

Les fruits de *Cycas* (Cycadaceae) des Comores : utilisation, compositions chimique et nutritionnelle

Ibrahim SAID ALI^{1,2*}, Louissette RAZANAMPARANY² et Olivier GIBERT³

¹Faculté de Sciences et Techniques – Université des Comores, BP 167 Moroni, Comores

²Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l’Alimentation et à la Nutrition (LABASAN), Faculté des sciences, Université d’Antananarivo, Madagascar

³Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UMR QUALISUD, 73 Rue Jean-François Breton, TA B-95/15 F-34398 Montpellier, France

* Correspondance, courriel : ibrahimsaidali@yahoo.fr

Résumé

Les Cycas sont des gymnospermes archaïques dont les fruits fournissent des amandes fortement appréciées dans l’alimentation par les populations ancestrales des Comores. Le screening phytochimique réalisé sur les amandes fraîches et sèches de ces fruits a révélé la présence d’alcaloïdes, de triterpènes et de stérols insaturés. Une analyse nutritionnelle a été conduite sur les amandes sèches de 6 échantillons collectés dans différentes régions des Comores. Elles s’avèrent être riches en éléments minéraux, en protéines (6%), en lipides (2%) avec une présence non négligeable d’acides gras mono et polyinsaturés. L’analyse des protéines a permis d’identifier une diversité d’acides aminés dans ces amandes. La prédominance glucidique, 89% dont 72% d’amidon, fait du fruit de Cycas une ressource amylacée potentielle

Mots-clés : *Cycas*, amandes, amidon, analyse nutritionnelle, farine, transformation.

Abstract

The Comoros seeds of *Cycas* (Cycadaceae): uses, chemical and nutritional compositions

Cycas are archaic gymnosperms whose fruits provide almonds in the diet greatly appreciated by the ancestral populations of the Comoros. The phytochemical screening carried out on fresh and dry fruits almonds these revealed the presence of alkaloids, triterpenes and sterols unsaturated. A nutritional analysis was conducted on dry almonds 6 samples collected in different regions of the Comoros. They prove to be rich in minerals, protein (6%), fat (2%) with a significant presence of mono and polyunsaturated fatty acids. Protein analysis has identified diversity of amino acids in these kernels. Predominantly carbohydrate, 89% with 72% of starch, is the fruit of *Cycas* starchy potential resource.

Keywords : *Cycas*, almonds, starch, nutritional analysis, flour, transformation.

1. Introduction

Le *Cycas* est une gymnosperme archaïque appartenant à la famille des *Cycadaceae* comptant plusieurs espèces [1-3]. Ces *Cycas* sont répandus en Afrique, dans le Pacifique, en Chine, au Japon et en Australie [4]. Les cycadales sont depuis longtemps en voie de régression, sinon d'extinction, naturelle ou provoquée par le fait des interventions humaines incontrôlées sur leur écosystème [5]. Les principales menaces pointées du doigt sont souvent la surexploitation indisciplinée [6] et la non-préservation de leur zone d'existence [7]. Actuellement, ce groupe de plantes retient l'attention des chercheurs et bénéficie de la convention de Washington sur la protection des espèces. Aux Comores, la seule espèce de *Cycas* rencontrée est le *Cycas thouarsii* qui compterait *a priori* deux variétés. A notre connaissance, les *Cycas* des Comores n'ont jamais fait l'objet d'étude scientifique approfondie. Certains auteurs ont identifié le *Cycas circinalis* [8] et le *Cycas officinalis* [2], [9]. Les fruits de *Cycas* sont connus localement sous le nom de « *Ntsambu* ». Cette espèce, localisée en Afrique de l'Est est aussi présente dans les régions côtières de Madagascar où elle est parfois abondante sur la côte Est, ainsi qu'aux Seychelles.

Le *Cycas* est une plante vivace qui est facilement cultivable puisqu'il s'adapte assez facilement avec le milieu et le sol où il s'y trouve et présente une bonne résistance aux différentes conditions saisonnières. Il résiste bien à la saison sèche qui s'étale de Mai à Octobre. Le *Cycas* vit dans des températures comprises entre 20 et 30 °C ; toutefois il peut supporter de températures de l'ordre de 18°C [10]. Néanmoins, la croissance des *Cycas* est lente et devient de plus en plus faible en dessous de 17°C. La culture des *Cycas* ne demande pas d'efforts particuliers. Les *Cycas* se multiplient par rejetonnage et germination des fruits tombés à terre. La récolte principale des fruits se fait entre les mois de Juillet et Septembre. Les fruits de ce végétal fournissent des amandes qui, séchées, ont été largement utilisées dans l'alimentation traditionnelle des Comoriens depuis des siècles [8], [10]. Toutefois, la négligence et la non-exploitation du *Cycas* par la plupart des Communautés Comoriennes, ont entraîné sa disparition dans certaines régions comme à Nioumakélé, au sud de l'île d'Anjouan, une des raisons motivant le choix de notre étude. Comme déjà mis en évidence sur d'autres modèles alimentaires tels les ignames à Madagascar [11], la réappropriation des *Cycas* et l'usage de produits transformés dérivés de ce fruit aux Comores est de nature à contribuer à sa domestication. Les lacunes de la littérature, tant du point de vue de la connaissance des modes traditionnels de transformation, de conservation que de consommation et de la composition nutritionnelle des fruits de *Cycas* justifient le choix de ce thème d'étude.

2. Matériel et Méthodes

Des enquêtes ciblant les modes traditionnels de transformation des fruits de *Cycas* seront alors menées, ainsi que des analyses chimiques et nutritionnelles des amandes.

2-1. Matériel

Le matériel d'étude est constitué de fruits de *Cycas* récoltés sur six sites différents. Ces échantillons sont prélevés sur les îles de la Grande Comore et d'Anjouan, (**Figure 1**). Les sites où ces fruits seront récoltés avec indication de leurs coordonnées GPS et altitudes correspondantes sont consignés dans le **Tableau 1**. Les amandes de ces fruits seront collectées à Mbéni (F.MBN), à Oichili-Koimbani (F.OIC), à Mohoro (F.MOH), à Séléa (F.SEL), à Salimani (F.SAL) sur Grande Comore et à Tsémbehou (F.TSE) sur Anjouan.

