

# Etude de quelques propriétés physico-chimiques des amidons de cinq (5) variétés de maniocs (Attiéké Mossi1, Attiéké Mossi2, Agbablé1, Kétévie et TA(8)) cultivées en Côte-d'Ivoire

SIDIBE D.<sup>1\*</sup>, SAKO A.<sup>2</sup>, AGBO N'ZI G.<sup>1</sup>

## RÉSUMÉ

La caractérisation des amidons de cinq (5) variétés de manioc cultivées en Côte d'Ivoire nous a amenée dans un premier temps au dosage des lipides, protéines, à la détermination de leurs teneurs en cendres, en glucides, en énergies calorifiques. Leurs gonflements, leurs solubilités, leurs rétrogradations et la détermination des tailles de leurs grains ont été les plus investigués. Ces études ont montrées une absence totale de protéine et de cendre. Les teneurs en lipides sont faibles, allant de 0,23 chez kétévie à 0,3 %chez Attiéké Mossi 2. Les énergies calorifiques quant à elles varient de 399 kcal/100g chez TA(8) à 401 kcal/100g chez attiéké Mossi2. Les plus grandes absorptions d'eau et solubilité en fonction de la température sont observées chez attiéké Mossi2. La rétrogradation est plus prononcée chez attiéké Mossi1 que tous les autres amidons étudiés. Pour les grains, les plus gros sont observés chez attiéké Mossi2 et les plus petits, chez TA(8).

**Mots-clés** : physico-chimique, caractérisation, amidons, manioc, Côte d'Ivoire

## ABSTRAT

The characterization of the starches of five (5) Varieties of cassava cultivated in Côte d'Ivoire brought us at first to the dosage in lipids, proteins; the determination of their contents in calorific energies, ashes, and glucids. Their swellings power, their solubilities, their retrogradations and the determination of their beans size have been the studied. The studies have showed a total absence of proteins and ashes in the starches studied. Contents in lipids are poor, going down from 0.23% in ketevie to 0.3% in Attiekie Mossi2. As for calorific energies, they vary from 399 Kcal/100g in TA(8) to 401Kcal/ 100g in attiekie Mossi2. The most important absorption of water and solubility according to the temperature are observed in attiekie Mossi2. The degradation is most pronounced in attiekie Mossi1 than all the other starches studied. As for the beans, the biggest ones are observed in attiekie Mossi2 and the smallest in TA(8).

**Key words** : physicochemical, characterization, starches, cassava, Côte d'Ivoire

## INTRODUCTION

L'amidon est la principale substance glucidique de réserve synthétisée par les végétaux supérieurs à partir de l'énergie solaire. Il représente une fraction pondérale importante dans un grand nombre de matières premières sèches agricoles telles que les céréales (30 à 80%), les légumineuses (25 à 80%) et les tubercules (60 à 90 %) (FAO, 1998). Ceux extraits des produits agricoles tropicaux (le manioc, le taro, la patate...) ont, pendant plusieurs siècles, servis d'aliments de base aux populations. En général, ceux-ci sont adaptés naturellement aux conditions agroclimatiques tropicales et poussent en abondance sans apport d'intrants artificiels ou presque.

Aujourd'hui, les utilisations alimentaires de l'amidon sont infinies (FAO, 1998). Ces nouvelles implications alimentaires permettent une variation de goûts et de mets. A cela il faut ajouter la longue conservation de l'amidon (6 mois au moins) par rapport aux produits agricoles dont il est dérivé (21 jours au maximum pour le manioc). Tous ces faits assurent une certaine sécurité alimentaire pour les populations concernées.

