

Caractéristiques nutritionnelles et fonctionnelles de la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge récoltée dans la Région Atsinanana

R. F.VOLOLONIRINA¹,M. Y.RAZAFINDRASOA²,J. L. E. RANDRIAMAROSON²,A. RANDRIANANTENAINA³ et RAZAFIMAHEFA^{1, 2}

¹Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation de l'Université de Mahajanga,

²Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga

³Biochimie Alimentaire et Valorisation des Ressources Naturelles (BAVRN), Laboratoire Green

Madag Naturally de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antsiranana

Correspondant : rangitaflorida@gmail.com

Résumé

L'insécurité alimentaire reste l'un des problèmes majeurs dans de nombreux pays en développement. Elle est caractérisée par un déséquilibre en apport protéique, lipidique, énergétique et en micronutriments, tels que les vitamines et certains éléments minéraux. Elle est aussi parmi un grand problème pour la santé publique. Face à ces problématiques, nous avons effectué ce travail de recherche qui a pour objectif général de contribuer à la valorisation des ressources comestibles facile à cultiver et disponibles à Madagascar. Il a pour objectifs spécifiques de déterminer les caractéristiques nutritionnelles de la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge récoltée dans la Région Atsinanana. Pour atteindre ces objectifs, des procédés de transformation des tubercules de cette plante en farine, des méthodes d'analyses physiques et biochimiques ont été appliqués pour savoir les propriétés nutritionnelles et fonctionnelles de la farine produite. Les résultats obtenus ont montré que la farine de patate douce étudiée contient $7,95 \pm 0,09$ d'humidité. Son énergie métabolisable est de $363,51 \pm 0,056$ kcal par 100 g de produit frais et ses teneurs en glucides sont élevées. Sa capacité de rétention d'eau et son pouvoir de gonflement sont respectivement $35 \pm 7,07$ % ; $7,45 \pm 0,1$ g/g de produit. D'après l'analyse des résultats obtenus, la farine des tubercules de patate douce de la Région Atsinanana est une source de glucides et d'énergie qui est essentiellement d'origine glucidique. Enfin, la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge peut donc être utilisée pour combattre l'insécurité alimentaire. Ainsi, les tubercules de cette plante sont valorisables.

Mots clés : Patate douce, Tubercule, Farine, Caractéristique nutritionnelle, Région Atsinanana.

Nutritional and functional characteristics of sweet potato flour white-fleshed and red-skinned harvested in the Atsinanana Region

Abstract

Food insecurity remains a major problem in many developing countries. It is characterized by an imbalance in protein, lipid, energy and micronutrients, such as vitamins and certain mineral elements. It is also among a big problem for public health. Faced with these issues, we carried out this research work which has the general objective of contributing to the development of edible resources that are easy to cultivate and available in Madagascar. Its specific objectives are to determine the nutritional characteristics of sweet potato flour white-fleshed and red-skinned harvested in the Atsinanana Region. To achieve these objectives, processes for transforming the tubers of this plant into flour, methods of physical and biochemical analyzes have been applied to know the nutritional and functional properties of the flour produced. The results obtained showed that the sweet potato flour studied contained $7,95 \pm 0,09$ of humidity. Its metabolizable energy is $363,51 \pm 0,056$ kcal per 100 g of fresh product and its carbohydrate content is high. Its water retention capacity and swelling power are respectively $35 \pm 7,07$ %; $7,45 \pm 0,1$ g / g of product. According to the analysis of the results obtained, the flour of the sweet potato tubers of the Atsinanana Region is a source of carbohydrates and energy which is mainly of carbohydrate origin. Finally, white-fleshed and red-skinned sweet potato flour can therefore be used to combat food insecurity. Thus, the tubers of this plant are valuable.