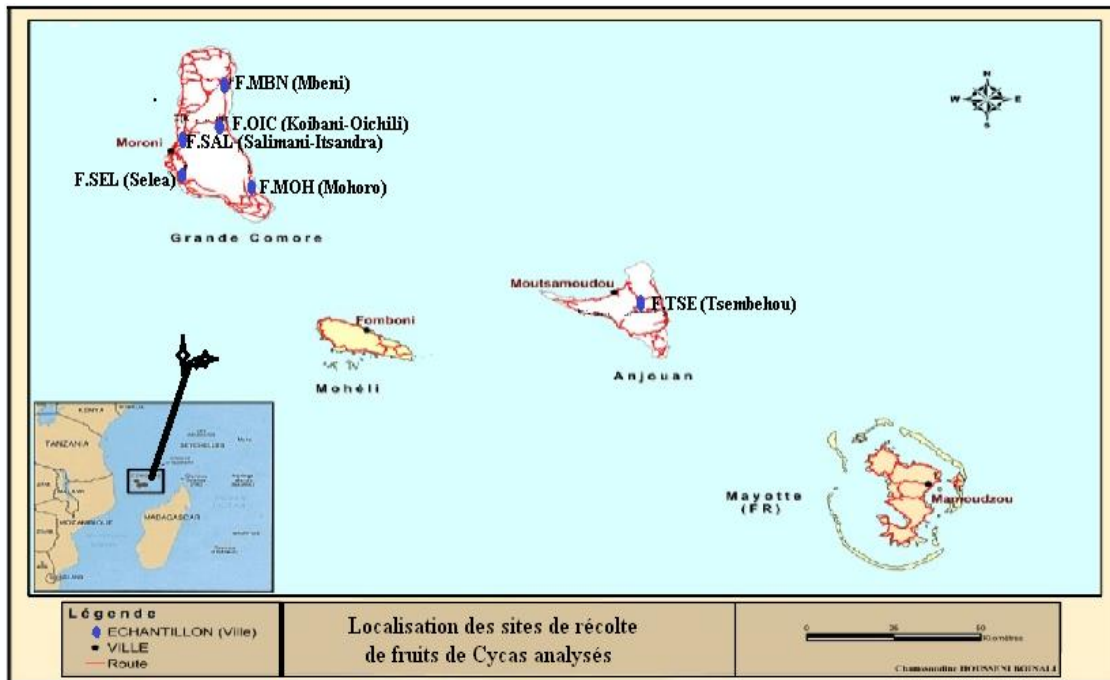


Figure 1 : Localisation des zones d'échantillonnage : F.MBN : Mbéni; F.OIC : Oichili Koimbani; F.MOH : Mohoro; F.SEL : Séléa ; F.SAL : Salimani (Grande Comore)F.TSE : Tsémbéhou (Anjouan)

Tableau 1 : Origine géographique des fruits de Cycas

	Lieu de récolte *	Altitude (m) Coordonnées GPS
F.OIC	Koimbani- Oichili ¹	339 11°37' S 43° 22 E
F.MBN	Mbéni ¹	165 11°30' S 43° 23 E
F.SAL	Salimani ¹	320 11°41' S 43° 16 E
F.MOH	Mohoro ¹	500 11°49' S 43° 26 E
F.SEL	Séléa ¹	80 11°40 S 43° 16E
F.TSE	Tsémbéhou ²	770 12°12' S 44° 28E

(*) 1 Île de la Grande Comore, 2 Île d'Anjouan

2-2. Méthodes

2-2-1. Enquêtes sur les utilités et modes de transformation traditionnelle des fruits de Cycas

Les enquêtes de consommation ont été conduites auprès de communautés comoriennes des îles de la Grande Comore et d'Anjouan. Afin d'affiner les informations sur les usages ancestraux du *Cycas*, les zones rurales ont été choisies et des personnes de plus de 60 ans ont été ciblées pour la réalisation des

enquêtes. Au total, 287 personnes ont été interrogées sur les modes de consommation traditionnelle afin d'appréhender :

- la connaissance des utilités de fruits de *Cycas* ;
- la description des opérations de séchage, de broyage et des méthodes de transformation.

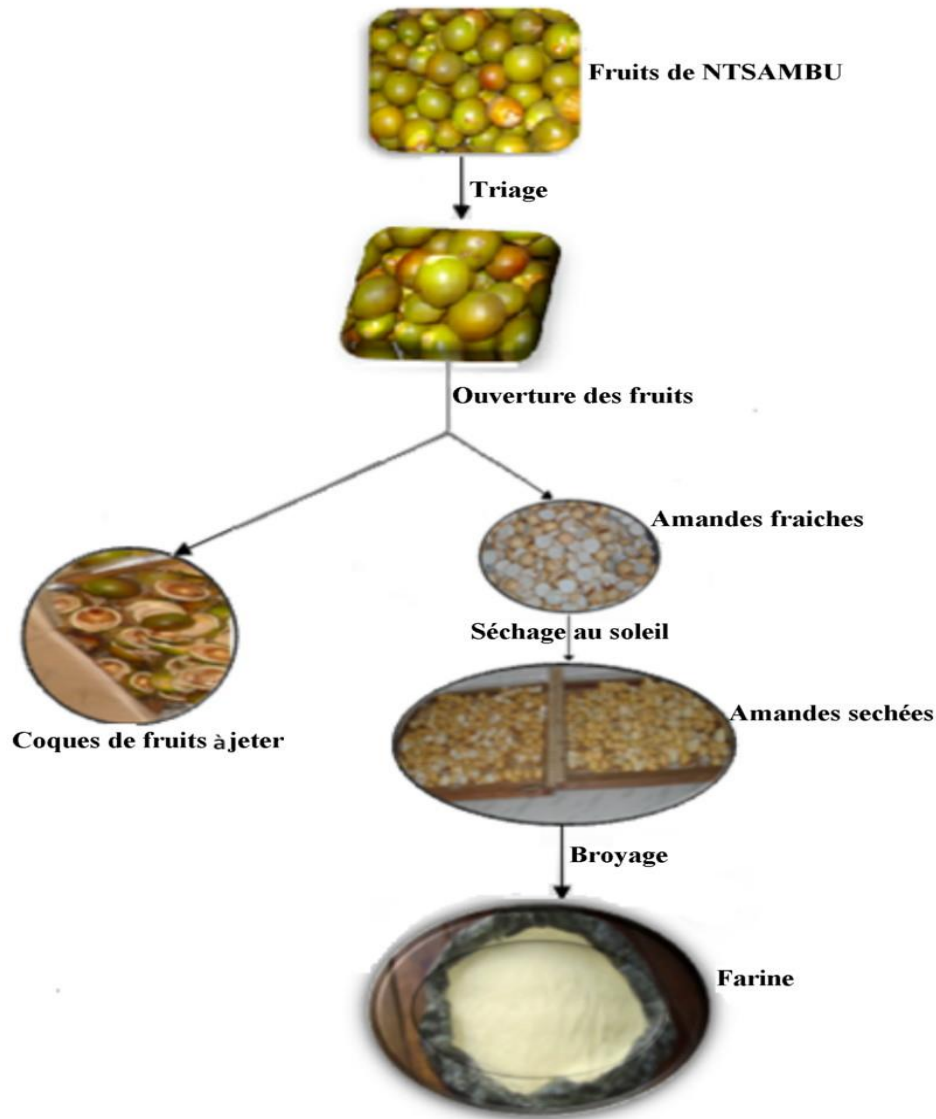
2-2-2. Séchage des amandes et production de farine