Le succès alimentaire de l'amidon limite sa contribution potentielle au développement agricole et

à la croissance économique car cela limite fortement son orientation vers l'industries non alimentaires malgré sa grande potentialité dans ce domaine (FAO,1998). L'amidon ne peut pourtant avoir toutes ces utilisations et donc induire un développement de ces que si des travaux de recherche à grande échelle sont effectués : la caractérisation des éléments fondamentaux (dimension des grains, amylose et amylopectine) et ensuite l'étude de la performance du produit qui dépend des caractéristiques fonctionnelles (FAO,1998). Ces caractéristiques dépendent, à leur tour, des propriétés physico-chimiques qui sont : viscosité, résistance au cisaillement, gélatinisation, texture, solubilité, pouvoir adhésif, stabilité du gel, gonflement au froid, rétention d'huile, opacité, couleur, rétrogradation etc. L'étude de ces différents facteurs est importante car à chacune d'elle correspond une utilisation spécifique. Or, seulement 12% du total des publications sur les propriétés physiques et chimiques des amidons concernent ceux des zones tropicales,

<sup>1</sup> UFR Bioscience, Université de COCODY Abidjan Côte d'Ivoire, 22 B.P. 582 Abidjan 22

\* Adresse pour correspondance : 22 B.P. 855 Abidjan 22, (225) 05 55 68 41  
E-mail : daoudas74@yahoo.fr

\* CNRA : Centre National de Recherche Agronomique  
<sup>2</sup> UFR SSMT, Université de COCODY, Abidjan, Côte d'Ivoire,  
22 B.P. 582 Abidjan 22  
Tel : (225) 22 44 04 12, Email : okasabouone@yahoo.fr

dont 5,68% pour l'amidon du manioc et cette proportion est à majorité faite par les chercheurs des pays développés (en dehors des zones tropicales) (FAO,1998).

En Côte d'Ivoire si des efforts ont été faits sur l'amidon de l'igname (Abi K., 1993), de la patate (Dadié A.T., 1993) et de la banane Plantin (Gnakri D.,1993) pratiquement rien n'a été fait sur celui du manioc. Pourtant, ce pays produit 1.630.000 tonnes de manioc en moyenne par an (Ministère de l'agriculture de Côte d'Ivoire., 2004). C'est au vu des grandes potentialités d'utilisation de l'amidon du manioc que nous nous intéressons à de nouvelles variétés pour recueillir d'autres informations scientifiques et technologiques susceptibles de renforcer l'utilisation de l'amidon des variétés de manioc choisies (cultivés en Côte d'Ivoire).

### I. MATERIEL ET METHODES

#### 1-1 Matériel végétal

La matière végétale utilisée dans cette étude est constituée de cinq variétés de manioc (manihot esculenta crantz) [attiéké Mossi 1, attiéké Mossi2, agbablé 1, kétévie et TA(8)]. Ces variétés ont été prélevées au siège du CNRA (\*) sur la route de Dabou. Côte d'Ivoire

#### 1-2 Méthodes

##### 1-2-1 Extraction des amidons

Les racines de manioc sont épluchées puis broyées à l'aide d'une broyeuse à Ellice puis délayé dans l'eau. Le lait obtenu est tamisé et le liquide obtenu est laissé décanter. Le culot est séparé du surnageant et lavé quatre fois. Le dépôt obtenu est essoré puis étalé sur un plateau et mis à sécher à 45°C pendant 72 à l'étuve pour éviter le brunissement.

Le produit obtenu est broyé pour avoir la poudre d'amidon (Amani N.G.; Aboua F.; Gnakri D. et Kamenan A., 1993).

##### 1-2-2 Composition chimique de l'amidon

L'humidité est étudiée en mettant 5 g de chaque amidon à l'étuve à 85°C jusqu'à la stabilisation de leurs masses. Les masses obtenues après cette opération, soustraites des initiales (5g) donne la teneur en eau (AOAC ; 1975).

On a  $\% H = [(M1-M2) / M1] \times 100$ .

**M1** : masse initiale d'amidon utilisée

**M2** : masse stable

**% H** : pourcentage d'humidité

La teneur en protéine a été déterminée à partir de l'azote total (N x 6.25) obtenu par la méthode de Kjeldhal (AOAC ; 1975).

Les lipides sont déterminés au soxhlet (AOAC ; 1975) par extraction à l'hexane pendant 6 heures et les cendres par incinération au four à moufle électrique à (525± 25) °C pendant 24 heures. Les teneurs en glucide sont déterminées par le calcul différentiel entre la masse de l'amidon utilisée et celle des éléments non-glucidiques qu'ils contiennent. Les énergies calorifiques (Ec) sont déterminées par l'application des coefficients d'ATWATER (Atwater W. ; Rosa E.A.,1899) -1 g de glucide ou de protéine fournit 4 Kilocalories pendant qu'un g de lipide fournit 9 Kilocalories.

