et son pouvoir de gonflement sont respectivement  $30,5 \pm 0,71$  et  $6,70 \pm 0,1$ . D'après les résultats sur les essais de panification (Trente-trois [11x3] exemplaires), la hauteur des pains modélisés (pain composite patate douce-blé) varie de 3,90 à 7,37 cm. Ensuite, leurs volumes varient de 444,88 (5 %) à 166,27  $\text{Cm}^3$  (50 %). Les masses des pains sont variés de 153,83 g (5 %) à 165,87 g (50 %) par 100 g de la farine. Cependant, d'après nos résultats, la farine de patate douce donne des résultats satisfaisant jusqu'à 20 % d'incorporation. Par rapport aux autres farines locales, la farine de patate douce n'est pas encore très en vogue. En ce moment, nos résultats confirment le taux l'utilisation de cette farine dans le domaine de boulangerie et 100 % dans le domaine de pâtisserie. Les tubercules de patate douce pourraient ainsi avoir la valeur économique ouverte pour le développement inclusif et durable.

**Mots clés :** Propriétés fonctionnelles, Pouvoir de panification, Développement durable, Farine de patate douce, Région Atsinanana.

### Abstract

Madagascar is currently in a less advanced position for wheat production. In reoccurrence, it is an advanced country in the production of agricultural products, including sweet potato. For this, the sweet potato tubers can be transformed into flour. Currently, this locally produced flour is not yet widely used in bakeries in Madagascar. In fact, the objective of this research is to develop agricultural products in order to produce innovative products in the food industry within the framework of sustainable development. In this case, the study of the functional properties was carried out with flour from orange-fleshed sweet potato tubers harvested in the Atsinanana Region. For the bread-making test methodology, eleven (11) incorporation rates were used, such as 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, 40 %, 45 % and 50 % of the sweet potato flour with orange flesh. The results obtained showed that its production yield is  $20.25 \% \pm 0.08$ . Its water retention capacity and its swelling power are  $30.5 \pm$

0.71 and  $6.70 \pm 0.1$  respectively. According to the results on the bread-making trials (Thirty-three [11x3] copies), the height of the modeled breads (sweet potato-wheat composite bread) varies from 3.90 to 7.37 cm. Then, their volumes vary from 444.88 (5 %) to 166.27 cm<sup>3</sup> (50 %). The masses of the breads are varied from 153.83 g (5 %) to 165.87 g (50 %) per 100 g of the flour. However, according to our results, sweet potato flour gives satisfactory results up to 20 % incorporation. Compared to other local flours, sweet potato flour is not yet in vogue. At this time, our results confirm the rate of use of this flour in the baking sector and 100 % in the pastry sector. So the sweet potato tubers could have open economic value for inclusive and sustainable development.

**Keywords:** Functional properties, Bread-making power, Sustainable development, Sweet potato flour, Atsinanana region.

## Introduction

La recherche de la qualité est l'actualité dans le domaine de l'industrie agro-alimentaire. Elle permet d'assurer le meilleur fonctionnement des entreprises mais aussi la garantie des produits adaptés aux exigences des consommateurs (André, 2010). En Afrique subsaharienne, les racines et les tubercules constituent les plus importantes de la culture alimentaire. De nos jours, ces importances de tubercules dans la consommation ont conduit les acteurs de la filière (racines et tubercules) à adopter de nouvelles techniques de conservation, telle que la transformation des tubercules des plantes amylacées en farine, plus précisément la patate douce (Sihachakr et al., 1997).

Madagascar est un pays riche en matière première qu'on peut transformer à un nouveau produit en particulier la patate douce. Sa richesse présente leur importance dans l'agroalimentaire. Les tubercules de cette plante constituent une

importante source de glucides (96 %) sous forme de glucides simples et fibres diététiques qui jouent un important rôle dans les carences énergétiques (Antuya, 2007).