La méthode artisanale pour le séchage des amandes des 6 variétés a été utilisée. Les fruits récoltés sont décortiqués à l'aide de couteaux ou parfois de pierres pour séparer les amandes des coques (**Figure 2**). Ces amandes, coupées en petits morceaux sont séchées au soleil. Le temps de séchage est modulé en fonction des conditions météorologiques et du degré d'ensoleillement. Pour obtenir des amandes séchées et pour s'assurer de la reproductibilité des résultats, la durée du séchage est de dix jours en moyenne pour garantir l'innocuité des amandes, à Moroni pendant les mois de juillet 2009, août 2010 et juillet 2011. Les récoltes ont été renouvelées chaque année afin de pouvoir réaliser de nouvelles préparations.



Figure 2 : Fruits de *Cycas* après récolte (A) ; amandes au cours du séchage ; (B) ; farine obtenue par broyage des amandes sèches (C).

Au cours du séchage, les amandes sont brassées de temps en temps afin d'éviter l'apparition de moisissures. Des conditions équivalentes sont préconisées pour le séchage de multiples fruits selon la FAO [12]. Une période de séchage de 10 jours avec un bon ensoleillement est souhaitée. Ce point fera l'objet d'investigations ultérieures *in vivo*. Les amandes, ainsi séchées sont ensuite broyées pour l'obtention de farines. Les différentes étapes utilisées pour la production des farines sont illustrées en **Figure 3**. Les amandes séchées sont réduites au moyen d'un broyeur électrique et tamisées en utilisant un tamis dont les ouvertures des mailles sont inférieures à 500 μm de diamètre. Le temps de broyage varie suivant la quantité d'amandes à broyer. Les farines ainsi obtenues sont conservées dans des sacs ou sachets imperméable et destinées aux différentes analyses physicochimiques et nutritionnelles.



Etapes de production de farine de NTSAMBU

Figure 3 : *Différentes étapes de production de farine à partir de fruits de Cycas (Ntsambu)*

2-2-3. Analyses de la composition chimique et nutritionnelle des amandes de Ntsambu

Des analyses physicochimiques et nutritionnelles ont été réalisées sur 6 échantillons de farines de fruits de *Cycas* correspondant à différents sites de récolte (**Tableau 1**). Les méthodes d'analyse utilisées sont normalisées. La teneur en eau a été effectuée par gravimétrie avec étuvage à 105°C jusqu'à poids constant [13]. La teneur en matière grasse a été réalisée par extraction au Soxhlet à 45°C [14], pendant 24 heures en utilisant comme solvant, un mélange de n-hexane et de méthanol (v/v). La détermination de la teneur en protéines a été effectuée par dosage de l'azote total suivant la méthode de Kjeldahl et en utilisant un coefficient de conversion de 6,25 [15]. Le taux de cendres a été déterminé par incinération à 550°C. Le dosage des éléments minéraux a été alors effectué à partir des cendres par spectrométrie d'absorption atomique pour le dosage du calcium, magnésium, sodium et potassium et par la méthode de titration colorimétrique de Fiske et Subarow pour les éléments phosphore et chlorure [13].

Les tests de détection des grandes familles de molécules chimiques ont été réalisés suivant la méthode de Delort-Laval [16] pour le dosage des alcaloïdes, celle de Fong et al. [17] pour la recherche des flavonoïdes, leucoanthocyanes, saponosides et triterpènes. Les tanins et les polyphénols ont été analysés par les tests à la gélatine aqueuse (1%), gélatine salée (gélatine aqueuse à 1% additionnée de NaCl 10%) et au chlorure ferrique (FeCl_3 10% dans du méthanol). La teneur en glucides totaux a été estimée par différence sur une base 100% [13]. La qualification et quantification des acides gras ont été réalisées par chromatographie en phase gazeuse (CPG), sur colonne BONDED PHASE BP20 (polar). La teneur en indigestibles glucidiques (insoluble formique, insoluble cellulosique et acide pectique) a été dosée par la technique de Guillet et Jacquot [18]. La teneur apparente en amidon et sucres solubles a été déterminée par polarimétrie [19].

L'analyse qualitative et quantitative en acides aminés a été effectuée par la technique chromatographique à débit continu, développée par Spackman, Moore et Stein en 1958, pour produire des analyses entièrement automatiques, rapides et sensibles. Elle est réalisée en conditions isochratiques à l'aide d'un analyseur Biochrom 30+. La valeur énergétique globale de ces farines a été obtenue à partir de la somme des énergies métabolisables des différents composants glucidiques, lipidiques et protéiques. Ces énergies ont été calculées en multipliant les taux de ces macronutriments par les coefficients d'ATWATER [20]. La valeur énergétique globale (E), exprimée en kilocalorie (Kcal) pour 100 g de farine, a été alors calculée à partir de la relation suivante :

