

Facteurs de variation de la qualité des farines de manioc fabriquées traditionnellement au Congo

*Variation factors in the quality of cassava flours produced
at the village level in the Congo*

S. TRECHE*, **R. TCHILOEMBA-POBA***, **G. GALLON****,
J. MASSAMBA***

**Laboratoire d'Etudes sur la Nutrition et l'Alimentation (UR44),
Centre DGRST-ORSTOM, Brazzaville (Congo).*

*** Laboratoire de Nutrition Tropicale (UR44), Centre ORSTOM,
Montpellier (France).*

****Laboratoire d'Etudes sur la Physiologie, l'Alimentation et la Nutrition,
Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, Brazzaville (Congo).*

– Résumé –

L'objectif de ce travail a été de rechercher les facteurs susceptibles d'influer sur la qualité des farines de manioc préparées au Congo. Pour cela 276 échantillons de farines ont été prélevés au cours d'une enquête réalisée en 1989 en zones rurales congolaises. Pour chaque farine, des informations ont été recueillies aux niveaux des pratiques culturelles et des modalités de rouissage, de séchage et de broyage. Ramenées au laboratoire, les farines ont fait l'objet de déterminations de pH, d'acidité totale et de teneurs en matière sèche, protéines, fibres, cendres et cyanures totaux.

Le pH et l'acidité totale des farines étaient en moyenne de 6,37 et de 3,6 mmole/100 gMS. La teneur moyenne en matière sèche était de 84,2 g/100 g de farine, celles en protéines, fibres et cendres, respectivement de 1,03 g/100 gMS, 2,1 g/100 gMS et 1,1 g/100 gMS. La teneur moyenne en cyanures totaux était de 8,9 ppm avec seulement 4 % de farines contenant plus de 20 ppm.

Les principaux facteurs de variation identifiés ont été la zone écologique d'origine, l'ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage, la nature du milieu de rouissage et la durée de séchage.

En général, les teneurs résiduelles en cyanures totaux sont faibles ce qui témoigne de l'efficacité des rouissages et explique la faible prévalence au Congo des maladies liées à la consommation de produits dérivés du manioc mal transformés. En revanche, l'humidité résiduelle des farines est relativement élevée et peut être reliée au mauvais état apparent de conservation de certaines d'entre elles.

- Abstract -

Cassava flours used mostly in the preparation of *fufu* are produced, in more or less important quantities, in all rural areas of the Congo. The production methods vary at the level of the characteristics of the roots used (variety, age), the retting unit operation and the peeling and milling techniques. In order to identify the factors susceptible to influence the quality of these flours, samples were taken with reference to their production methods and some qualitative parameters were determined in the laboratory.

Samples were drawn during a survey carried out in 1989 on women who usually prepare food in 1 200 representative Congolese rural households. 272 flours, for which their methods of production had been described by questionnaire, were collected. Brought to the laboratory, the pH, total titratable acidity, moisture, total cyanogens, crude protein, fibre (Acid Detergent Fibre) and ash contents were determined.

The mean pH and total titratable acidity of the flours was 6.37 and 3.6 mmole 100 g⁻¹ (on dry weight basis), respectively. Mean dry matter content of the flours was 84.2 g 100 g⁻¹ and those of crude protein, fibres and ash were respectively, 1.02, 2.1 and 1.1 g 100 g⁻¹. The mean total cyanogen content was 8.9 ppm with only 4 % flours with a total cyanogen level over 20 ppm.

The main factors of variation identified were the ecological zone, the order in which peeling and retting were done and the drying period.

In general, the residual levels in total cyanogens was low which indicated the effectiveness of retting techniques and explains the low incidence in the Congo of diseases linked to the consumption of insufficiently processed cassava products. On the other hand, the residual moisture content of the flours was relatively high and may be linked to the poor conditions of some of the flours.