En outre, la consommation des produits de boulangerie, telle que du pain, occupe une place prépondérante dans le régime alimentaire même dans les pays non producteurs de blé (Ndangu, 2015). Actuellement, Madagascar se trouve dans une position moins avancée pour la production de blé, lequel constitue la matière première principale de certains produits de la pâtisserie et de la boulangerie tels que le cake, le pain, le croissant.... Les malgaches ne sont pas encore accoutumés à la culture du blé (Velomora, 2012). Pourtant, les boulangers sont déjà très nombreux à Madagascar. Malgré cela, il y a des fois où il devient très difficile de chercher du pain. Ce qui indique que la productivité du pain est parfois insuffisante. Pour ce faire, Il y a beaucoup de diversité des ressources alimentaire qui peuvent être transformé en farine à Madagascar y compris la patate douce. En allant dans ce sens, nous pouvons essayer à étudier la problématique de la substitution partielle de la farine du blé par celle de la farine de patate douce dans la panification (Rabenjamino, 2008).

Les questions de recherche de cette étude sont les suivants :

Dans quel méthode que la propriété fonctionnelle de la farine de patate douce pourrait exploiter ?

Dans quelle manière la farine de patate douce sans gluten peut être utilisée dans la panification ?

Dans ce cas, l'hypothèse à vérifier est la détection des propriétés fonctionnelles et leur pouvoir de panification permet de réduire la dépendance sur l'importation du blé. Pour répondre

ces questions, des objectifs spécifiques de ce travail de recherche sont les suivants :

- Production de la farine des tubercules de patate douce à chair orange à peau orange ;
- Détermination des propriétés fonctionnelles de la farine produite ;
- Essais de panification en utilisant des farines composites de patate douce-blé et caractérisation des pains composites modélisés.

## **Matériels et méthodes**

### **Matières premières**

Pour cette étude, des tubercules de patate douce à chair orange et à peau orange ont été utilisées comme matières premières. Une farine de blé spécial, de type 55, sans additif a aussi été utilisée pour produire des farines composées.

### **Collecte des matières premières**

Les tubercules de patate douce ont été achetés au marché local d'Ankirihiy, District de Toamasina, Région Atsinanana. Cette localité a été choisie, car, toutes les variétés de patates douces récoltées dans cette Région s'y trouvent. La farine de blé a été achetée dans une épicerie à Tanambao Sotema, Commune urbaine de Mahajanga, District de Mahajanga II, Région de Boeny.

### **Transformation des matières premières**

Les tubercules de patate douce à chair orange et à peau orange ont été transformés en farine selon les procédés décrits par CTA (2008), mais avec quelques modifications. Ces modifications ont été proposées par Vololonirina et Razafimahefa (2016).

## **Caractérisation de la farine**

Pour caractériser la farine utilisée durant cette étude, trois (03) paramètres suivants ont été déterminés :

- Rendement de production : par calcul du pourcentage de la masse de farine par rapport à celle des matières premières utilisées ;
- Capacité de rétention d'eau : par méthode mise au point par Sosulski (1962) ;
- Pouvoir de gonflement : par méthode mise au point par Leach et al. (1959).

## **Test de panification**

La formulation de la pâte boulangère utilisée durant cette étude est celle de la boulangerie VANILLA Boulevard Augagneur, Commune Urbaine de Toamasina, Région de Atsinanana, mais avec quelques modifications à cause d'utilisation des farines sans gluten. Ces modifications concernent la quantité de l'eau utilisée qui a été augmentée de manière à obtenir des pâtes assez molles, mais façonnables manuellement. L'augmentation de cette quantité a été fixée à 1,2 ml/5 % d'incorporation de la farine sans gluten.

Afin de connaître les taux maximums d'incorporation des farines sans gluten dans la farine de blé, une série de tests de panification utilisant les proportions (en %) des farines sans gluten-blé 0/100, 5/95, 10/90, 15/85, 20/80, 25/75, 30/70, 35/65, 40/60, 45/55, 50/50 a été réalisée. Des procédés de panification ont donc été appliqués pour confectionner des pains à 100 % de farine de blé et des pains composites contenant de la farine de patate douce à chair orange et à peau orange.