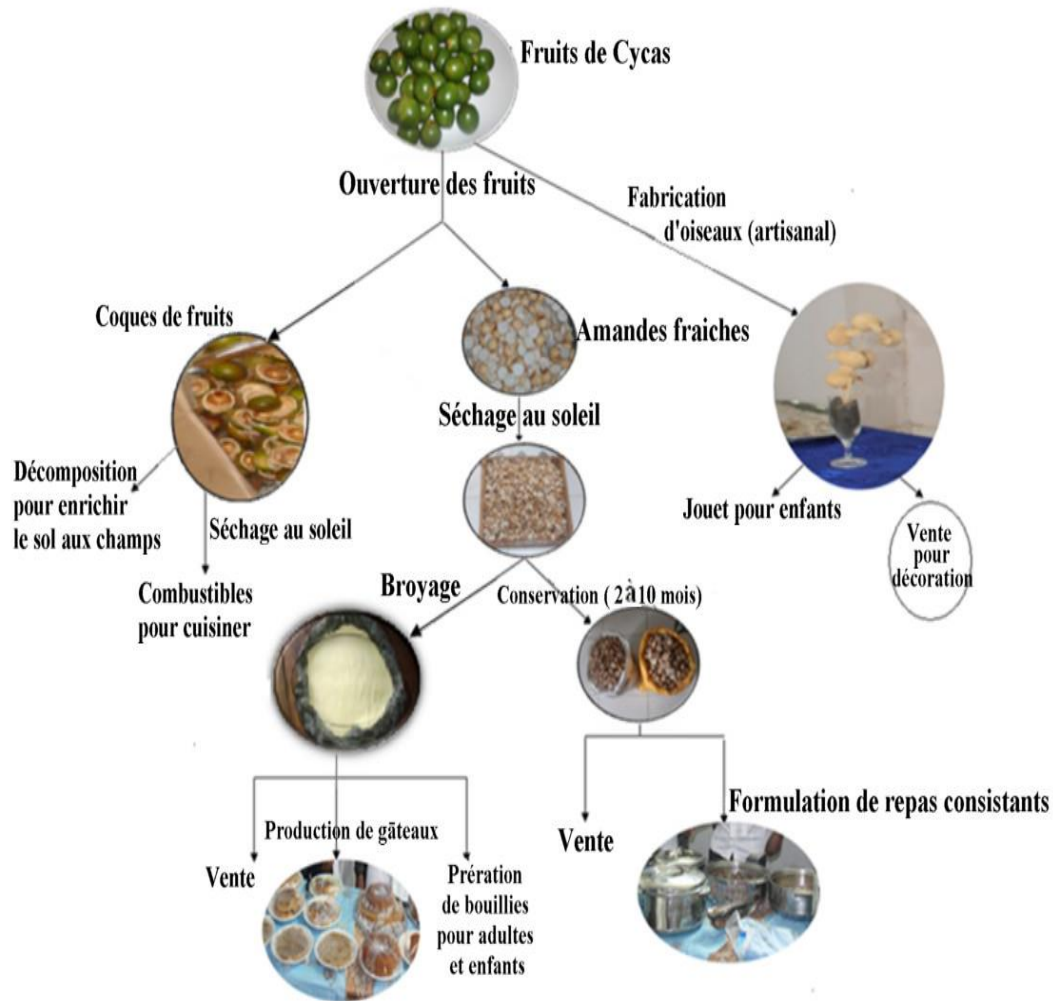
$$E(\text{Kcal}) = (9 * L) + (4 * G) + (4 * P) \quad (1)$$

Avec *L*, *G* et *P* étant les teneurs respectives en lipides, glucides et protéines digestibles pour 100 g de base sèche.

3. Résultats et discussion

3-1. Les utilités des Cycas aux Comores

Les enquêtes effectuées ont permis de mettre en évidence les différents usages des fruits de *Cycas* (Figure 4). Les *Ntsambu* étaient autrefois très utilisés pour l'alimentation de la population ancestrale pour produire des menus variés tels que des bouillies, des gâteaux et des plats de consistance. Les amandes séchées de ces fruits et leur farine servaient respectivement pour préparer des plats consistants, produire des bouillies et des gâteaux. Le barème de séchage solaire appliqué aux amandes de ces fruits était fixé en fonction du type de préparation culinaire ciblée (production de farine ou plat de résistance). Traditionnellement, pour produire la farine, les amandes séchées étaient pilées à l'aide d'un mortier-pilon en bois puis tamisées. Cette pratique fastidieuse demandait beaucoup d'efforts physiques. Elle demeure d'actualité pour les ménages les plus modestes qui ne peuvent investir dans des broyeurs électriques. Les farines sont habituellement utilisées pour la préparation de bouillies et quelquefois de gâteaux. Les amandes séchées sont conservées entières afin de produire le plat de consistance.



Utilités des fruits de Cycas, "NTSAMBU" aux Comores

Figure 4 : *Différents usages des fruits de Cycas aux Comores*

Deux types de bouillies sont couramment produits à partir de farine de fruits de *Cycas*: une bouillie sucrée et une bouillie salée. Ces deux types de bouillies peuvent être servis lors du petit déjeuner ou du déjeuner, accompagnés d'autres aliments frits ou grillés tels que des bananes, du manioc, des pommes de terre, du taro servis avec du poisson ou de la viande. La méthode appliquée traditionnellement pour produire ces bouillies correspond à celle décrite préalablement. Il semblerait que la bouillie de farine de *Cycas* additionnée de gousses de tamarin était utilisée pour soigner les infections respiratoires et des maux abdominaux. Pour la préparation du plat de résistance, on peut utiliser soit des amandes séchées au soleil pendant 10 jours, soit des amandes pré-séchées (exposées au soleil pendant 3 à 4 jours). L'intérêt des amandes séchées est qu'elles peuvent être conservées toute l'année et donc être disponibles en dehors de la période principale de récolte des fruits qui s'étend généralement de juillet à septembre. La pratique du pré-séchage n'est possible que pendant la période de production, son intérêt étant de permettre la réduction du temps nécessaire pour la stabilisation des amandes.

Les amandes séchées ou pré-séchées sont introduites dans une fosse où elles sont couvertes de feuilles de bananiers et d'autres végétaux afin de limiter la circulation de l'air ambiant et générer une atmosphère pauvre en oxygène, comme rapporté par Abdourahaman [8]. Ainsi, une sorte de fermentation pseudo-anaérobie est réalisée sur une période de 2 semaines environ. Il convient

néanmoins d'ouvrir la fosse et d'en remuer la préparation au 8^{ème} jour pour libérer les gaz occlus. Ces opérations induisent une perte de fermeté des amandes. Ces dernières sont alors cuites avec du poisson ou de la viande, agrémentées de lait de coco. Ce plat reste considéré comme un plat d'honneur dans certaines régions des Comores dont la Grande Comore. Ce plat a été cité à de multiples reprises lors de des enquêtes réalisées de Mars 2009 à Novembre 2010 à la Grande Comore et à Anjouan. A la Grande Comore et dans la région de Hamahamet en particulier, ce plat est servi aux invités d'honneur pendant les repas au cours des manifestations traditionnelles tel que le « Grand mariage ». De plus, la consommation de menus à base d'amandes de ces fruits induirait un effet de satiété recherché, plus marqué, par rapport à d'autres recettes à base de manioc, de riz ou de banane.

Traditionnellement, la recette pour produire des gâteaux à partir de farines est simple. Deux types de gâteaux sont couramment produits : « *Mkatre wa Ntsambu* » et « *Idwadwayi* ». Pour produire le « *Mkatre wa Ntsambu* », la farine est mélangée avec du lait de coco salé. Les proportions entre la farine et le lait sont choisies de façon à obtenir un mélange semi-liquide qui donne après cuisson un gâteau gélifié. Le mélange est versé sur un couvercle en aluminium, suffisamment creux et un deuxième couvercle est déposé par-dessus la préparation. Avant de verser le mélange, l'intérieur des couvercles est recouvert d'une feuille de bananier. La préparation est chauffée doucement, en même temps que le couvercle sur le feu de charbon de bois. Après 45 min de chauffage environ, le gâteau est prêt à être servi avec du lait caillé agrémenté de miel. Le second type de gâteau est également produit par un mélange de farine avec du lait de coco salé mais de manière à obtenir une pâte. La pâte est découpée en petits morceaux protégés par des feuilles de bananier. Ces morceaux sont cuits à l'étouffée dans des cendres chaudes. Après 25 min environ, la fin de la cuisson donne de petits pains appelés « *Idwadwayi* » qui sont également consommés avec du lait caillé et du miel.