Introduction

Au Congo, les farines de manioc qui, consommées sous forme de fougou, constituent l'aliment de base le plus répandu dans les villes (Massamba et Trèche, 1995) sont essentiellement produites en zones rurales (Ikama et Trèche, 1995). Les modes de transformation des racines en farines varient essentiellement au niveau des techniques utilisées pour le rouissage, le séchage et le broyage (Trèche et Massamba, 1995).

Dans le but d'établir si les techniques utilisées aux différentes étapes de la transformation ainsi que différents autres facteurs (caractéristiques écologiques des zones de production ; âge des racines ; durée de stockage des farines) pouvaient influencer sur la qualité des farines, nous avons recherché pour chaque facteur de variation s'il existait, pour plusieurs de leurs caractéristiques chimiques, des différences significatives entre valeurs correspondant à différents niveaux ou modalités. Les caractéristiques chimiques prises en considération sont : la teneur en matière sèche qui est un bon indicateur de l'aptitude des farines à la conservation ; la teneur en protéines brutes en raison de son intérêt nutritionnel ; la teneur en fibres qui indique l'importance apportée aux opérations de défibrage ; la teneur en cendres qui permet d'estimer le degré de contamination de la farine par de la terre ; la teneur en composés cyanés qui permet d'identifier les farines pour lesquelles les techniques utilisées n'ont pas permis de réduire suffisamment les teneurs en composés potentiellement toxiques ; l'acidité et le pH qui témoignent de l'intensité de la phase de fermentation. Les échantillons de farines ont été recueillis au cours de l'enquête nationale sur les modalités d'utilisation du manioc effectuée en zones rurales congolaises en 1989.

Matériels et méthodes

1. Prélèvement des échantillons de farines

Les farines ont été recueillies au cours d'une enquête par questionnaire réalisée à domicile en 1989 auprès d'un échantillon de femmes préparant habituellement la nourriture dans 1 200 ménages représentatifs des ménages des zones rurales du pays (ensemble du pays à l'exception des villes de Brazzaville, Pointe-Noire, Dolisie, Nkayi) (Massamba et Trèche, 1995).

Dans chacune des 75 localités visitées, des prélèvements ont été effectués dans ceux des 16 ménages enquêtés dans lesquels était disponible de la farine préparée par un des membres de famille. Toutefois le nombre d'échantillons de farines a été limité à 6 lorsque, dans une localité donnée, plus de 6 ménages possédait de la farine au moment de l'enquête ; dans ce cas, les 6 ménages ont été

tirés au sort. Selon la fréquence de ce mode de transformation dans la localité considérée (Trèche et Massamba, 1991), le nombre de farine prélevé par localité a varié entre 0 et 6. Au total 276 échantillons ont été récupérés.

Pour chaque échantillon prélevé, un questionnaire a été rempli ; les informations utilisées pour cet article concernent :

- deux facteurs environnementaux : la zone écologique en distinguant les zones de forêt dense, de forêt clairsemée, de savane arbustive et de savane herbacée ; la taille de l'agglomération en distinguant les villages (< 3000 habitants) et les centres secondaires ;
- la durée du cycle végétatif (plus ou moins de 12 mois) ;
- les modalités de rouissage : moment de réalisation de l'épluchage (avant, après ou pendant le rouissage) ; milieu de rouissage utilisé (rivière, étang, eaux contenues dans des récipients) ; exposition du lieu de rouissage (à l'ombre ou au soleil) ; durée de rouissage ;
- les modalités de séchage : forme sous laquelle les racines sont mises à sécher (cossettes ou miettes) ; disposition des racines (sur le sol, en hauteur) ; nature du support (tôle, matériel végétal, natte en plastique) ; durée de séchage ;
- modalités de broyage et de tamisage (passage dans un moulin ; pilonnage et tamisage manuel ; écrasement à l'aide d'une meule sur un plateau en bois suivi d'un tamisage manuel) ;
- durée de conservation de la farine.