## Caractérisation des pains modélisés

Pour caractériser un pain confectionné, quatre paramètres ont été mesurés :

- La masse : par pesée en utilisant une balance de laboratoire ;
- La hauteur : par la méthode décrite par Roussel (1984) ;

- Le volume : par le déplacement des graines de *Brassica campestris* ;
- Le volume spécifique : déterminé en divisant son volume par sa masse.

## Résultats

### Rendement de production et propriétés fonctionnelles de la farine produite

Le tableau ci-dessous donne le rendement de production et les propriétés fonctionnelles de la farine de patate douce à chair orange et à peau orange.

Tableau 1 : Rendement de production et propriétés fonctionnelles de la farine produite

| Paramètres                                          | Valeurs trouvées |
|-----------------------------------------------------|------------------|
| Rendement de production (en %)                      | 20,25±0,08       |
| Capacité de rétention d'eau (en g/100 g de produit) | 30,5 ±0,71       |
| Pouvoir de gonflement (en g/g de produit)           | 6,70±0,3         |

D'après ce tableau 1 ci-dessus, la capacité de rétention d'eau est le plus élevés par rapport au pouvoir de gonflement.

### Caractéristiques des pains modélisés

Les caractéristiques des pains modélisés sont illustrées par les six (06) figures ci-dessous.

### Masse en gramme des pâtons et des pains modélisés

Les masses des pâtons (Figure 1) et les masses des pains (Figure 2) augmentent d'une manière positive par l'augmentation du taux de la farine de patate douce incorporé.

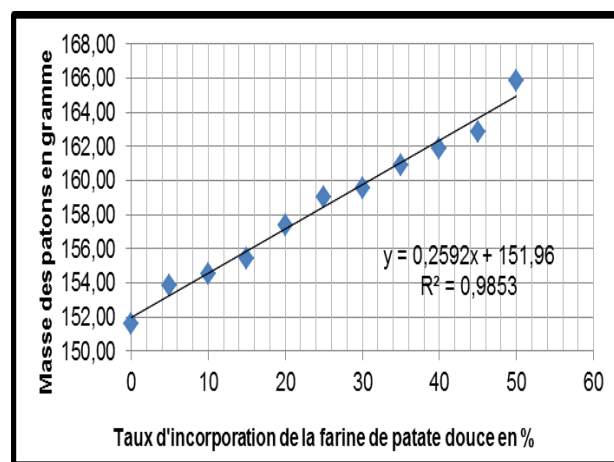


Figure 1 : Masse des pâtons en g

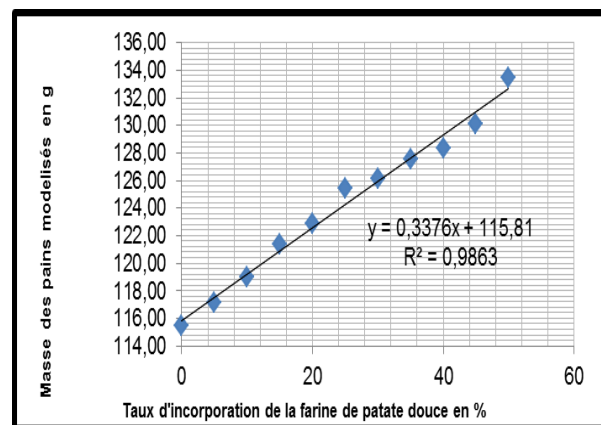


Figure 2 : Masse des pains modélisés en g

### Hauteur et volume des pains modélisés

Ces deux figures ci-dessous représentent les hauteurs et les volumes des pains modélisés. D'après ces figures, la hauteur (Figure 3) et le volume (Figure 4) décroissent en fonction de l'augmentation du taux d'incorporation de la farine de patate douce.