De nos jours, la plupart de ces recettes sont délaissées ou oubliées et seules les bouillies de farines de fruits de *Cycas* restent connues de la majorité de la population. La négligence de ces pratiques ancestrales diminuerait la production alimentaire, bien que la population actuelle ait besoin de nouvelles ressources pour satisfaire ses besoins alimentaires. Malgré la présence étendue de ce végétal dans les îles Comores et son abondance dans plusieurs régions, seules dans les deux régions de la Grande Comore (Oichili) et Hamahamet, des personnes font encore état de vertus alimentaires des fruits de *Cycas*. Dans ces régions, les *Cycas* sont encore exploités et la vente des amandes séchées des fruits peut constituer une source de revenus pour certaines familles. Dans les autres régions de la Grande Comore (régions de Bambao, Hambou, Mbadjini et Itsandra), malgré l'abondance de la plante, cette dernière reste peu ou pas exploitée. Cette négligence fait du *Cycas*, un végétal sauvage sans aucune considération ni protection particulière.

Dans les autres îles (Anjouan et Mohéli), la farine de *Ntsambu*, consommée sous forme de bouillies, provient en grande partie des marchés de la capitale, Moroni (à la Grande Comore), bien que ce végétal soit disponible sur l'ensemble des îles Comores. Dans ces deux îles (Anjouan et Mohéli), les pieds de *Cycas* existant sont généralement utilisés à des fins non alimentaires, comme l'utilisation des feuilles pour protéger les jeunes plantules contre le rayonnement solaire et orner les places publiques pendant les manifestations traditionnelles ou religieuses telles que les « *maoulides* ». L'utilité irrationnelle de ces feuilles découragerait les paysans à cultiver et pourrait être ainsi à l'origine de la disparition ou de la diminution des *Cycas* dans la biodiversité de certaines régions du pays, comme à Nioumakélé (Anjouan). D'après les informations recueillies auprès de consommateurs locaux lors des enquêtes, les amandes des fruits de *cycas* peuvent être consommées sans aucun risque d'intoxication.

3-2. Compositions chimique et nutritionnelle

Les analyses nutritionnelles réalisées sur les farines de fruits de *Cycas* ont montré une diversité qualitative et quantitative en éléments nutritifs. Les six farines d'amandes de fruits de *Cycas* analysées sont essentiellement constituées de glucides (89%) avec une teneur en amidon élevée (73%) comme illustré au **Tableau 2**. Les sucres solubles représentent 10% de la composition de la farine sèche. Les insolubles formiques (1,3%), les insolubles cellulosiques (0,1%) et l'acide pectique (0,2%) sont faiblement représentés dans ces farines. Cette prédominance glucidique permet alors de classer ces ressources parmi les fruits amylacés. Leurs teneurs en protéines (5%) et en lipides (3%) sont aussi non négligeables (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Composition en macronutriments des farines de fruits de *Cycas*

	Humidité (%)	Protéines (g/100g ms)	Lipides (g/100g ms)	Cendres (g/100g ms)	Glucides Totaux & digestibles (g/100g ms)	V. E. (Kcal/100g)
F.OIC	10,71	5,55	3,02	1,61	89,71 88,25	402,38
F.MBN	10,50	7,04	2,83	1,57	88,45 86,91	401,27
F.SAL	9,80	5,76	1,10	1,79	91,25 89,78	392,06
F.MOH	8,30	6,29	3,50	1,72	88,41 86,9	404,26
F.SEL	8,96	6,51	0,95	1,52	90,93 89,77	393,67
F.TSE	9,91	6,41	2,92	1,85	88,72 87,21	400,76
<i>Moyenne</i>	<i>9,69 ± 0,9</i>	<i>6,26 ± 0,5</i>	<i>2,39 ± 1,1</i>	<i>1,68 ± 0,1</i>	<i>89,58 ± 1,2</i> <i>88,14 ± 1,3</i>	<i>399,10 ± 4,5</i>

F.MBN, F.OIC, F.SAL, F.MOH, F.SEL et F.TSE, les fruits récoltés respectivement à Mbéni, Oichili Koimbani, Salimani, Mohoro, Seléa et Tsémbéhou. V.E. : valeur énergétique /100g de farine sèche.

Ces fruits contiennent également une diversité importante d'éléments minéraux, avec environ 560 mg de potassium, 153 mg de phosphore, 144 mg de chlore, 15 mg de calcium pour 100 g de farine sèche ainsi que plusieurs autres éléments minéraux minoritaires (**Tableau 5**). L'analyse des lipides extraits a révélé la présence de divers acides gras saturés, mono et polyinsaturés parmi lesquels les acides palmitique, oléique, linoléique et l'acide eicosapentaénoïque sont les plus représentés (**Tableau 3**).

L'analyse qualitative et quantitative des acides aminés a permis de mettre en évidence leur diversité dans ces farines. Vingt et un molécules d'acides aminés ou dérivés ont été identifiées dans ces farines, les plus représentées sont l'arginine, la lysine, l'acide glutamique, la proline, la leucine et l'acide aspartique avec respectivement 2,44, 2,04 et 1,97 g pour 100 g de farine sèche (**Tableau 4**). L'alanine, l'ornithine, la méthionine sulphadoxine et le Gaba γ sont présents à l'état de traces ($\leq 0,1$). La présence d'acides aminés de bonne qualité biologique améliore à la qualité nutritionnelle de ces amandes. La valeur énergétique a été estimée à 402 kcal pour 100 g de farine sèche.