2. Analyses chimiques

La détermination de la composition chimique des 276 farines a été réalisée selon les méthodes suivantes :

- la matière sèche par dessiccation à l'étude à 105 °C pendant 48 heures ;
- les protéines brutes par la méthode Kjeldahl ($N \times 6,25$) ;
- les cendres par incinération au four à 540°C ;
- les fibres (cellulose + lignine) par la méthode au détergent acide de Van Soest (1963) ;
- les composés cyanés totaux par la méthode de Cooke (1979) ;
- le pH et acidité totale par mesure au pHmètre et titrimétrie effectuées en double sur une solution obtenue après filtration d'une suspension de 10 g de farine dans un volume final de 100 ml.

3. Traitement des données

Les données d'enquête et les résultats des analyses ont été saisis sous Dbase III et traités à l'aide du logiciel BMDP (1984). Les analyses statistiques ont consisté à :

- tester la normalité des distributions des différents teneurs étudiées par le test W (Shapiro et Wilk, 1965) ;
- évaluer l'effet des différents facteurs pris en compte sur chacune des teneurs étudiées en comparant deux à deux par le test non paramétrique de Mann-Whitney les valeurs correspondant, pour un même facteur, à différents niveaux ou traitements ;
- évaluer l'effet des différents facteurs pris en compte sur l'ensemble des teneurs étudiées en testant par le test T de Hotelling le niveau de signification de la différence entre regroupements de farines considérés deux par deux.

Résultats

1. Caractéristiques générales des farines

Les distributions des teneurs mesurées ne suivent pas la loi normale (figure 1). Celles de la matière sèche et des fibres sont très regroupées, respectivement, autour de 84 g/100 g de farine et 2,0 g/100 gMS alors que celles en protéines brutes et en cendres sont beaucoup plus dispersées. La teneur en composés cyanés totaux et l'acidité totale ont des distributions très asymétriques qui témoignent du fait que, pour un certain nombre de farines, les mécanismes biochimiques mis en jeu ne se sont pas déroulés de la même manière que pour la grande majorité des autres farines. En particulier, pour les 10 farines sur 257 (soit 3,9 %) qui ont des teneurs résiduelles en composés cyanés supérieures à 20 mg/kgMS, il semblerait que les réactions conduisant à la réduction de leurs teneurs aient été incomplètes.

2. Mise en évidence des facteurs influant significativement sur la qualité des farines

Les niveaux de signification des effets des différents facteurs de variation pris en compte sur les teneurs en matière sèche, protéines brutes, fibres, cendres et composés cyanés et sur l'acidité totale et le pH des farines ainsi que ceux des comparaisons portant sur l'ensemble des paramètres sont donnés dans le tableau 1. Les facteurs les plus influents sont :

- la zone écologique qui influe sur l'acidité totale et sur les teneurs en protéines brutes et en cendres ;
- l'ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage qui influe sur l'ensemble des paramètres étudiés à l'exception de la teneur en fibres ;
- la nature du milieu de rouissage qui fait varier les différentes teneurs mais n'influe pas sur l'acidité totale et sur le pH ;
- la durée de séchage qui a un effet significatif sur les teneurs en protéines brutes, l'acidité totale et le pH.