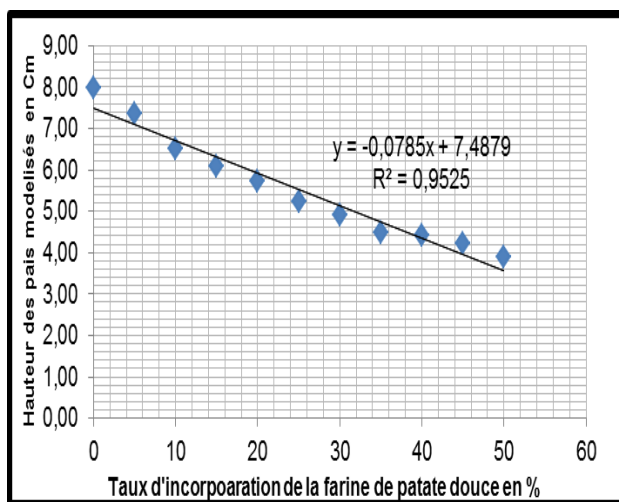


Figure 3 : Hauteur des pains modélisés (en cm)

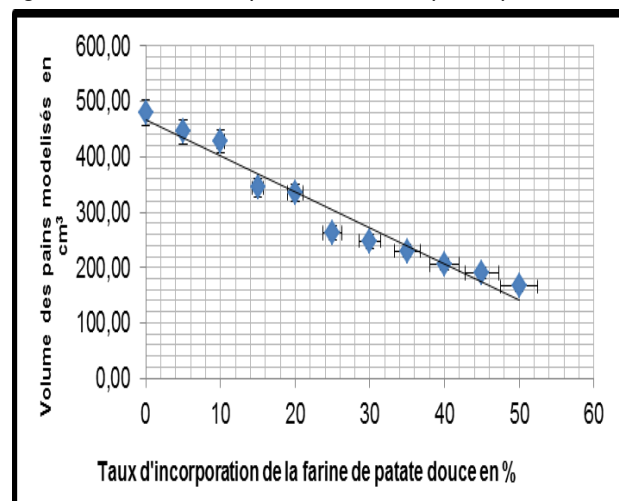


Figure 4 : Volumes des pains modélisés (en cm<sup>3</sup>)

### **Perte des masses et volumes spécifiques des pains modélisés**

La figure 5 ci-dessous donne les pertes de masse des pains modélisés après la cuisson des pâtons fermentés. D'après cette figure, la perte de masse varie selon le taux de la farine de patate douce incorporé. Tandis que pour le volume spécifique (Figure 6), il diminue en fonction de l'accroissement du taux d'incorporation de la farine de patate douce.

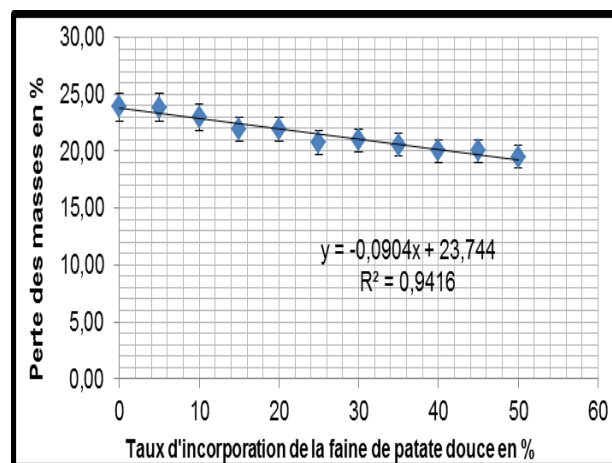


Figure 5 : Perte des masses en (%)