L'expression de la valeur énergétique pour 100g d'amidon est donnée par l'équation :

$Ec = (4x (\% \text{ glucide})) + (9x (\% \text{ lipide})) + (4x (\% \text{ protéine}))$

##### 1-2-3 Pouvoir de gonflement et de solubilité

Le pouvoir de gonflement et de solubilité de l'amidon dans l'eau sont déterminés en fonction de la température (Leach H. W.; MC Cowen L. D. et Schoch J. J., 1959). On prépare une solution d'amidon à 1% (P/V) qu'on met au Bain-marie à différentes températures allant de 60 à 90°C avec des intervalles de 5°C. Le mélange est mis sous agitation maximale pendant 30 minutes, puis centrifugé à 5000 tr/min pendant 15 minutes. Le gonflement est estimé par la quantité d'eau retenue par l'échantillon en faisant la matière sèche sur le culot (2 heures à 130°C). La solubilité est déterminée par le dosage de la quantité de sucre solubilisée dans le surnageant.

##### 1-2-4 Etude de la rétrogradation

Cette étude est faite par le suivi de la synérèse et de la clarté des gels d'amidon sur une période de 28 jours. La synérèse est exprimée par la proportion (%) d'eau surnageant après centrifugation du gel (4%) p/p selon la formule :

Synérèse =  $\text{Liquide séparé (g)} \times 100 / \text{Masse de gel (g)}$  (35) (Zheng G.H. et Sosulski F.W., 1998). La clarté quant à elle consiste à lire à 650nm, la densité optique des gels (1% p/p) d'amidon exprimée en transmittance (%T) contre un blanc représenté par l'eau distillé (Craig S.A.S.; Maningat C.C.; Seib P.A. et Hosney R.C.,1989).

##### 1-2-5 Observation et Détermination de la taille des grains des amidons

Une pincée de chaque poudre est montée entre lame et lamelle puis une goutte d'huile de cèdre est ajoutée pour une clarté microscopique. L'observation microscopique est faite à un grossissement adéquat(x 400) avec un microscope de marque CETI, piloté par ordinateur via le logiciel KAPPA qui permet des

prises d'images qui sont enregistrées. Sur les photos enregistrées, le même logiciel permet de mesurer les tailles des grains d'amidon. Nous avons ainsi déterminé la taille de 1000 grains de chaque variété des amidons étudiés.

**1-2-6 Méthodes statistiques**

**1-2-6-1 Test de précision**

Il consiste à déterminer un intervalle de confiance. L'estimation d'un paramètre  $\theta$  associé à un échantillon aléatoire donne un intervalle ( $\theta_{inf} - \theta_{sup}$ ) qui recouvre  $\theta$  avec une probabilité égale à  $1-\alpha$ , c'est-à-dire un intervalle de confiance au risque  $\alpha$ ,

$1-\alpha = \beta$  est la confiance (Diaine C.,1993).

**1-2-6-2 Comparaison des moyennes**

Pour la comparaison des moyennes, nous avons utilisé le test statistique de comparaison des moyennes de Diaine (Diaine C.,1993).

**II. RESULTATS ET DISCUSSIONS**

**2-1 Composition chimique des amidons extraits**

Le tableau I résume les études chimiques effectuées sur nos différents amidons.

**Tableau I :** Résumé des études chimiques des différents types d'amidons étudiés

	Attiéké Mossi 1	Attiéké Mossi 2	Agbablé 1	kétévie	TA (8)
Lipides (%)	0,28a	0,3a	0,25a	0,23a	0,25a
Protéines (%)	0	0	0	0	0
Cendre (%)	0	0	0	0	0
Energie calorifique Kcal/100g	392,60a	401,42a	393,05a	392,15a	399,45a
Humidité des amidons (%)	2,20a	0,8a	2,05a	2,25a	0,72a
Glucides totaux (%)	97,52a	99,68a	97,7a	97,52a	99,3a

NB : Les résultats sont les moyennes de trois répétitions et ceux ayant les mêmes lettres sur la même ligne ne sont pas statistiquement différents au risque de 0.05.