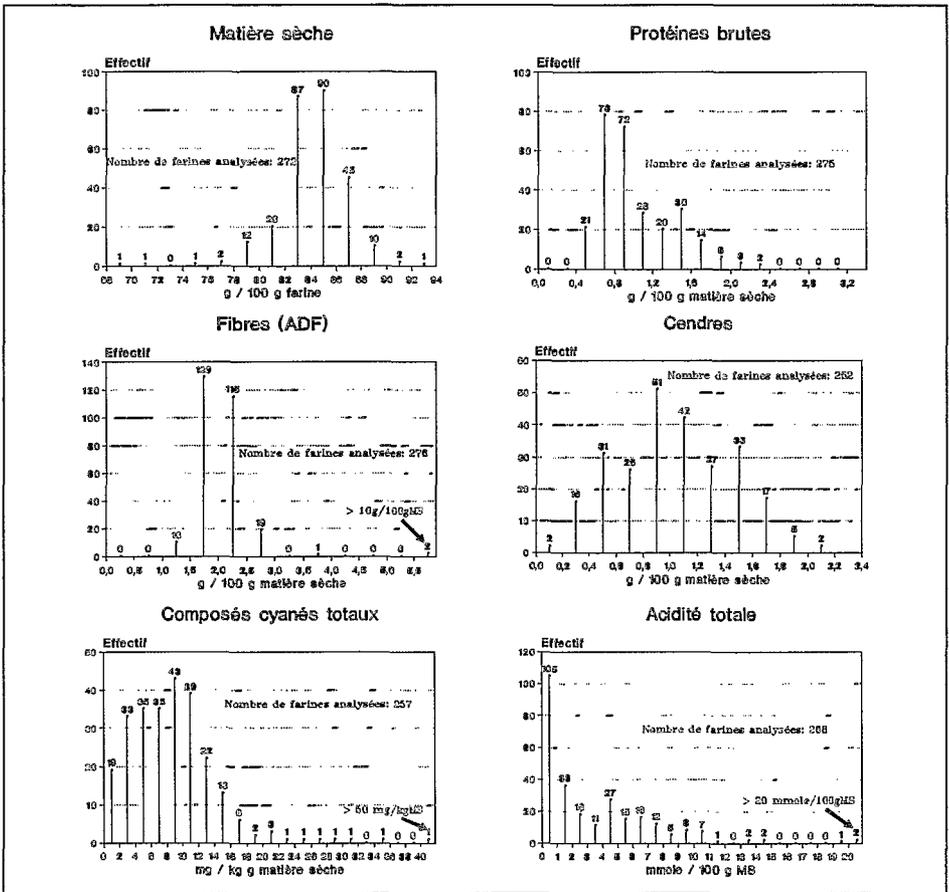


Figure 1

Distribution des teneurs mesurées dans les farines

D'autres facteurs, en particulier la durée de rouissage, la forme sous laquelle les racines sont mises à sécher et les modalités de broyage, influent sur un nombre limité de variables tandis que certains facteurs (durée du cycle végétatif ; disposition des racines et nature du support au moment du séchage ; durée de conservation des farines) n'ont que très peu, ou pas, d'effet.

Si l'on considère les effets sur l'ensemble des paramètres chimiques étudiés, les niveaux de signification des tests T de Hotelling montrent que ce sont les modalités de rouissage et la durée de séchage qui ont le plus d'effet.

Ce sont les teneurs en matière sèche et en protéines brutes qui sont les plus sensibles aux différents facteurs de variation. On constate qu'aucun des facteurs étudiés n'a d'effet sur la teneur en fibres et que seul l'ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage et la nature du milieu utilisé influent significativement sur les teneurs en composés cyanés.

Tableau 1

Identification des facteurs de variation influant sur la qualité des farines de manioc (le niveau de signification de l'effet de chaque facteur est obtenu en comparant deux à deux pour les différentes modalités de ce facteur, d'une part, les valeurs obtenues pour chacune des variables considérées individuellement à l'aide du test non paramétrique de Mann-Whitney et, d'autre part, les valeurs obtenues pour l'ensemble des variables à l'aide du test de Hotelling).

