

FACTEURS INFLUENÇANT LES MODALITES DE ROUISSAGE DU MANIOC AU CONGO

par

Joachim MASSAMBA¹ et Serge TRECHE²

¹ *Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur la Physiologie, l'Alimentation et la Nutrition - Département BPA -
Faculté des Sciences - Université Marien Ngouabi - BP 69 - Brazzaville - Congo.*

² *Laboratoire d'Etudes sur le Nutrition et l'Alimentation - Centre DGRST-ORSTOM - BP 181 - Brazzaville.*

RESUME

Le rouissage est la première étape des transformations appliquées aux racines de manioc en Afrique Centrale. Il consiste à immerger dans de l'eau pendant 2 à 8 jours des racines, préalablement épluchées ou non selon les variétés et les habitudes locales. L'immersion se fait en bordure de rivière, dans des étangs ou dans des récipients variés (fût, marmite...).

Les modalités de rouissage influent fortement sur les qualités nutritionnelle et organoleptique des produits finis dans la mesure où il permet:

- un ramollissement des racines qui conditionne leur aptitude à subir les procédés technologiques ultérieurs;
- la détoxification des racines résultant de la décomposition des composés cyanés sous l'action d'enzymes endogènes, puis de la solubilisation et/ou de la volatilisation des ions cyanures libérés.
- la production par des microorganismes de différents métabolites en grande partie responsables de l'odeur, de l'acidité, du goût et de la texture des produits finis.

Une enquête effectuée en 1989 auprès d'un échantillon de 900 femmes représentatives des ménagères de l'ensemble des zones rurales du Congo a permis de caractériser les variantes existantes au niveau des modalités de rouissage. La toxicité résiduelle et la valeur nutritionnelle des farines de manioc, la forme de consommation la plus dépendante des modalités de rouissage, ont été déterminées à partir du prélèvement de 279 échantillons sur toute l'étendue du territoire.

Le traitement informatique des données a permis de mettre en évidence l'influence des zones écologiques, de la taille et de l'accessibilité des localités et de divers facteurs socio-culturels et socio-économiques (ethnie, âge, niveau d'instruction de la ménagère; niveau socio-économique du ménage) sur les modalités utilisées et leurs conséquences possibles sur la qualité des produits finis.

INTRODUCTION

Le rouissage, première étape de la quasi totalité des différents types de transformation du manioc réalisés au Congo, intervient juste après la récolte des racines (Trèche et Massamba, 1991a).

Par le ramollissement des racines qu'il induit, le rouissage favorise l'aptitude des racines de manioc à subir les étapes ultérieures de leur transformation. Le rouissage contribue également à la détoxification des racines par la décomposition des substances cyanogénétiques sous l'action d'enzymes endogènes et par la solubilisation et/ou la volatilisation des ions cyanures libérés. Il participe en outre à l'élaboration du goût, de l'arôme et de la texture des produits finis grâce à la production par des

ORSTOM Fonds Documentaire

22 OCT. 1993

N° : 38.269. ep1

Cote : B

microorganismes de différents métabolites, en particulier de l'éthanol et des acides gras volatils (Trèche et al., 1990; Brauman et al., 1991). Enfin, il permet de pallier à la mauvaise aptitude à la conservation des racines de manioc après récolte.

Après rouissage, les racines peuvent être transformées en chikwangue (*pâte dense de texture élastique*) ou en farine le plus souvent consommée sous forme de fofou (*pâte plus souple et plus légère que la chikwangue*) ou encore être consommées après une simple cuisson à l'eau (Trèche et Massamba, 1991b). La pulpe des racines rouies de manioc débarrassées de leur fibre centrale, compressée, égouttée et laissée au repos, donne une pâte grossière et compacte qui est de plus en plus utilisée comme forme de commercialisation pour l'approvisionnement des ateliers urbains de transformation du manioc (Massamba et Trèche, 1991; Trèche et Muchnick, 1992).

Au Congo, le rouissage se fait dans de l'eau ou dans de la terre humidifiée (Gami, 1992). Le rouissage dans l'eau, dont il sera ici fait état, est de loin le plus pratiqué par les populations congolaises. Il est réalisé par immersion complète des racines pendant quelques jours selon diverses modalités et dans des contextes très variés susceptibles d'agir sur la qualité des produits finis.