Key words: *Sweet potato, tuber, flour, Nutritional characteristic, Atsinanana Region.*

1. Introduction

L'insécurité alimentaire reste l'un des problèmes majeurs dans de nombreux pays en développement future (**Sihachakr et al., 1997**). Au niveau mondial, plus d'un milliard d'individus sont touchés par cette insécurité alimentaire dont 90 % dans les pays en développement (**Louis, 1963**). La croissance démographique, les exigences relatives à la santé et à la qualité de la vie, les applications industrielles ainsi que l'insuffisance qualitative et quantitative des éléments nutritifs, nous poussent à nous orienter vers la recherche et l'exploitation des nouvelles sources de farines de produits amylicés à hauts rendements ou à haute fonctionnalité nutritionnelle (**Kapseu, 1993**). Il est évident

que la production alimentaire doit augmenter considérablement afin de répondre à la demande d'une population future **(Sihachakr et al., 1997)**.

En fait, Madagascar est un pays qui a des ressources naturelles en abondance et variées. Alors, il faut, justement, rendre ces ressources naturelles comestibles en les exploitant etne citons que la patate douce. Cette plante présente une grande importance économique dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées douces **(Sihachakr et al., 1997)**. Elle représente la septième culture la plus importante **(Ndangui, 2015)**. Selon les données rapportées par **Owori et al., (2007)**, la patate douce constitue une importante source de glucides (96 %) sous forme de glucides simples et fibres diététiques qui jouent un important rôle dans les carences énergétiques.

De nos jours, l'importance des tubercules dans la consommation des populations a conduit les acteurs de la filière (racines et tubercules) à adopter de nouvelles techniques de conservation, telle que la transformation, afin de garantir une disponibilité des produits toute l'année **(Owori et al., (2007)**. Cette recherche peut réellement contribuer à l'économie des devises pour la réduction de l'importation de blé. Elle affecte aussi dans d'autres secteurs de l'économie nationale, principalement dans l'agriculture et stimule le passage d'une agriculture paysanne vers une agriculture industrielle. Celle-ci soutient également à l'amélioration de la santé publique par la réduction de la consommation du gluten **(Naku, 1989)**. Ainsi, avec une volonté politique forte, la valorisation des produits locaux devrait permettre procurer des avantages particuliers aux paysans producteurs. Ceci permettrait d'améliorer leurs revenus et leurs conditions de vie pour lutter contre la pauvreté **(Louis, 1963)**.

L'objectif général de ce travail de recherche est de contribuer à la valorisation des ressources alimentaires naturelles disponibles à Madagascar afin de maintenir la sécurité alimentaire et à envisager le développement Rural dans l'agroalimentaire de notre pays. Il a pour a pour objectifs spécifiques de transformer des tubercules de patate douce en farine et de déterminer les propriétés nutritionnelles et fonctionnelles de la farine produite.

2. Matériels et méthodes

2.1. Matériels biologiques

Pour cette étude, des tubercules de patate douce à chair blanche et à peau rouge ont été utilisées comme matières premières.

2.2. Site de collecte

Le site de collecte des tubercules de patate douce, c'est le District de Toamasina I, Région Atsinanana. Cette Région Atsinanana se situe dans la partie Est de Madagascar dans la province de Tamatave. Elle se trouve à environ 360 kilomètres de la capitale Antananarivo. Par son nom malgache « Toamasina », elle est une ville portuaire très peuplée au fin fond du terminus de la route nationale numéro 2 (RN2). Le climat dans cette Région est de type subéquatorial, c'est-à-dire des températures moyennes de 24 °C et des pluies fréquentes tout au long de l'année dont, 3 500 mm de pluie par an.

2.3. Récolte des matières premières

Les tubercules de patate douce ont été achetés dans la marchée local d'Ankirihiy, District de Toamasina I, Région Atsinanana. Cette localité a été choisie, car, toutes les variétés de patate douce récoltées dans cette Région sont presque y trouvées.

2.4. Matériels de transformation

Durant la transformation des tubercules de patate douce en farine, des matériels de transformation, tels que les couteaux, couteaux à chips, cuvettes, séchoir solaire amélioré et les autres matériels ont été employés.

2.5. Matériels de de laboratoire

Des matériels de laboratoire comme la balance de précision, le dessiccateur, le minéralisateur, le distillateur, l'extracteur en Soxhlet et les autres matériels ont été utilisés.