Facteurs de variation environnementaux	Teneur en :							
	MS (1)	Pb (2)	Fb (3)	Cen (4)	CT (5)	AT (6)	pH	Ens. (7)
- Zone écologique	ns	5 %	ns	5 %	ns	5 %	ns	5 %
- Taille agglomération	ns	ns	ns	1 %	ns	ns	ns	ns
Durée du cycle végétatif	ns	5 %	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Modalités de rouissage								
- Moment de l'épluchage	1 %	5 %	ns	1 %	5 %	1 %	1 %	1 %
- Milieu utilisé	5 %	5 %	ns	1 %	1 %	ns	ns	1 %
- Exposition du lieu	1 %	ns	ns	ns	ns	ns	ns	5 %
- Durée	5 %	5 %	ns	ns	ns	ns	ns	5 %
Modalités de séchage								
- Forme	5 %	1 %	ns	ns	ns	ns	ns	5 %
- Disposition	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
- Nature du support	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
- Durée	ns	1 %	ns	ns	5 %	5 %	5 %	1 %
Modalités de broyage	5 %	5 %	ns	ns	ns	ns	ns	5 %
Durée de conservation	5 %	ns	ns	ns	ns	ns	ns	5 %

(1) Matière sèche - (2) Protéines brutes - (3) Fibres - (4) Cendres - (5) cyanures totaux

(6) acides totaux - (7) Ensemble des variables

ns : non significatif

3. Analyse des effets de certains facteurs sur la qualité des farines

3.1. Facteurs environnementaux

L'influence de la zone écologique dans laquelle s'est effectuée la transformation s'exerce sur les teneurs en protéines brutes et en cendres des farines et sur leur acidité totale : les transformations réalisées en forêt dense et en savane herbeuse sont à l'origine de pertes moins importantes en protéines brutes et en cendres que celles réalisés en forêt clairsemée ou en savane arbustive (tableau 2). On constate, par ailleurs, que les farines produites en zone de savane arbustive sont significativement moins acides que celles produites dans les zones caractérisées par d'autres types de végétation (tableau 3).

L'influence de la taille de l'agglomération sur les produits finis ne s'exerce que sur la teneur en cendres (tableau 2) : dans les villages, les farines obtenues ont une teneur en cendres plus élevée, probablement due à une contamination par de la terre plus importante, que celles produites dans les centres secondaires.

Les racines récoltées avant 12 mois permettent l'obtention de farines ayant une teneur en protéines brutes significativement plus fortes que celles des racines récoltées plus précocement (tableau 2).

3.2. Modalités de rouissage

L'épluchage avant rouissage se traduit par des teneurs en matière sèche et en protéines plus faibles et un pH plus fort que dans les farines provenant de racines épluchées après rouissage (tableau 2). Lorsque les racines sont épluchées en cours de rouissage, les farines ont des teneurs en cendres et en composés cyanés totaux plus faibles et une acidité plus forte que celles obtenues en utilisant les autres techniques de rouissage.

Les teneurs en matière sèche, en protéines brutes, en cendres et en cyanures totaux des farines dépendent du milieu de rouissage utilisé (tableaux 2 et 3). Les rouissages en étang et en bordure de rivière sont à l'origine de teneurs en protéines brutes et en cendres moins élevées que les rouissages en récipient. La réduction des teneurs en composés cyanés dans les racines est plus complète en bordure de rivière qu'en étang.

L'exposition de l'étang de rouissage est significativement liée à la teneur en matière sèche des farines (tableau 2) : lorsqu'elles sont rouies à l'ombre, les racines conduisent à l'obtention de farines ayant un degré d'hygrométrie moindre que celles rouies au soleil.

Les farines produites à partir de racines ayant subi un rouissage de moins de 4 jours ont des teneurs en matière sèche et en protéines brutes supérieures à celles provenant de racines ayant roui plus longtemps (tableau 2).

3.3. Modalités de séchage et de réduction en farines

Faire sécher sous forme de miettes au lieu de cossettes permet l'obtention de farines ayant des teneurs en matière sèche et en protéines brutes plus élevées (tableau 2).

Des durées de séchage inférieures à 6 jours permettent l'obtention de farines ayant des teneurs en protéines brutes et en cyanures totaux plus élevées et une acidité plus forte que les farines résultant d'un séchage plus long.