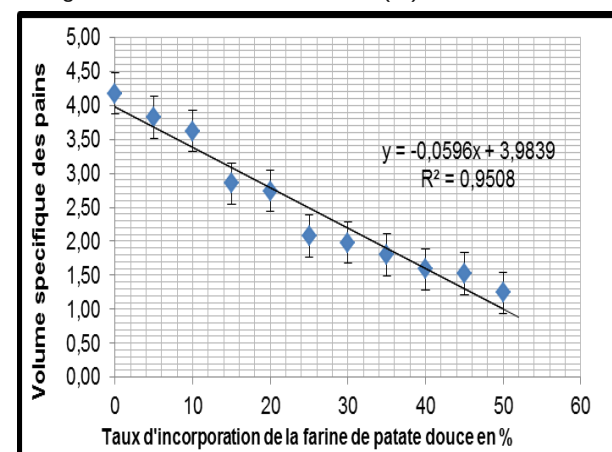


Figure 6 : Volumes spécifiques des pains modélisés en cm<sup>3</sup>/g

### **Discussion**

D'après les résultats (Tableau 1), le rendement de production de la farine obtenue est de  $20,25 \pm 0,08$  %. Ce rendement est supérieur à 20 % trouvé par Ndéye et Doumouya (2010) et inférieur à 25 % rapporté par CTA (2008). Cette différence peut être due à la différenciation des procédés de transformation utilisés et la durée de séchage des produits.

La capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement des farines sans gluten utilisées sont très élevés par rapport à ceux de la farine de blé utilisée. Ceci s'explique que, comparées à la farine

de blé, celles des farines sans gluten utilisées présentent une grande viscosité lors de la cuisson. La conséquence de cette forte viscosité sur les pains composites est un faible volume ou hauteur, car une viscosité élevée s'oppose à la levée de la pâte boulangère sous l'effet de la poussée gazeuse (Launay et Bure, 1974).

Les farines utilisées sont capables de gonfler. Le gonflement des farines est dû à l'introduction des molécules d'eau dans les granules d'amidon contenus dans ces farines. Lorsque ces granules d'amidon sont exposés à la fois à la chaleur et à l'humidité (chauffés dans un excès d'eau), il y a un phénomène de gélatinisation : au-dessus de la température de gélatinisation, ces granules gonflent du fait d'une adsorption de l'eau sur les groupements polaires hydroxyle (Cheftel et Cheftel, 1976). Le gonflement des granules d'amidon est dépendant de la structure de l'eau contenue dans la suspension (Brun, 1948).

La valeur de la masse des pains contenant la farine de patate douce étudiée est comprise entre 117,13 g à 133,43 g (Figure 2). Cela signifie que la masse des pains composites augmente à l'accroissement de taux de la farine de patate douce, car il y a une augmentation de la quantité d'eau à chaque taux d'incorporation. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Ndangu (2015) sur des pains composites renfermant de 5, 10, 15, 20, 25 et 30 % de la farine de patate douce (*Ipomoea batatas*. Lam). Par conséquent, la masse des pains composites augmente avec l'augmentation du taux d'incorporation de la farine de patate douce dans la farine de blé. Pour cela, cette augmentation de la masse des pains modélisés peut-être expliquée par l'attachement de l'amidon dans les pâtons lorsque le taux

d'incorporation de la farine de patate douce a été augmenté.

D'après nos résultats d'expérimentation (Figure 3), la hauteur des pains composite (patate douce blé) varie de 7,37 cm (5 %) à 3,90 cm (50 %) et à celle du pain témoin est de 7,97 cm. A comparer des pains fabriqués par Randrianantenaina (2019), il trouve 6,80 cm (5 %) à 4,90 cm (50 %) de la farine de cultivars de manioc fotsy collecté dans la Région de DIANA. La hauteur du pain témoin (blé) est de 7,10 cm. D'après l'analyse de ces résultats, les valeurs trouvées pour les pains témoins et les pains composites patate douce-blé sont presque élevées. Ainsi, les hauteurs des pains varient en fonction du taux d'incorporation. La hauteur du pain influence beaucoup sur la capacité de la pâte à retenir le gaz de levage pendant la fermentation. La propriété viscoélastique formée des réseaux de gluten de la pâte peut piéger le gaz qui provoque l'élévation de la hauteur du pâton.