2.6. Transformation des matières premières

Les tubercules de patate douce à chair blanche et à peau rouge 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)**.

2.7. Caractérisation de la farine produite

Pour caractériser la farine produite durant cette étude, sept (07) paramètres suivants ont été déterminés :

- ❖ Taux de matière sèche et d'humidité : par dessiccation à l'étuve à 105 °C pendant 5 heures ;
- ❖ Taux de protéines brutes : par méthode de Kjeldahl (N x 6,25) ;
- ❖ Teneur en matières grasses brutes (MGB) : par gravimétrie basée sur l'extraction par l'hexane en utilisant les propriétés d'insolubilité des lipides dans l'eau et de leur solubilité dans des solvants organiques ;
- ❖ Teneur en cendres brutes (CB) : par incinération dans un four à 550 °C pendant 6 heures ;
- ❖ Taux de glucides totaux : par méthode de différence ;
- ❖ Quantité d'énergies métabolisables : par calcul en utilisant les coefficients calorifiques spécifiques d'Atwater des principes énergétiques ;
- ❖ 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)** ;
- ❖ Rapport hydrophile/lipophile : par méthode de **Njintang et al. (2001)**.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques physiques et biochimiques de la farine produite

Le tableau ci-dessous illustre les caractéristiques physiques et biochimiques de la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge produite. D'après ce tableau, les taux de matière sèche et de glucides totaux dans la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge produite sont élevés. Par contre, les taux des autres constituants sont faibles. L'énergie métabolisable pour cette farine est non négligeable.

Tableau 1. Caractéristiques physiques et biochimiques de la farine produite

Paramètres	Valeurs
Énergie Métabolisable kcal/100g	363,51± 0,056
Humidité (%)	7,95± 0,09
Matière sèche(%)	92,05± 0,09
Protéines (%)	1,91± 0,028
Matières grasses (%)	0,44± 0,049
Cendres brutes (%)	1,73± 0,056
Glucides totaux (%)	87,97± 0,091

3.1. Propriétés fonctionnelles de la farine produite

Le **tableau 2** ci-après récapitule les propriétés fonctionnelles de la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge étudiée. D'après ce tableau, la capacité de rétention d'eau est le plus élevé par rapport au pouvoir de gonflement.

Tableau 2. Propriétés fonctionnelles de la farine utilisée

Paramètres	Valeurs des paramètres
Capacité de rétention d'eau (g/100 g)	35 ±7,07
Pouvoir de gonflement (g/g)	7,45±0,1
Rapport hydrophile/lipophile	0,63±0,5

4. Discussion

D'après les résultats (**Tableau 1**), la teneur en eau de la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge est de $7,95 \pm 0,09$ %. En effet, cette valeur est inférieure à $10,52$ % rapportée par **Kaboré** en **2010**. Par contre, elle est supérieure à $6,64$ % restituée par **Banhoro** (**2011**). Selon les résultats obtenus par **Vololonirina** en **2017**, la teneur en eau de la farine de patate douce à chair jaune et à peau blanche récoltés à Port-Bergé est de $4,59$ %. Cette valeur est strictement inférieure à $7,95 \pm 0,09$ % trouvée durant l'analyse de la farine produite. A comparer aussi avec celle des teneurs en eau des farines de céréales, qui sont comprises entre 8 à 16 % (**Trémolières et al., 1968**), cette teneur est incluse de cette intervalle. De plus, une faible teneur en eau des produits explique une richesse en nutriments, car plus la teneur en eau est faible, plus la valeur nutritive et la valeur énergétique sont élevées (**Trémolières et al., 1968**). On constate qu'il y a des différences significatives entre les teneurs en eau des produits de même ou différente famille. Cette variation peut être due à la maturité et à la différenciation climatique du lieu de récolté.