Les modalités de broyage n'influent que sur les teneurs en matière sèche et en protéines brutes : le passage dans un moulin permet l'obtention de farines ayant une humidité résiduelle plus faible et un teneur en protéines brutes plus élevée que celles obtenues par d'autres modes de broyage.

Une durée de conservation des farines supérieure à 2 semaines se traduit par une augmentation de leur humidité.

Tableau 2
Influence de différents facteurs sur la composition chimique des farines.

Facteurs de variation	n	Matière sèche (1)	Protéines brutes (2)	Cendres (2)
Ensemble				
- Moyenne ± ETM	272	84,22 ± 0,16	1,03 ± 0,03	1,03 ± 0,02
- valeurs extrêmes		(69,5 - 92,2)	(0,43 - 3,27)	(0,20 - 2,19)
Zone écologique		ns	P < 0,05	P < 0,05
- Forêt dense	46		1,22 ± 0,08 ^a	1,05 ± 0,08 ^{ab}
- Forêt clairsemée	81		0,95 ± 0,04 ^b	0,91 ± 0,05 ^b
- Savane arbustive	74		0,91 ± 0,05 ^b	1,07 ± 0,06 ^a
- Savane herbacée	58		1,10 ± 0,05 ^a	1,16 ± 0,04 ^a
Agglomération		ns	ns	P < 0,001
- Village	182			1,09 ± 0,04
- Centre secondaire	90			0,90 ± 0,05
Durée cycle végétatif		ns	P < 0,05	ns
- < 12 mois	96		1,11 ± 0,05	
- > 12 mois	95		0,95 ± 0,04	
Mode d'épluchage		P < 0,01	P < 0,05	P < 0,01
- Avant rouissage	147	83,9 ± 0,3 ^b	1,01 ± 0,04 ^b	1,03 ± 0,04 ^a
- Après rouissage	36	85,5 ± 0,4 ^a	1,34 ± 0,07 ^a	0,93 ± 0,07 ^a
- autres	15	86,4 ± 0,7 ^a	1,08 ± 0,09 ^b	0,67 ± 0,08 ^b
Milieu de rouissage		P < 0,05	P < 0,05	P < 0,01
- Etang	36	84,0 ± 0,4 ^b	1,00 ± 0,05 ^b	0,92 ± 0,08 ^b
- Bord de rivière	139	83,9 ± 0,3 ^b	0,97 ± 0,04 ^b	0,98 ± 0,04 ^b
- Récipient	57	84,9 ± 0,3 ^a	1,19 ± 0,07 ^a	1,18 ± 0,05 ^a
Exposition du rouissage		P < 0,01	ns	ns
- à l'ombre	54	84,9 ± 0,3		
- au soleil	145	83,2 ± 0,3		
Durée de rouissage		P < 0,05	P < 0,05	ns
- < = 3 jours	131	84,5 ± 0,3	1,07 ± 0,04	
- > 3 jours	110	83,8 ± 0,3	0,96 ± 0,04	
Forme de séchage		P < 0,05	P < 0,01	ns
- Cossettes	156	83,9 ± 0,3	0,95 ± 0,04	
- Miettes	89	84,6 ± 0,3	1,11 ± 0,05	
Durée de séchage		ns	P < 0,001	ns
- < = 5 jours	108		1,14 ± 0,04	
- > 5 jours	110		0,91 ± 0,03	
Modalités de broyage		P < 0,05	P < 0,05	ns
- Moulin	90	84,7 ± 0,2 ^a	1,12 ± 0,05 ^a	
- Mortier + pilon	132	83,8 ± 0,3 ^b	0,98 ± 0,04 ^b	
- Plateau + meule	20	83,3 ± 0,9 ^b	0,74 ± 0,04 ^c	
Durée de conservation		P < 0,05	ns	ns
- < = 2 semaines	115	84,7 ± 0,3		
- > 2 semaines	98	84,0 ± 0,3		

(1) en g pour 100 g de matière brute - (2) en g pour 100 g de matière sèche.