Les différentes concentrations en lipides de nos amidons sont sensiblement égales et comprises entre 0,2 et 0,3% de la masse d'amidon utilisée. Ces valeurs sont extrêmement supérieures à celles d'autres variétés de manioc (Kouakou K.M.,2004), sensiblement supérieures à celle du gingembre (0,12%) (Amani N.G.; Tetchi F.A. et Aïssatou C., 2004). Il n'y a pas de différence significative entre les amidons quant à leur concentration en lipides au risque de 0,05.

Après plusieurs dosages, aucune trace de protéine n'a été détectée dans les différents échantillons de nos différentes variétés. Ces résultats concordent avec la faible teneur en protéines du manioc (2,8%) (Gohl B., 1982 ) dont la totalité est entraînée par l'eau de lavage dans notre cas. Des travaux effectués sur d'autres variétés de manioc révèlent : 0,03% pour le Bonoua 2 ; 0,065 % pour le Bonoua akpessé et 0,094 % pour le 524(Kouakou K.M.,2004). Concernant les amidons d'autres origines botaniques, le gingembre (0,18%) (Gohl B., 1982 ) ; le florido (0,19%) et le kponan (0,15%) qui sont deux variétés d'igname (Alain B.; Amani N.G.; Colonna P. et Kamenan A., 2004 ).

Les proportions en glucides de nos différentes variétés varient entre 97,52 % (Attiéké Mossi1) et 99,7% (Agbablé 1). Ces valeurs sont équivalentes à celle du gingembre (Amani N.G.; Tetchi F.A. et Aïssatou C., 2004 ).

**2-2 Etude du Gonflement**

L'absorption d'eau se manifeste par une augmentation des volumes des grains jusqu'à leur éclatement. Ainsi, l'observation au microscope de l'amidon chauffé pendant 10 minutes à 70°C présente un mélange de structure amorphe (résultant des grains déjà éclatés), de grains gonflés et de grains intègres.

Pendant qu'à 80°C la structure amorphe et des grains gonflés prêts à s'éclater. En fin, à (85°C) il n'y a que la structure amorphe qui est le gel d'amidon, qu'on observe. Ces résultats indiquent une augmentation plus ou moins graduelle du gonflement de ces amidons au fur et à mesure de l'élévation de la température. Cette situation est conforme aux observations faites sur les amidons de certaines variétés de manioc du Venezuela (Elevina P. et Zurina G.P.,1997) et contraire aux résultats du gingembre (Amani N.G.; Tetchi F.A. et Aïssatou C., 2004 ).

On constate à 60°C la plus petite absorption chez Attiéké Mossi1 (0,73g/g) et cette valeur évolue jusqu'à 24,8g/g à 95°C. Aussi à 60°C, le plus grand gonflement est observé chez agbablé1 (1,85g/g) et évolue ensuite jusqu'à 21,73g/g à 95°C.

Nos résultats confirment ceux effectués sur les amidons d'autres variétés de manioc (23g/g) (Ramirez M., 1997).

A 95°C, le gonflement de Bonoua 2 (25g/g) est sensiblement équivalent à ceux de certains de nos variétés alors que ceux de Bonoua akpessé et 524 sont nettement supérieurs (respectivement 45 et 41g/g) (Kouakou K.M., 2004).

Comparativement aux amidons d'autres origines botaniques, ces résultats sont similaires à ceux du gingembre (18g/g à 95°C) (Amani N.G.; Tetchi F.A. et Aïssatou C., 2004), de l'amidon réticulé du maïs (Hur J. et Sung-kon K., 1984). par contre inférieurs à ceux du taro (40g/g à 95°C) (Abi K., 1993) et de la banane Plantin (36g/g à 95°C) (Gnakri D., 1993).

Il n'y a pas de différence significative entre les amidons au risque de 0,05.