Tableau 3 : Identification et abondance relative des acides gras des fruits de Cycas

n° pic	F.MOH		F.SAL		F.SEL		F.TSE	
	AG	(%)	AG	%	AG	%	AG	%
1	<i>NI</i>	0,47	<i>NI</i>	1,35	<i>NI</i>	5,54	8:0	0,21
2	12:0	0,39	<i>NI</i>	0,37	10:0	5,56	10:0	1,73
3	i-14:0	0,15	12:0	1,18	12:0	3,11	12:0	1,19
4	<i>NI</i>	0,04	<i>NI</i>	0,45	<i>NI</i>	1,83	<i>NI</i>	0,63
5	14:0	0,46	<i>NI</i>	0,12	<i>NI</i>	0,42	14:0	0,39
6	<i>NI</i>	0,04	<i>NI</i>	0,23	<i>NI</i>	1,41	<i>NI</i>	0,37
7	<i>NI</i>	0,11	14:0	0,66	<i>NI</i>	0,86	16:0	23,98
8	i-16:0	0,11	15:0	0,19	<i>NI</i>	0,41	16:1 (n-9)	2,98
9	<i>NI</i>	0,03	15:1 (n-8)	0,16	16:0	13,5	16:2 (n-4)	0,73
10	<i>16:0</i>	19,66	<i>NI</i>	0,16	16:1 (n-9)	1,8	18:0	3,70
11	<i>NI</i>	0,05	i-16:0	0,17	16:1 (n-5)	-	18:1 (n-9)	28,64
12	16:2 (n-4)	0,20	<i>NI</i>	0,13	16:2 (n-4)	1,9	18:2 (n-6)	15,74
13	16:3 (n-3)	0,13	16:0	24,9	18:0	2,59	19:1 (n-10)	4,63
14	17:1 (n-8)	0,12	16:2 (n-4)	0,45	18:1 (n-9)	23,9	<i>NI</i>	1,72
15	18:0	2,51	18:0	5,25	18:2 (n-6)	13,6	18:4(n-3)	1,35
16	18:1 (n-9)	33,38	18:1 (n-9)	32,47	19:0	2,7	<i>NI</i>	1,35
18	18:3 (n-3)	2,80	18:3 (n-3)	3,30	18:4 (n-3)	0,71	20:0	0,98
19	19:1 (n-10)	1,02	19:1 (n-10)	1,26	<i>NI</i>	0,98	20:3 (n-9)	0,87
20	19:1 (n-8)	0,85	<i>NI</i>	1,35	20:1 (n-9)	0,65	20:5 (n-3)	6,18
21	<i>NI</i>	0,96	18:4 (n-3)	2,74	20:3 (n-9)	0,45	-	-
22	<i>NI</i>	2,02	<i>NI</i>	1,44	20:4 (n-6)	0,68	-	-
23	18:4 (n-3)	1,19	20:2 (n-9)	0,84	20:5 (n-3)	12,3 3	-	-
24	<i>NI</i>	0,12	20:4 (n-3)	3,54	-	-	-	-
25	<i>NI</i>	0,10	-	-	-	-	-	-
26	<i>NI</i>	1,65	-	-	-	-	-	-
27	19:1 (n-11)	0,03	-	-	-	-	-	-
28	<i>NI</i>	0,26	-	-	-	-	-	-
29	20:1 (n-9)	0,33	-	-	-	-	-	-
30	<i>NI</i>	0,09	-	-	-	-	-	-
31	<i>NI</i>	0,14	-	-	-	-	-	-

n° pic	F.MOH		F.SAL		F.SEL		F.TSE	
	AG	(%)	AG	%	AG	%	AG	%
32	NI	0,38	-	-	-	-	-	-
33	20 : 2 (n-9)	2,46	-	-	-	-	-	-
34	NI	0,10	-	-	-	-	-	-
35	20 : 3 (n-6)	0,03	-	-	-	-	-	-
36	20 : 4 (n-6)	2,05	-	-	-	-	-	-
37	20 : 3 (n-3)	4,87	-	-	-	-	-	-
38	20 : 4 (n-3)	0,88	-	-	-	-	-	-

Avec, F.MOH, F.SAL, F.SEL et F.TSE, les fruits récoltés respectivement à Mohoro, Salimani, Seléa et Tsémbéhou ; NI : non identifié ; i : iso ; MG : matière grasse ; % ; abondance relative des acides aminés

Tableau 4 : Composition qualitative et quantitative en aminoacides (en grammes), des farines de fruits de *Cycas*. Avec ⁽¹⁾AA : acide aminé, ⁽²⁾ Met Sulp : méthionine sulphox 1

AA ¹	Met sulp ²	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Val	Ala	Cys	Met	Pro
F. OIC	0,05	1,08	0,49	0,63	1,91	0,63	0,92	0,08	0,82	0,16	1,45
F.MBN	0,10	1,08	0,45	0,59	2,02	0,61	0,95	0,06	0,82	0,10	1,79
F.TSE	0,10	0,86	0,38	0,49	1,64	0,50	0,76	0,06	0,67	0,08	1,87
F.SAL	0,10	1,20	0,53	0,68	2,12	0,69	1,04	0,07	0,88	0,09	1,66
F.SEL	0,07	1,15	0,50	0,66	2,02	0,67	1,00	0,07	0,80	0,12	1,65
F.MOH	0,07	1,26	0,55	0,71	2,12	0,72	1,09	0,09	0,86	0,14	1,62
Moyen	0,07	1,10	0,48	0,62	1,97	0,64	0,96	0,07	0,81	0,11	1,67
AA	Ile	Leu	Tyr	Phe	Gaba	His	Ornitin	Lys	CINH ₄	Arg	
F. OIC	0,64	1,26	0,81	0,52	0,02	0,16	0,005	1,86	0,42	2,5	
F.MBN	0,675	1,28	0,69	0,36	0,025	0,21	0,02	2,03	0,46	2,7	
F.TSE	0,535	1,02	0,60	0,31	0,015	0,17	0,01	1,72	0,33	2,9	
F.SAL	0,695	1,40	0,84	0,56	0,02	0,22	0,02	2,20	0,46	2,5	
F.SEL	0,7	1,35	0,78	0,47	0,03	0,21	0,03	2,24	0,45	2,3	
F.MOH	0,74	1,45	0,84	0,53	0,02	0,22	0,01	2,23	0,49	1,7	
Moyen	0,66	1,29	0,76	0,46	0,02	0,20	0,02	2,04	0,43	2,44	

Avec ⁽¹⁾AA : acide aminé, ⁽²⁾ Met Sulp : méthionine sulphox 1

La comparaison de la qualité nutritionnelle de ces amandes avec d'autres ressources *amylacées* (Tableau 5), telles que la banane (*Musa* sp.), le manioc (*Manihot* *esculenta* crantz) et le fruit de l'arbre à pain (*Artocarpus* *communis* Forst) [21], qui sont largement utilisés dans l'alimentation de base des comoriens comme source glucidique a été effectuée. Ainsi, les farines de fruits de *Cycas* ont une teneur en amidon de 73% en base sèche, donc moins élevé que celle des bananes plantains (86%) mais avec des teneurs en sucres solubles (10%) et en protéines (5%) plus importantes que celles des bananes plantains (1,6% et 3% respectivement d'après Gibert et al. [22]). Les ions calcium et chlorure présentent

également une teneur supérieure dans les farines de *Cycas* que dans les bananes. Comparées aux racines de manioc [23], ces amandes présentent des teneurs en glucides totaux équivalentes à 89% de matière sèche. Toutefois, les teneurs en protéines, en potassium et phosphore sont plus importantes dans les amandes de *Cycas* que dans le manioc. Les fruits de l'arbre à pain présentent une plus faible teneur en éléments minéraux que les amandes de fruits de *Cycas* [24].