Moyenne ± écart-type de la moyenne. Pour un facteur de variation donné, les moyennes non suivies d'une même lettre sont significativement différentes.

Tableau 3
Influence de différents facteurs sur la teneur en composés cyanés, en acides totaux et le pH des farines.

Facteurs de variation	n	Cyanures totaux (1)	Acidité totale (2)	pH
Ensemble - Moyenne ± ETM - valeurs extrêmes	272	8,91 ± 0,41 (0,20 - 66,7)	3,60 ± 0,27 (0,00 - 44,5)	6,37 ± 0,12 (3,33 - 10,3)
Zone écologique - Forêt dense - Forêt clairsemée - Savane arbustive - Savane herbacée	46 81 74 58	ns	P < 0,05 3,85 ± 0,72 ^{ab} 3,47 ± 0,65 ^{ab} 2,52 ± 0,34 ^b 3,88 ± 0,55 ^a	ns
Mode d'épluchage - Avant rouissage - Après rouissage - autres	147 36 15	P < 0,05 9,11 ± 0,66 ^{ab} 9,39 ± 0,51 ^a 7,37 ± 0,71 ^b	P < 0,01 3,27 ± 0,43 ^b 4,60 ± 0,69 ^b 7,66 ± 0,49 ^a	P < 0,01 6,41 ± 0,15 ^a 5,39 ± 0,23 ^b 4,17 ± 0,15 ^c
Milieu de rouissage - Etang - Bord de rivière - Récipient	36 139 57	P < 0,01 10,52 ± 1,03 ^a 7,75 ± 0,43 ^b 10,00 ± 1,29 ^{ab}	ns	ns
Durée de séchage - < = 5 jours - > 5 jours	108 110	P < 0,05 9,99 ± 0,56 7,90 ± 0,73	P < 0,05 4,32 ± 0,53 2,93 ± 0,32	P < 0,05 5,92 ± 0,16 6,55 ± 0,20

(1) en mg/100 g MS - (2) en mmole/100 g MS.

Moyenne ± écart-type de la moyenne. Pour un facteur de variation donné, les moyennes non suivies d'une même lettre sont significativement différentes.

Discussion et conclusion

Plusieurs des facteurs pris en compte influent de manière significative sur les teneurs en matière sèche, en protéines brutes, en cendres et en cyanures totaux ainsi que sur l'acidité totale et le pH des farines. En revanche, aucun d'entre eux n'influe significativement sur leur teneur en fibres.

Sur la base des teneurs en matière sèche et en protéines brutes, les fufous de meilleure qualité nutritionnelle sont obtenus à partir de transformations effectuées en forêt dense ou en savane herbeuse, à partir de racines de moins de

12 mois, à partir de rouissages de moins de 4 jours effectués en récipient plutôt qu'en rivière ou en étang, après séchage de moins de 5 jours sous forme de miettes plutôt que de cossettes et après passage dans un moulin plutôt que pilonnage ou écrasement. Toutefois, compte tenu de la faiblesse des teneurs en nutriments, les critères de qualité les plus importants sont la teneur en matière sèche et celle en composés cyanés totaux.

Concernant les teneurs en matière sèche qui conditionnent l'aptitude au stockage ultérieur des farines, bien que significatifs, les effets observés ne sont pas suffisants pour que les facteurs pris en compte puissent être considérés comme ayant un rôle déterminant. S'il est indéniable que certains facteurs, en particulier l'état de ramollissement des racines, la forme sous laquelle elles sont mises à sécher et la durée de séchage, influent sur son efficacité, les conditions climatiques jouent un rôle déterminant et, en fin de compte, c'est la manière dont tous ces éléments seront intégrés par le producteur qui conditionnera sa décision d'arrêter le séchage et, par voie de conséquence, la plus ou moins forte humidité résiduelle des farines.