### **2-3 Etude de la solubilité dans l'eau des amidons**

Tous les amidons étudiés présentent des solubilités faibles de 60 à 75°C; température à partir de laquelle, elles connaissent un saut important. Ce constat est similaire à ceux observés pour différentes variétés d'amidons dont celui du gingembre (Amani N.G.; Tetchi F.A. et Aïssatou C., 2004). Les premières parties des courbes, indiquent les faibles solubilités (elles correspondent à la période des grains intègres dans la solution), et les deuxièmes parties, illustrent les fortes solubilités (correspondent à la période des grains endommagés libérant l'amylose qui est une structure très vulnérable à la chaleur, d'où la forte hydrolyse).

Les résultats indiquent que les amidons étudiés ont des solubilités plus élevées que celles du gingembre (Amani N.G.; Tetchi F.A. et Aïssatou C., 2004).

L'évolution de la solubilité en fonction du gonflement est un graphe sigmoïde dont la première partie latente indique la faible solubilité due au faible gonflement et la deuxième partie croissante correspond à l'éclatement des grains et donc la libération de l'amylose d'où la forte solubilisation. La dernière partie non évolutive indique la fin de la solubilisation de l'amylose.

Il n'y a pas de différence significative entre les amidons au risque de 0,05.

### **2-4 Etude de la rétrogradation des amidons**

#### **2-4-1 Etude de la clarté des amidons**

On observe une baisse régulière de l'éclat de tous les amidons avec le temps.

A J0, l'amidon ayant le plus grand éclat, est celui de l'attiéké Mossi2 (72%T) pendant que Kétévie a le plus petit éclat (50,3%T).

A J4, celui de l'attiéké Mossi 2 a toujours le plus grand éclat (40,13%T) et c'est agbablé1 qui a le plus petit éclat (32,53%T). Les amidons des maniocs étudiés ici ont des éclats supérieurs à celui du gingembre (Amani N.G.; Tetchi F.A. et Aïssatou C., 2004).

Il n'y a pas de différence significative entre les amidons au risque de 0,05.

#### **2-4-2 Etude de la Synérèse des amidons**

Dans tous les cas, on constate une augmentation légère mais graduelle de la quantité d'eau libérée avec le temps.

Les plus grandes valeurs sont observées chez Attiéké Mossi 1 avec 47,4% à J0 et croît jusqu'à 59% à J2 où elles stabilisent avant de progresser ensuite pour atteindre 67% à J4.

Les plus petites valeurs, quant à elles, sont notées chez Agbablé 1 avec 15% à J0 et croît jusqu'à 27% à J2 où elles se stabilisent avant d'atteindre 50% à J4.

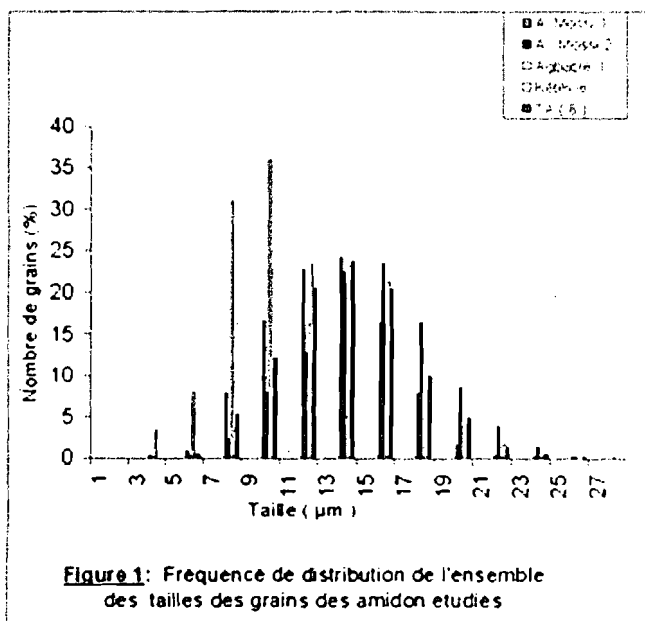
L'amidon du gingembre libère la même quantité d'eau que celui de l'Attieké Mossi2, que celui de l'attiéké Mossi 2 libère plus, pendant que ceux de Kétévie et TA( 8 ) libèrent moins (Amani N.G.; Tetchi F.A. et Aïssatou C., 2004).