La finalité des travaux que nous avons entrepris est d'identifier les innovations endogènes introduites par les populations à cette étape primordiale de la transformation du manioc et de dégager les contraintes à la diffusion des améliorations rendues possibles par ces innovations ou susceptibles d'être mises au point (Trèche et al., 1992; Trèche et Massamba, 1993). Les objectifs particulièrement visés par cette communication sont les suivants:

- caractériser les différentes modalités du rouissage et décrire leurs variantes en fonction du type de transformation des racines;
- mettre en évidence l'influence de facteurs environnementaux, socio-culturels et socio-économiques sur les modalités de rouissage;
- établir les effets de l'environnement et des modalités de rouissage sur la qualité des produits finis.

MATERIELS ET METHODES

1. Méthodologie d'enquête

Les données relatives aux modalités de rouissage et aux différents contextes dans lesquels celui-ci se déroule proviennent d'une enquête par questionnaire réalisée à domicile en 1989 auprès d'un échantillon de 900 femmes. Ces femmes sont représentatives des ménagères congolaises transformant régulièrement les racines de manioc pour l'autoconsommation et/ou pour la vente à l'exclusion de celles résidant dans les 4 plus grandes villes du pays (*Brazzaville, Pointe-Noire, Dolisie et NKayi*).

La base de sondage a été le recensement général de la population de 1984 pour lequel une subdivision des zones rurales en 1239 zones de dénombrement (ZD) a été effectuée.

Le premier degré de sondage a consisté en un tirage au sort de 75 ZD selon la méthode des totaux cumulés (Rumeau-Rouquette et al., 1985). Le second degré de sondage a consisté à tirer au sort dans chacune des ZD un point de chute à partir duquel 16 ménages ont été identifiés pour une enquête par proximité sur les modalités de consommation du manioc. Dans chacune des ZD, 12 femmes sur les 16 retenues pour l'enquête sur les modalités de consommation ont été choisies de manière aléatoire (4 préparatrices de farine, 4 de chikwangue et 4 de racines cuites) pour l'enquête sur les modalités de transformation des racines de manioc.

Dans tous les cas, les questions ont été posées à la personne réalisant habituellement le rouissage. Les trois questionnaires relatifs aux trois types de transformation comprenaient des parties communes (identification du ménage et de la zone d'enquête; partie concernant le rouissage) et des parties spécifiques à chaque type de transformation.

2. Détermination de la qualité des produits finis

En raison de sa bonne aptitude à la conservation et du fait que sa qualité est très sensible aux modalités de rouissage (Raimbault et al., 1990; Adoua-Oyila, 1991), nous avons retenu la farine à fougou, que nous appellerons souvent "fougou" dans la suite du texte, pour l'étude des effets de l'environnement et des modalités de rouissage sur la qualité des produits finis.

Ces effets ont été mis en évidence par l'analyse chimique au laboratoire de 279 échantillons de farine de manioc prélevés en 1989 chez les femmes préparant du fougou ayant répondu aux questionnaires de l'enquête sur les modalités de transformation du manioc.

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

- la matière sèche par dessiccation à l'étude à 105°C;
- les protéines brutes par la méthode Kjeldahl (N x 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 par la méthode de Cooke (1979);
- l'acidité totale par titrimétrie.

3. Traitement des données

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

- rechercher les liaisons significatives existant entre les variables explicatives (*type de transformation; facteurs environnementaux, socio-culturels, ou socio-économiques*) et les variables décrivant les modalités de rouissage en réalisant des tests du Chi² sur des tableaux de contingence obtenus en croisant ces deux types de variables qualitatives;
- comparer l'effet de l'environnement ou de modalités de rouissage sur la composition chimique de farines de manioc en utilisant le test de Student.

RESULTATS

1. Description des modalités de rouissage en fonction du type de transformation

Bien que le rouissage soit une première étape commune à toutes les transformations, nous décrivons ses modalités de réalisation pour chacun des trois types de transformation (*fougou, chikwangue et racines cuites*) afin de différencier les modalités dépendantes du type de transformation de celles qui ne le sont pas.