Concernant les teneurs résiduelles en composés cyanés, la première constatation est qu'elles sont relativement basses : les deux tiers des farines ont des teneurs inférieures à 10 ppm et seulement 4 % ont des teneurs supérieures à 20 ppm. Les valeurs obtenues, nettement inférieures à celles observées au Zaïre (Banea *et al.*, 1995) sont suffisamment basses pour que tout risque de toxicité aiguë soit écarté dans la mesure où l'on considère que les doses mortelles sont de l'ordre de 50 mg (Cooke, 1985). Toutefois, les risques d'implication dans l'apparition de certaines maladies lorsque les teneurs résiduelles sont supérieures à 10 ppm ne sont pas exclues (Codex alimentarius, 1988) et 5 à 30 % des farines prélevées peuvent poser problème à ce niveau là. Si certaines modalités au niveau de certaines étapes de la transformation semblent être associées à des teneurs résiduelles en cyanures totaux légèrement plus faibles (rouissage en rivière, durée de séchage supérieure à 5 jours), en revanche il ne nous a pas été possible d'identifier les facteurs responsables des fortes teneurs résiduelles dans les 10 farines ayant des teneurs en cyanures totaux supérieures à 20 ppm ; leur seule particularité est de provenir de seulement 3 localités distinctes puisque ces farines sont originaires de Kumutsanga pour les 4 premières et de Mossendjo pour les 4 suivantes situées dans la vallée du Niari et de Sasolo dans le district de Loukolela (région de la cuvette) pour les deux dernières. Des observations complémentaires y seraient nécessaires pour mettre en évidence les facteurs à l'origine de ces teneurs élevées.

Remerciements

Les recherches ayant permis la rédaction de cet article ont été financées pour partie par la DG XII de la CEE dans le programme STD2 « sciences et technique au service du développement » (contrat n° TS2A-0226).

Références

BANEA (M.), POULTER (N.H.), ROSLING (H.), 1995 - « Modifications des procédés traditionnels de transformation du manioc et risque d'exposition au cyanure au Zaïre ». In Agbor Egbe (T.), Brauman (A.), Griffon (D.), Trèche (S.), éd. : *Transformation alimentaire du manioc*, Paris, Editions ORSTOM : sous presse.

BMDP, 1984 - *BMDP Statistical software*, 3rd edn. University of California Press, Los Angeles.

COOKE (R.D.), 1985 - « Les incidences du traitement du manioc sur le cyanure résiduel ». In Delange (F.), Ahluwalia (R.) éd : *La toxicité du manioc et la thyroïde : recherches et questions de santé publique*, Ottawa, IDRC-207f : 151-155.

Codex Alimentarius Commission, 1988 - *Report of the eight session of the Codex Coordinating Committee for Africa*. Cairo, FAO/WHO.

IKAMA (R.), TRECHE (S.), 1995 - « Inventaire et modes de fonctionnement des ateliers de fabrication de chikwangue à Brazzaville ». In Agbor Egbe (T.), Brauman (A.), Griffon (D.), Trèche (S.), éd. : *Transformation alimentaire du manioc*, Paris, Editions ORSTOM : sous presse.

MASSAMBA (J.), TRECHE (S.), 1995 - « La consommation du manioc au Congo ». In Agbor Egbe (T.), Brauman (A.), Griffon (D.), Trèche (S.), éd. : *Transformation alimentaire du manioc*, Paris, Editions ORSTOM : sous presse.

SHAPIRO (S.S.), WILK (M.B.), 1965 - An analysis of variance test for normality. *Biometrika*, 52 : 591-611.

TRECHE (S.), MASSAMBA (J.), 1995 - « Les modes de transformation traditionnels du manioc au Congo ». In Agbor Egbe (T.), Brauman (A.), Griffon (D.), Trèche (S.), éd. : *Transformation alimentaire du manioc*, Paris, Editions ORSTOM : sous presse.

VAN SOEST (P.S.), 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. of Assoc. Offic. Anal. Chem.*, 46 : 829-835.