Ces résultats ont été également comparés à ceux des fruits de *Bactris gasipaes* ou « chontaduro » colombien (pejibaye en Anglais) qui est un fruit de faux palmier morphologiquement proche du fruit de *Cycas*. Les farines de *Cycas* présentent une teneur moyenne en amidon équivalente à celle des fruits de *Bactris gasipaes*, estimée dans l'intervalle de 67 à 71% bs [25], [26]. Il en est de même pour les teneurs en protéines et en éléments minéraux (**Tableau 5**). Des teneurs importantes en éléments chlore et phosphore ont été observées dans les amandes de *Cycas*, *a contrario* du Chontaduro pour lequel de fortes teneurs en potassium, sodium et calcium ont été rapportées [27].

Tableau 5 : Composition moyenne des farines de *Cycas* comparée à d'autres ressources amylacées. Avec (a) : g/100g ms et (b) : mg/100g ms

	Fruit de <i>Cycas</i>	Fruit arbre pain ^{1,2}	Bananes plantains ³	<i>Bactris gasipaes</i> ⁴	Manioc ⁵
Glucides totaux^a	89,6	93,5	-	-	94,4
Amidon^a	72,8	-	86,5±3.2	71,2	-
Sucres solubles^a	10,0	-	1,6±0,5		4,2
Lipides^a	2,4	0,6		11,4	0,7
Protéines^a	6,3	3,2	2,79±0.4	5,4	3,4
Cendres^a	1,7	1,2	2,7±0.4	1,8	1,5
Calcium^b	14,5	43,5	8,4	100,0	39,7
Chlore^b	144,4	<0,1		80,0	-
Cuivre^b	0,5	-	-	0,4	0,2
Fer^b	4,70	-	-	4,4	52,1
Sodium^b	4,4	17,5	4,0	30,0	34,4
Magnésium^b	63,6	48,7	90,7	60,0	52,1
Potassium^b	559,6	556,5	958,6	820,0	73,0
Phosphore^b	152,7	73,0	-	80,0	66,9
Zinc^b	1,2	0,3	-	1,0	0,8

⁽¹⁾[24] ; ⁽²⁾[21] ; ⁽³⁾[22] ; ⁽⁴⁾[26] et ⁽⁵⁾[23]

Malgré une variabilité de composition nutritionnelle, le fruit de *Cycas* peut être considéré comme une ressource énergétique au même titre que la banane plantain, le manioc et le chontaduro. Ces résultats ont permis de mettre en évidence que les *Ntsambu* peuvent être intégrés dans les habitudes alimentaires des comoriens au même titre que les bananes et le manioc. Les fruits de *Cycas* des Comores présentent des potentialités nutritionnelles importantes pour l'alimentation humaine. Ces fruits étant répandus sur l'ensemble des îles Comores, ils constituent un aliment potentiellement accessible à la population. L'introduction de ces fruits dans les habitudes alimentaires des comoriens aurait un double intérêt, économique et en terme de sécurité alimentaire pour le pays.

La vente des amandes séchées de ces fruits pourrait être une source de revenu non négligeable, génératrice d'emploi, comme cela a déjà été observé chez quelques femmes de l'île de Ngazidja. Le résultat du screening phytochimique réalisé sur les amandes de *Ntsambu* est présenté au **Tableau 6**. Un test positif (+) indique la présence de la molécule recherchée dans l'échantillon étudié et un test négatif (-) signifie l'absence de la molécule recherchée. Ainsi, les amandes et farine de fruits de *Cycas* contiennent des alcaloïdes, des triterpènes et des stérols insaturés. L'absence de familles chimiques telles que les tanins et flavonoïdes contribue à l'amélioration de la qualité nutritionnelle de ces amandes, sachant que certaines de ces molécules pourront jouer le rôle de facteur antinutritionnel dans les aliments. Par ailleurs, des hétérosides cyanogénétiques ont été mis en évidence dans les amandes fraîches. La présence de ces molécules induirait des actions antinutritionnelles. C'est le cas des glucosides cyanogénétiques, cités par Abdourahaman [8] qui seraient à l'origine de l'état d'ivresse après avoir consommé les amandes de ces fruits mal cuites et/ou non bien séchées

Tableau 6 : Criblage phytochimique des amandes fraîches et farine de fruits de *Cycas*. Avec + : test positif et - : test négatif

Famille chimique	test	Amandes fraîches	farine
Alcaloïdes	MAYER	+	+
	WAGNER	+	+
	DRAGENDORF	+	+
Flavonoïdes Leucoanthocyanes	WILSTATER	-	-
	BATE-SMITH	-	-
Tanins et Polyphénols	Gélatine 1%	-	-
	Gélatine salée	-	-
	Chlorure ferrique (FeCl ₃)	-	-
Saponines	Indice de mousse	-	-
Stéroïdes et Triterpènes	SALKOWSKI	+ (stérols insaturés)	+ (Stérols insaturés)
	LIEBERMANN BURCHARD	+ (triterpènes)	+ (triterpènes)
Hétérosides Cyanogénétiques	GRIGNARD	+	-

La valorisation des fruits de *Cycas* dans l'alimentation est de nature à garantir une gestion plus rationnelle et durable de la biodiversité végétale, comme le pratiquent plusieurs communautés africaines pour plusieurs autres ressources [28-29]. Ce qui permettra également aux populations comoriennes de consommer des « bio-aliments » en limitant ainsi l'usage de produits alimentaires industriels et les risques liés à la contamination de produits chimiques et assurer des ressources financières complémentaires aux populations locales.

4. Conclusion

Les *Cycas* sont d'une grande importance nutritionnelle potentielle pour les populations des Comores. La considération du *Cycas* comme plante alimentaire amyliacée est tout à fait adaptée et justifiée pour les consommateurs locaux et serait de nature à encourager les paysans à cultiver et entretenir d'avantage cette ressource inestimable. Les analyses nutritionnelles réalisées sur les farines des fruits de *Cycas* ont montré une diversité qualitative et quantitative en éléments nutritifs intéressants. Les amandes de fruits de *Cycas* présentent une haute valeur énergétique et peuvent être utilisées sous forme de farines pour produire une diversité de recettes telles que des bouillies et gâteaux. La détermination des qualités organoleptique et marchande est actuellement en cours afin d'apprécier la qualité alimentaire de ces amandes de fruits de *Cycas*. En guise de perspective, il convient de compléter ces travaux par l'étude des propriétés fonctionnelles des amidons de ces fruits pour mieux appréhender la diversité des formulations potentielles pour l'alimentation humaine.