Les pertes de masse des pâtons durant la panification sont caractérisées par la quantité d'eau évaporées lors de la cuisson. Ainsi, certains composés de la pâte sont transformés en gaz ou en liquide sous l'action des enzymes et sont évaporés lors de la cuisson. La valeur maximale des pertes de masse est de 23,86 % pour le pain témoin. Les pertes de masse des pâtons des pains modélisés contenant des farines de patate douce à chair blanche et à peau blanche varient de 23,85 % à 19,51 % de 5 à 50 % (Figure 5) du taux d'incorporation. La valeur maximale est de 12,79, en comparaison avec celle trouvée par Randrianantenaina (2019), les pertes de masses des pâtons des pains modélisés contenant des farines de manioc Mena sont respectivement comprises entre 12,75 % et 11,57 % et sont

inférieures à nos résultats. Cette distinction peut être à l'origine de l'action enzymatique durant la dégradation des glucoses en gaz carbonique et aux qualités de farines de blé utilisées (Ndangui, 2015).

Le volume des pains modélisés contenant des farines de patate douce est compris entre 444,88 cm<sup>3</sup> (5 %) à 166,27 cm<sup>3</sup> (50 %). Ces valeurs sont représentées sur la figure 4. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Ndangui (2015) sur des farines composites de patate douce-blé (*Ipomoea batatas*. Lam) et de blé avec des taux d'incorporation variant de 0 à 30 %. Les volumes du pain diminuent dès que le taux d'incorporation de la farine de patate douce augmente. La diminution du volume due à l'augmentation du taux de substitution de la farine de patate douce causerait l'affaiblissement du réseau de gluten qui est chargé de conserver les gaz de levage (Abou-Zaid, 2011). Nous avons remarqué que l'augmentation du taux de substitution de la farine de patate douce entraîne une diminution de taux de gluten, ce qui conduit à un produit relativement moins volumineux. Cela explique la différence de volume par rapport au pain fait avec 100 % de la farine de blé et les pains composites.

Concernant le volume spécifique des pains modélisés, la **figure 2** montre que la masse des pains augmente dès que le taux d'incorporation des farines de patate douce augmente. D'après la **figure 6**, le volume spécifique est varié de 1,24 cm<sup>3</sup>/g (50 %) à 3,82 (5 %) cm<sup>3</sup>/g. Ainsi, le volume spécifique des pains diminue donc en fonction du taux d'incorporation de la farine de patate douce dans celle de blé. En comparant avec celle obtenus par Randrianantenaina (2019), le volume spécifique des pains modélisés à partir de la farine de manioc Menarevaka collecté dans la Région DIANA [1,23

(50 %) à 2,23 cm<sup>3</sup>/g (50 %)] est très faible par rapport à nos résultats (Randrianantenaina, 2019). De ce fait, la farine de patate douce à chair orange et à peau orange est le plus panifiable par rapport à la farine de manioc Menarevaka.

## Conclusion

Nos essais de panification ont montré qu'il est possible d'incorporer la farine de patate douce dans la farine de blé pour produire des pains composites similaires aux pains à 100 % de la farine de blé. Durant cette étude, jusqu'au 20 % d'incorporation de ces farines, aucune modification d'aspect des pains fabriqués n'a été observée. Les résultats obtenus ont montré que l'utilisation de la farine de patate douce réduit jusqu'au 20 % d'importation de la farine de blé.

Ainsi, face au changement climatique, et vue les conditions climatiques exigées par le blé, la perspective de substitution d'une partie de la farine de blé par celle de ces plantes amylacées semble intéressante. Cette proposition peut alors être intégrée dans la politique de valorisation des cultures locales afin de produire des pains à moindre coût ou ayant des prix invariables et d'améliorer la sécurité alimentaire de la population à Madagascar. C'est donc une des stratégies nécessaires pour réduire la pauvreté du peuple Malagasy avec la mise en relation directe des producteurs aux industries. Ainsi, il faudrait des entreprises de transformation des tubercules de patate douce en farine dans le but de réduire les dépenses liées aux importations des farines de blé et de produire des pains à moindre coût ou à prix fixe.