1.1. Modalités relatives à l'organisation du travail (tableau 1)

Quel que soit le type de transformation envisagé, les racines mises à rouir sont cultivées et récoltées par la ménagère elle-même dans la majorité des cas et ceci après un cycle végétatif qui est le plus souvent inférieur ou égal à 12 mois.

Dans la quasi totalité des cas, le rouissage commence le jour même de la récolte, le plus souvent dans la matinée. Le rouissage se termine le plus couramment pendant l'après-midi sauf pour les racines destinées à faire du fougou.

Les modes d'épluchage utilisant un instrument (*couteau ou machette*) sont plus répandus que l'épluchage manuel, notamment lorsque les racines sont destinées à la transformation sous forme de farine. Dans la majorité des cas, les racines sont découpées en morceaux avant rouissage quel que soit le type de transformation envisagé.

Tableau 1: Modalités d'organisation du travail des personnes réalisant le rouissage (PRR) des racines de manioc au Congo en fonction du type de transformation réalisé (en pourcentage des personnes ayant pratiqué la modalité considérée lors du dernier rouissage réalisé).

	Foufou	Chikwangue	Racines cuites	NdS	Ensemble
<i>Nombre de personnes interrogées</i>	263	304	288		855
Racines cultivées par la PRR					
- oui	77,9	83,7	79,9	ns	80,6
- non	12,1	16,3	20,1		19,4
Racines récoltées par la PRR					
- oui	89,8	87,0	86,5	ns	87,7
- non	10,2	13,0	13,5		12,3
Durée du cycle végétatif					
- < = 12 mois	50,7	54,0	58,2	ns	54,4
- > 12 mois	49,3	46,0	41,8		45,6
Délai entre la récolte et le début du rouissage					
- jour même	99,2	98,0	98,2	ns	98,4
- jour suivant	0,8	2,0	1,8		1,6
Moment du début de rouissage					
- matinée	56,2	57,3	61,7	ns	58,4
- après-midi	43,7	42,7	38,3		41,6
Moment de la fin du rouissage					
- matinée	50,8	43,1	42,2	ns	45,2
- après-midi	49,2	56,9	57,8		54,8
Découpage des racines en morceaux avant rouissage					
- oui	53,0	55,4	55,0	ns	54,5
- non	47,0	44,6	45,0		45,5
Mode d'épluchage					
- à la main	15,2	29,3	29,2	P < 0,001	24,9
- au couteau	42,2	31,3	34,7		35,8
- à la machette	32,3	26,0	23,3		27,0
- autre	10,3	13,5	12,8		12,3
Autres transformations à partir du même rouissage					
- oui	21,1	16,7	81,7	P < 0,001	39,6
- non	78,9	83,3	18,3		60,4

NdS: niveau de signification de l'effet du type de transformation sur la modalité considérée (test du χ^2)

Quel que soit le type de transformation, les racines sont le plus souvent épluchées avant rouissage (figure 1); l'épluchage après rouissage est beaucoup plus fréquent dans le cas des racines destinées à la préparation de la chikwangue et des racines cuites que dans le cas de racines transformées en foufou.

Lorsque le rouissage est principalement destiné à la préparation des racines cuites, le nombre de racines mises à rouir en même temps est sensiblement plus faible que dans le cas de rouissage préalable à des transformations en farine ou en chikwangue (figure 2).

Figure 1: Ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage en fonction du type de transformation (en % des femmes ayant choisi la modalité considérée lors du dernier rouissage réalisé).