Remerciements

Nos sincères reconnaissances s'adressent : À l'AUF (Agence Universitaire de la Francophonie) et au projet PER (Pôle d'Excellence Régionale) pour leur soutien financier dans cette étude, au CIRAD de Montpellier, particulièrement à l'équipe de l'UMR Qualisud et au Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée (BFA) de l'Université d'Antananarivo pour leur accueil chaleureux dans les laboratoires à l'Université des Comores pour la large disponibilité accordée afin de réaliser ces travaux.

Références

- [1] - K. Gunnar, D. H. Paul, M. P. Gregory. Cycads in the insular south-west pacific: dispersal or vicariance. *Journal of Biogeography* 35 (2008) 1004-1015.
- [2] - D K Hill and S L Yang. The genus *Cycas* (Cycadaceae) in Thailand. *Brettonia : the New York Botanical Garden Press* 51(1) (1999) 48-73.
- [3] - D K Hill, D W Stevenson and R Osborne. The world list of cycads (La lista mundial cicadas). *Memoirs of the New York Botanical Garden* 97(2007) 454-483.
- [4] - S. M. Chaw, T.W. Walters, C.C. Chang, HU SH and C. H.Chen. A phylogeny of cycads (cycadales) inferred from chloroplast matk gene, trnk intron and nuclear rDNA ITS region. *Molecular phylogenetics and Evolution* 37 (2005) 214-234.
- [5] - S G Janice, P.H.H. Johan. A red list account of Africa's cycads and implications of considering life-history and threats. *Biodiversity and conservation* 12 (2003) 507-528.
- [6] - S.R. Coussins, Vivienne L, Williams VL, Witkowski ATF. Quantifying the Trade in Cycads (Encephalartos Species) in the Traditional Medicine Markets of Johannesburg and Durban, South Africa. *Economic Botany*, XX(X)(2011) 1-15 (by the New York Botanical Garden Press, Bronx, NY104585126 U.S.A).
- [7] - CITES. Index(2003); disponible sur le site <http://www.cites.org/fra/index>, consulté le 06/10/2010.
- [8] - H. Abdourahaman. Produits Forestiers Non Ligneux aux Comores. Rapport CE-FAO (2000).
- [9] - D. H. Ken, Hiệp T N, Phan K L. The genus *Cycas* (Cycadaceae) in Vietnam. *The Botanical Review* 70 (2)(2004) 134-193.
- [10] - Ibni-El-Yachroutu B, Miriam B-M. Contribution à l'étude du sagoutier (utilité et mise en valeur). Mémoire de fin d'études en Sciences expérimentales. Ecole Nationale d'Enseignement Supérieur de Mvouni (Comores). Moroni(1992), 56p.

- [11] - J. L. Razanamparany, G. D. Ralaiarison, V. H. Jeannoda, M. O. Monneuse et C. M. Hladik. Potentialités alimentaires et nutritionnelles des ingnames malgaches. International Working Meeting Food Africa, Yaoundé – Camérout, 4-9 mai 2003, 30p.
- [12] - FAO. Amélioration et diversification du séchage solaire domestique des fruits, des légumes et des feuilles. Rome : FAO(1995), 40p.
- [13] - AFNOR. Contrôle de qualité des aliments: Méthodes d'analyses officielles, 1^{ère} ed. Paris : AFNOR (1989), 373p.
- [14] - C. Alais et G. Lindeng. Biochimie alimentaire, 2^{ème} Ed. Paris : Masson (1991), 245p.
- [15] - F. Mariotti , D. Tome and P. P. Mirand. Converting nitrogen into Protein-Beyond 6.25 and Jones' Fact *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48(2008) 177-184.
- [16] - J. Delort-Laval. Facteurs antinutritionnels. In Deymie B, Multon JL, Simon D. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires: analyse des constituants alimentaires. Paris: *Apria* 4(1981) 365-395.
- [17] - H. S. Fong, W A M. Tin, N. R. Farnsworth. Phytochemical screening review. Chicago : University of Illinois (1977) 73 -123.
- [18] - R. Guillemet et R. Jacquot. Essai de détermination de l'indigestible glucidique. *C. R. Acad. Sci.* 216 (1943) 508-510.
- [19] - J. Adrian, J. Potus, R. Frangne. La science alimentaire de A à Z, 2^{ème} éd. Paris: Lavoisier Tec et Doc (1995), 477p.
- [20] - Greenfeld and Saouthgate. Food composition data. New york : Chapman et Hall (1992), 263p.
- [21] - D. Ragone and C. G. Cavaletto. Sensory evaluation of fruit quality and nutritional composition of 20 breadfruit (*Artocarpus*, Moraceae) cultivars. *Economic Botany* 60(4)(2006) 335-346.
- [22] - O. Gibert, D. Dufour, A. Giraldo, T. Sanchez, M. Reynes, J-P. Pain, G. Alonso, A. Fernandez , and A. Diaz. Differentiation between Cooking Bananas and Dessert Bananas. 1. Morphological and Compositional Characterization of Cultivated Colombian Musaceae (*Musa* sp.) in Relation to Consumer Preferences. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(2009) 7857-7869.
- [23] - A. Julie, Montagnac, R. Christopher, Davis, and A. Sherry. Tanumihardjo Nutritional Value of Cassava for Use as a Staple Food and Recent Advances for Improvement. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 8(2009) 181-194.
- [24] - P. Leterme, B. Andrès, E. Fernando and M. L. Angela. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. *Food Chemistry* 95 (2006) 644-652.
- [25] - S. Graefe, D. Dufour, M. Van Zonneveld, F. Rodriguez, A. Gonzalez. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. *Biodiversity and conservation*, 22 (2) (2013) 269-300.
- [26] - P. Leterme, G. Maria-Fernanda, L. Angela-Maria, R. Miriam-Gisela, B. Andrès and S. Wolfgang-Bernhard. Chemical composition and nutritive value of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) in rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85(2005) 1505-1512.
- [27] - Escobar. Influence de l'opération de cuisson à l'eau sur les propriétés physico-chimiques et nutritionnelles du chontaduro Colombien (*Bactris gasipaes kunth*). *Rapport de Master* (2012), Spécialité : Valorisation agroalimentaire et en produits de santé des ressources tropicales et méditerranéennes.
- [28] - AFNOR. Corps gras, graines oléagineuses et produits dérivés, 5^{ème} éd. Paris : AFNOR (1993), 663p.
- [29] - M. François. Transformer les fruits tropicaux. Collection "Le point sur les technologies". Paris : GRET, WAGENINGEN (1983), 221 p.