## Références bibliographiques

- Abou-Zaid A., T. Mostafa, Ramadan, A. Samia and AL-Askany, (2011). *Utilization of Faba Bean and Cowpea Flours in Gluten Free Cake Production*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. **5**(12) : 2665-2672.
- André, N. (2010). *Application de la SPIR au contrôle de la qualité de la patate douce (Ipomoea batatas) au Vanouatou*. Mémoire de stage de Mastère. 75p.
- Antuya, A. (2007). *Contribution à la valorisation de substances fermentescibles : Cas du manioc et du fruit à pain*. Mémoire du D.E.A Génie chimique en chimie Appliquée à l'industrie et à l'Environnement : Antananarivo : Ecole Supérieure Polytechnique, 100 p,
- Brun, A. (1948). Composition et structure chimique de l'amidon. *Ind. Agric. et Alim.*, **65**, Avril – Juin, p.135,
- Cheftel, J.C. et H. Cheftel (1976). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Technique et Documentation, Vol. 1, Paris.
- CTA, (2008). *Centre technique de coopération agricole et rurale (ACP-UE) : fabrication de cossettes et de farine de patate douce*, CTA Post bus 380, 6700, éditer par Wageningen A. J., Pays-Bas : Collection Guides pratiques du CTA, N° 6.
- Launay B. et J. Bure, (1974). Etude de certaines propriétés rhéologiques des pâtes de farine, influence de la durée du pétrissage sur ces propriétés. *Dechema Monographien*, **77**: 137 – 152.
- Leach H.W., L.D. McCowen, and T.J. Schoch, (1959). *Structure of the starch granule. Swelling and solubility patterns of various starches*. *Cereal Chemistry*, **36**(6), pp 535 –544,
- Ndangui, C.B., (2015). *Production et caractérisation de farine de patate douce (Ipomoeabatatas.Lam) : optimisation de la technologie de panification*. Thèse en Doctorat. Spécialité : Procédés et Biotechnologiques Alimentaires. Faculté des Sciences et Techniques. UNIVERSITE MARIEN NGOUABI.151p. (Dernier mise à jour : 10 Juillet 2015) [En ligne]. Disponible sur : « 33NDANGUI-C-B - DDOC\_T\_2015\_0059\_NDANGUI.pdf » (Consulté le 15 Mars 2020).
- Ndéye, T.T. et Doumouya (2010). *Institut de technologie alimentaire, guide de valorisation de patate douce en Mauritanie*, 24 p.
- Rabenjamino Andrianatodisoa, H.M.Z.B. (2008). Monitoring de la qualité de farines utilisées à Madagascar Volet (2006-2007) : Les farines boulangères dans la Région d' Analamanga. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronomique, Option : Industries Agricoles et Alimentaires, Université d'Antananarivo en Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département Industries Agricoles et Alimentaires, 157p.
- Randrianantenaina, A. (2019). *Valorisation des plantes Amylacées : utilisation des trois cultivars de manioc de la région DIANA dans la panification*. Thèse en Doctorat en Ecole Doctoral du Genie du Vivant et Modélisation (DGVM), 263p.
- Sosulski, F.W. (1962). *The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats*. *Cereal Chemistry*, **39**(4), pp 344-350.
- Roussel, P., (1984). Test de panification. In Godon B. et Loisel W. (Coordonnateurs). *Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales*. Techniques et Documentation. Paris. Lavoisier-APRIA : 511-546.
- Sihachakr D., R. Haïcour, J. M. Cavalcante Alves, I. Umboh, D. Nzoghé, A. Servaes et Ducreux (1997).- *Plant regeneration in sweet potato (Ipomoea batatas L., Convolvulaceae)*. *Euphytica* (96): 143 – 152.
- Velomora, J.D., (2012).- *Influence de l'incorporation de la farine de haute qualité dans le cake*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome en Option : Industries Agricoles et Alimentaires, du Département industries agricoles et alimentaires : Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, 94p.

Vololonirina, R.F. et Razafimahefa (2016) *Mise au point de procédés de fabrication de la farine infantile à base de soja, de tubercules de patate douce à chair jaune et des feuilles de Moringa oleifera*. Mémoire de Master. Parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquées. Université de Mahajanga, 139 p.