Il n'y a pas de différence significative entre les amidons au risque de 0,05.

### **2-5 Morphologie des grains**

L'histogramme de la figure 1 présente les distributions des grains par rapport à leurs tailles. Dans le cas de l'Attieké Mossi1, la plus petite taille est 4,36µm et la plus grande est 24,4µm avec une moyenne de 11,32µm.

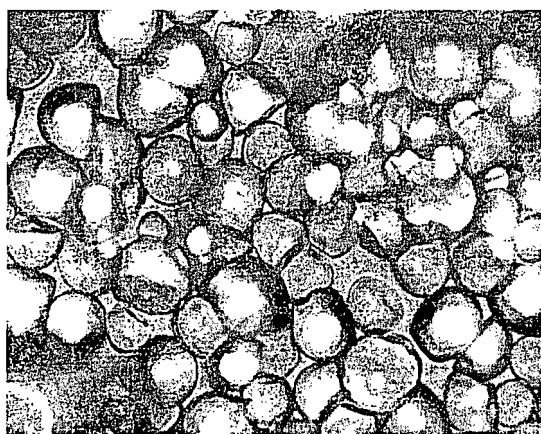
Les tailles des grains de l'Attieké Mossi2 varient de 4,33µm à 26,47µm en passant par une moyenne de 13,54µm.



Au niveau d'Agboblé1, les tailles vont de 2,46µm à 13,42µm avec une moyenne de 7,55µm. Quant à Kétévie, les statistiques varient de 4,48µm à 22,25µm et une moyenne de 12,12µm.

Concernant enfin TA (8), les valeurs évoluent de 2,17µm à 24,3µm avec pour moyenne, 12,20µm.

Les grains de nos amidons sont majoritairement sphériques et seulement une petite minorité est ovoïde comme le montre la photo 1.



**Photo 1 :** grains d'Attiéké Mossi 2 (Grossissement x 400)

Dans notre cas, le processus technologique notamment le broyage après séchage des amidons, a induit la brisure de certains grains.

La variété ayant les plus gros grains est l'Attiéké Mossi2 (26,4µm) suivie de l'Attiéké Mossi1 (24,44µm) pendant que les plus petits grains sont notés chez TA (8) (2,17µm).

Les tailles des grains de nos amidons sont conformes à ceux de Bonoua2 (2 à 25µm) alors que ceux de Bonoua Akpessé (5 à 45µm) et 524 (1 à 41µm) sont plus grands (Kouakou K.M.,2004).

Les grains de nos amidons ont des tailles nettement supérieures à celles du riz (3 à 8µm), du pois lisse (5 à 10µm) et nettement inférieures à celles de l'igname (1 à 70µm) (Duprat F.; Gallant D.; Guilbot A.; Mercier C. et Robin J.P., 1980)

Il n'y a pas de différence significative entre les amidons au risque de 0,05.

Les amidons étudiés, de par leurs tailles sont adéquats à l'apprêt du textile et à la fabrication des colles (FAO,1998).

### CONCLUSION ET PERSPECTIVES

De l'étude des propriétés physico-chimiques de nos amidons, il ressort une absence totale de protéines, un gonflement moyen et une grande solubilité. Il apparaît aussi une rétrogradation lente à travers de grandes clartés plus ou moins persistantes et une synérèse lente. L'étude granulométrique atteste dans tous les cas, la présence de grains de tailles moyennes et de formes rondes.

La comparaison des moyennes montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les amidons étudiés et ce, concernant toutes les propriétés abordées dans ce travail.