La valeur énergétique de la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge est $363,5 \pm 0,056$ kcal/100 g de la farine. Ce résultat diffère aux valeurs énergétiques des farines des patates douces récoltée à Port-Bergé et préparées par **Vololonirina** (**2017**) et **Randriantsay** (**2017**), qui sont respectivement $372,82$ kcal/100 g et $370,12$ kcal/100 g. D'après cela, la farine de patate douce récoltée dans la Région Atsinanana est moins énergisante par rapport à celles récoltée dans la Région Sofia. Ainsi, les valeurs énergétiques des farines de patate douce sont variables selon leurs taux d'humidité et de matière sèche. Elles sont aussi variables selon l'origine, l'espèce,

le milieu de culture, le type de sol et le climat de la Région de collecte des tubercules. Cela veut dire que la Région Atsinanana, Province Toamasina, est trop pluvieuse par rapport à la Région Sofia, y compris le District de Port-Bergé. D'un autre côté, l'énergie métabolisable de la farine fermentée de manioc M36 étudié par **Hidaya (2017)** est de 353,43 kcal/100 g. Par conséquent, les farines de patate douce sont plus énergétiques que celles de manioc. Dans le cas contraire, l'étude sur la farine des fruits à pains effectuée par **Rateloarison en 2014** montre que cet aliment a une valeur énergétiquement faible (327,70 kcal) par rapport à celle des farines de patate douce. Mais, la farine des fruits à pains est riche en protéines, car elle contient 13,71 % de protéines (**Rateloarison, 2014**). Cependant, la farine de patate douce n'est pas considérée comme un aliment équilibré, puisqu'elle est pauvre en protéines et en matières grasses. En effet, son énergie métabolisable est essentiellement d'origine glucidique.

Du point de vue nutritionnelle, 100 g de la farine des tubercules de patate douce à chair blanche et à peau rouge analysée contient $1,91 \pm 0,028$ g des protéines, $0,44 \pm 0,049$ g des lipides et $87,97 \pm 0,091$ g de glucides totaux. Mais, les résultats obtenus par **Vololonirina en 2017**, ont montré que 100 g de la farine des tubercules de patate douce à chair jaune récoltés à Port-Bergé contient 3,27 g de protéines, 0,62 g des lipides et 88,97 g de glucides totaux. Tandis que celle des tubercules de patate douce à chair orange analysée par **Kaboré, (2012)** contient 6,31 % de protéines, 0,90 % de lipides et 86,66 % de glucides totaux. Ces résultats indiquent donc que la variété de patate douce à chair jaune d'origine de la Région Sofia et la variété de patate douce à chair blanche et à peau rouge venant de la Région Atsinanana présentent une composition très intéressante par rapport à la variété de patate douce à chair orange en ce qui concerne les glucides. De plus, seule la variété de patate douce à chair orange renferme des protéines ayant une teneur la plus élevée.

La capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement des farines sans gluten sont très élevés par rapport à ceux de la farine de blé. Ceci s'explique que, à comparer à la farine de blé, celles des farines sans gluten présentent une grande viscosité lors de la cuisson (**Launay et Bure, 1974**). La farine de patate douce analysée durant cette étude possède $35 \pm 7,07$ g/100 g de la capacité de rétention d'eau et $7,45 \pm 0,1$ g/g du pouvoir de gonflement (**Tableau 2**). Ainsi, la farine de cette variété de patate douce est capable de gonfler. Ce gonflement est dû à l'introduction des molécules d'eau dans les granules d'amidon contenus dans cette farine (**Cheffel et**

Cheffel, 1976). Ces valeurs trouvées sont très faibles par rapport aux résultats obtenus par **Randrianantenaina (2019)** sur la farine de manioc mena dont $103,81 \pm 1,13$ % de la rétention d'eau et $14,27 \pm 1,21$ g/g du pouvoir de gonflement. A comparer aussi avec celles trouvés par **Rahajason en 2017** et **Soanirina en 2017**, Ils ont trouvés 158, 34 pour la farine de patate douce à chair blanche et 183,44 pour la farine de patate douce à chair jaune récoltés dans la Région Sofia. En effet, ces deux valeurs sont supérieures aux résultats obtenues durant cette étude. Cette distinction peut être due à la différenciation de la teneur en amidon y compris de l'amylose et de l'amylopectine de chacun des farines. La taille des grains de farines et d'amidon, la différence d'origine et la teneur en amidon pourraient être aussi l'origine des différences observées (**Diallo et al., 2015**). Par conséquent, cette variation peut être due à la différenciation variétale et au lieu de culture de ces plantes.