Il est nécessaire de réaliser d'autres études intéressantes notamment :

- l'étude de la viscosité en fonction de la température ;
- la détermination du rapport amylose/amylopectine ;
- analyse de la sensibilité enzymatique pour apprécier la digestibilité de ces amidons ;
- détermination de la température de gélatinisation des amidons par analyse enthalpique différentielle.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1. ABI K. ; 1993** : Propriétés physico-chimiques, nutritionnelles et fermentescibles de cocoassié (*dioscoréa cayenensis*) DEA Université de Côte d'Ivoire.
- 2. ALAIN B., AMANI N.G., COLONNA P. et KAMENAN A. ; 2004** : variability in physicochemical and functional properties of yam cultivated in Ivory Coast. *Journal of the science of Food and Agriculture*. 20,88.
- 3. AMANIN.G.; ABOUA F.; GNAKRID. et; KAMENAN A. ;1993** : étude des propriétés physico-chimiques de l'amidon de Taro (*xanthosoma sagittifolium*). IAA. P3,136 et 143.
- 4. AMANI N.G., TETCHI F.A., et AÏSSATOU C. ; 2004** : Propriétés physico-chimiques de l'amidon de gingembre de Côte d'Ivoire, UAA. Abidjan. *TROPICULTURA* , 2004, 22,2, 77-83.
- 5. AOAC ; 1975** : Official methods of analysis association of agricultural chemistry, Washington D.C.
- 6. ATWATER W., ROSA E.A. ;1899** : New Respiratory calorimeter and experiments on the conservation of the energy in human body II. *Physical Rev.*, 9 214-251.
- 7. CRAIG S.A.S., MANINGAT C.C., SEIB P. A. et HOSENEY R. C. ; 1989** : Starch paste clarity. *cereal chem.* 66,173-182.
- 8. DADIÉ A.T. ; 1993** : Etude de quelques propriétés physico-chimiques de l'amidon et de la farine de patate douce (*ipomea batatas*) DEA. Université nationale de Côte d'Ivoire.
- 9. DIAINE C. ; 1993** : Cours et exercices de statistiques et d'analyses. Département Physique Biophysique Mathématique et Statistique , Univ. Nation . de côte d'Ivoire , Imprimerie IPNETP.
- 10. DUPRAT F., GALLANT D., GUILBOT A., MERCIER C. et ROBIN J. P. ; 1980** : Les polymères des végétaux . Ed. B. Monties, Gauthier-Villars, 176-231.
- 11. ELEVINA P. et ZURINA G.P. ; 1997** : Fonctionnal properties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Starch modified by physical methods. *Starch/stärke* 49 (1997) Nr. 2. S. 49-53 VCH verlagsgesellschaft mbH, d-69451 Weinheim, 1997 FAO ; 1998, Archives (amidon).
- 12. GNAKRI D. ;1993** : Valorisation du fruit de Plantain (*Musa sp*). 1- caractérisation physico-chimiques de l'amidon. 2- étude nutritionnelle, métabolique et physiologique des aliments dérivés : Foutou et Foutou. Thèse de doctorat d'état ès sciences naturelles (option biochimie-nutrition) ; Université Nationale de Côte d'Ivoire.
- 13. GOHL B. ; 1982** : Les aliments du bétail sous tropique. Collection FAO. P12, ONU, Rome.
- 14. HUR J. et SUNG-KON K. ; 1984** : Comparison of some physico-chemical properties of ginger root and cross-linked corn starch. *Korean J. food. Sci. technology* p 16, 2 ,201-205.
- 15. KOUAKOU K.M. ; 2004** : Etude des propriétés physico-chimiques des amidons de Bonoua 2, Bonoua akpessé et du 524. DEA. UAA. Abidjan. Côte d'Ivoire.
- 16. LEACH H. W. ; MC COWEN L.D. et SCHOCH J.J. ; 1959** : Structure of the starch granule swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal chem.* 36, 534-544
- 17. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE CÔTE D'IVOIRE ; 2004** : Annuaire des statistiques de l'agriculture édition février 2004. 8è étage Caisse stab.
- 18. RAMIREZ M. ; 1997** : Caractérisation des propriétés physico-chimiques et fonctionnelles d'amidons de tubercules et de racines tropicaux. CIRAD-CA-T/ CER 97/4. Université Montpellier II. France.
- 19. ZHENG G.H. et SOSULSKI F.W. ; 1998** : Determination of water separation from cooket starche and flour paste after refrigeration and freeze-thaw. *Journal of food science* 1, 63, 134-139.