En ce qui concerne le rapport hydrophile /lipophile, la farine de patate douce produite possède $0,63 \pm 0,5$. Ce rapport obtenu est inférieur à 1. Ce la veut dire que la capacité de rétention d'huile est le plus élevé que la capacité de rétention d'eau. A comparer avec 1,47 trouvé par **Razafindrasoa en 2021** sur l'étude de la farine de patate douce à chair blanche et à peau blanche récolté dans la Région Atsinanana, ce résultat de recherche est inférieur. En effet, la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge est le plus lipophile que de la farine de patate douce à chair blanche et à peau blanche de **Razafindrasoa en 2021**.

5. Conclusion et recommandations

La production de la farine des tubercules de patate douce ne nécessite pas beaucoup d'équipements compliqués. Du point de vue nutritionnel, cette farine est une bonne source d'énergie. Cette énergie est essentiellement d'origine glucidique. Pour les personnes diabétiques, ils sont conseillés de ne pas consommer régulièrement les tubercules de patate douce ainsi que ces produits dérivés. D'après les constituants généraux, cette farine est donc bénéfique dans notre organisme humain.

L'analyse des propriétés fonctionnelles de la farine produite affirme que la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge est capable de se gonfler et de retenir l'eau. Cela confirme que cette farine peut être utilisée dans des domaines agroalimentaire. Alors, elle pourrait être un bon ingrédient de boulangerie pour la confection de produit sans gluten, tel que le pain et les gâteaux.

Face au problème de la malnutrition, il faut donc considérer et étudier des plantes comestibles, faciles à cultiver et qui n'exigent pas des conditions culturales

strictes. Cette recommandation peut, alors, être intégrée dans la politique de valorisation des cultures locales afin d'assurer le développement Rural, particulièrement dans le domaine de l'agro-alimentaire. Cela peut aussi 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.

6. Remerciements

Les profonds remerciements sont adressés à tous les personnels du Centre National de Recherches sur l'Environnement (CNRE), à Tsimbazaza, Antananarivo (Madagascar) qui ont accepté notre demande d'analyses dans leur Laboratoire et pour leurs appuis techniques dans la réalisation de ce travail de recherche.

7. Références bibliographiques

- Banhoro O., 2011. *Valorisation des produits locaux : Formulation et production de biscuit à base de pulpe de baobab (Adansonia digitata)*. Mémoire de Licence : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 58 p.
- 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, édité par Wageningen A. J., Pays-Bas : Collection Guides pratiques du CTA, N° 6.
- Chefftel J. C. et Chefftel H., 1976. *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. – Technique et Documentation, Vol. 1, Paris.*
- Diallo S.K. , Koné Y.K., Soro D., Assidjo N.E., Yao B.K. & Gnakri D., 2015. *Caractérisation biochimique et fonctionnelle des graines de sept cultivars de voandzou [vignasubterranea (L) verdc. fabaceae] cultivés en Côte d'Ivoire. European Scientific Journal., 11(27), p. 288-304.*
- Hidaya N., 2017. *Valeur nutritionnelle et pouvoir de panification de la farine fermentée de cultivar de manioc M36*. Mémoire de master II dans le parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquées : Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, 74p.
- Kabore N., 2010. *Transformation de la patate douce : caractérisation nutritionnelle et organoleptique des produits. Rapport de Stage : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 39 p.*

- Kabore N., 2012. *Optimisation de la production de biscuits à base de patate douce à chair orange*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention de la licence professionnelle en agro-alimentaire en Génie Biologique : Burkina Faso : Université polytechnique de Bobo-dioulasso, Département de Technologie Alimentaire, 76 p.
- Kapseu C., 1993. *Improvement of new sources of vegetable oil in Cameroon*, Final technical report of ATLAS/AAI project, Dairy Science Department, OARDC/OSU, Wooster, Ohio, USA, 60 p.
- Launay B. et Bure J., 1974. Etude de certaines propriétés rhéologiques des pâtes de farine, influence de la durée du pétrissage sur ces propriétés. *Dechema Monographien*, 77, p. 137 – 152.
- Leach H.W., McCowen L. D. et Schoch T. J., 1959. *Structure of the starch granule. Swelling and solubility patterns of various starches*. *Cereal Chemistry*, 36(6), pp 535 – 544.
- Louis, 1963. *Homologation des types de farine ; Journal officiel de la République française*
- Naku 1989. *Phytotechnie*. Cours inédits IFA – YANGAMBI
- Ndangui C. B. 2015, *Production et caractérisation de farine de patate douce (Ipomoea batatas. Lam) : optimisation de la technologie de panification*. Thèse en Doctorat. Spécialité : Procédés et Biotechnologiques Alimentaires. Faculté des Sciences et Techniques. UNIVERSITE MARIEN NGOUABI. 151 p.
- (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).
- Njintang Y. N., Mbofung C. M. F., and Waldron, K. W. 2001. In vitro protein digestibility and physico-chemical properties of dry red bean (*Phaseolus vulgaris*) flour : effect of processing and incorporation of soybean and cowpea flour. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49, p. 2465 – 2471.
- Owori C., Berga L., Mwangi R.O.M., Namutebi A. et Kapinga R., 2007. *Sweet potato recipe book: Sweet potato processed Products from Eastern and Central Africa*. Kampala-Uganda, 93 p.

- Rahajason A. N., 2017. *Essai de fabrication des pains composites à base des farines de blé et de patate douce à chair jaune*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master en Biochimie et Sciences de l'Environnement : Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, 83 p.
- Randrianantenaina A. 2019. *Valorisation des plantes amylacées : utilisation des farines de trois cultivars de manioc Malagasy les plus exploités dans la Région de DIANA dans la panification*. Thèse de Doctorat en École Doctorale Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM) : Université de Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologie et de l'Environnement, 170p.
- Randriantsay T. G., 2017. *Mise au point des procédés de fabrication d'une Farine infantile à base de soja, de patate douce à chair blanche et de Moringa oleifera Lam*. Mémoire de master II dans le Parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquées : Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, 73p.
- Rateloarison N. H., 2014. *Mise au point des procédés de production de la farine infantile à base des farines des graines de soja, des fruits à pain et de la poudre des feuilles de Moringa oleifera Lam*. Mémoire en Master 2, Parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliqué (BMBA), Faculté des Sciences et de Technologie de l'Environnement (FSTE), Université de Mahajanga, 87 p.
- Razafindrasoa M. Y., 2021. *Valeur nutritionnelle et pouvoir de panification de la farine des tubercules de patate douce à chair blanche et à peau rouge récoltés dans la région Antsinana*. Mémoire en Master 2, Parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquées : Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologie et de l'Environnement, p. 60
- Sihachakr D, Haïcour R, Cavalcante Alves JM, Umboh I, Nzoghé D, Servaes A and Ducreux., 1997. *Plant regeneration in sweet potato (Ipomoea batatasL.,Convolvulaceae)*.Euphytica(96), pp. 143 - 152.
- Soanirina C., 2017. *Essai de fabrication des pains composites à base des farines de blé et de patate douce à chair blanche*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master en Biochimie et Sciences de l'Environnement : Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, 64 p.
- Sosulski F. W., 1962. *The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats*. *CerealChemistry*, 39(4), pp 344-350.

Trémolières J., Serville Y. & Jacquot R., 1968. *Manuel élémentaire d'alimentation humaine : Les aliments*. 4ème Edition. Paris XVII : Les Éditions Sociales Françaises, Tome 2, p. 39 – 52.

Vololonirina R. F., 2017. *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.

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.