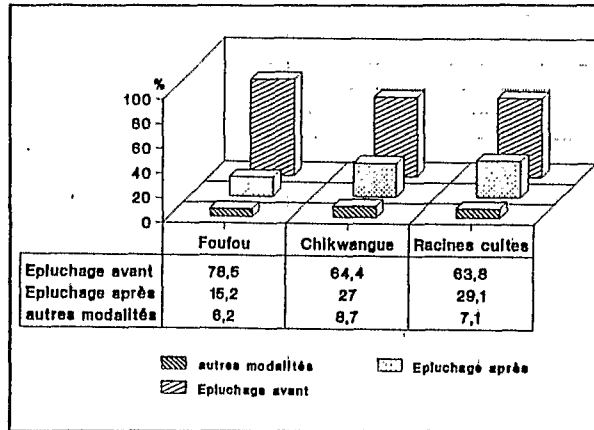
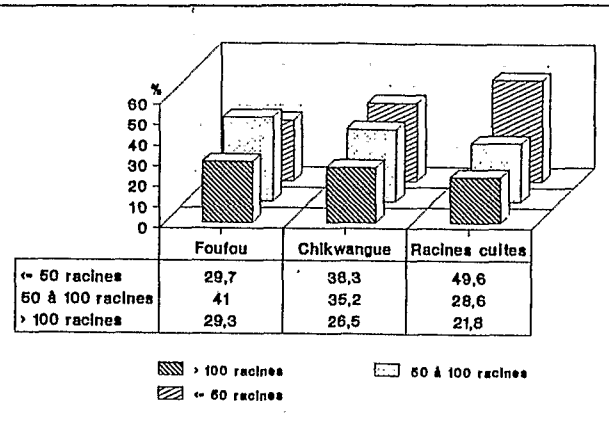
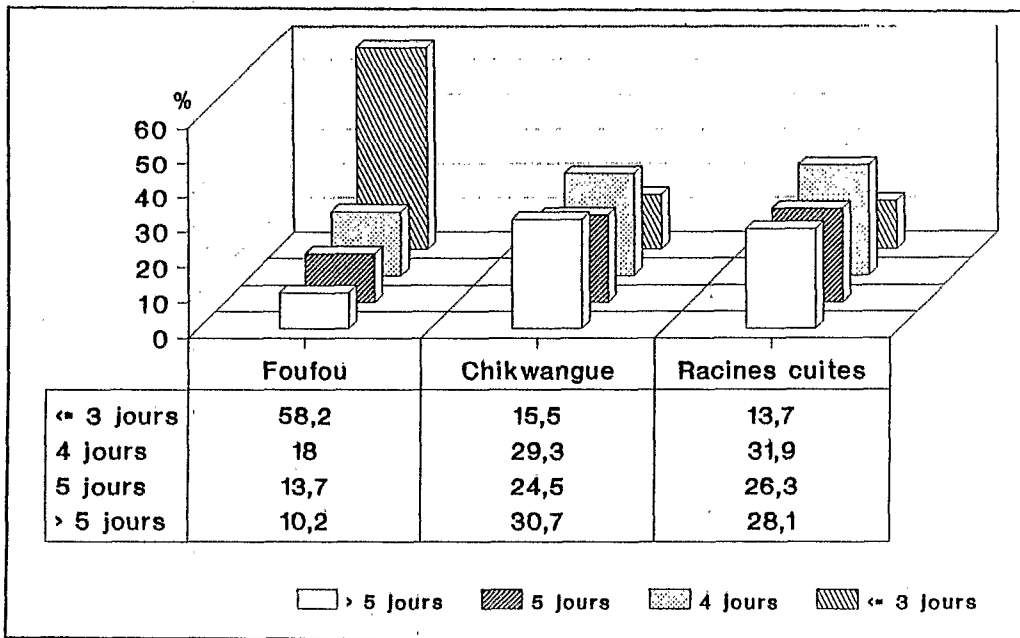


Figure 2: Nombre de racines mises à rouir en fonction du type de transformation (en % des femmes ayant déclaré avoir traité le nombre de racines considéré lors du dernier rouissage réalisé).



La durée du rouissage est le plus souvent inférieure ou égale à 3 jours pour les racines destinées à faire du fufou; elle est sensiblement plus longue pour les racines destinées à la préparation de chikwangues ou de racines cuites (figure 3).

Figure 3: Durée de rouissage en fonction du type de transformation (en % des femmes ayant déclaré avoir roui pendant la durée considérée lors du dernier rouissage réalisé).



Contrairement aux rouissages effectués en vue de la préparation de chikwangue ou de fufou, les rouissages dont sont issues les racines consommées sous forme de racines cuites servent souvent aussi à traiter des racines en vue d'autres types de transformation (tableau 1).

1.2. Modalités concernant la localisation, la nature et les caractéristiques des milieux de rouissage (tableau 2)

La localisation du rouissage ne dépend pas du type de transformation: dans la plupart des cas, le rouissage s'effectue près du champ ou près du domicile. Les lieux de rouissage sont le plus souvent exposés au soleil.

Le milieu de rouissage le plus utilisé est de loin la rivière (61% des cas), mais environ 1 rouissage sur 5 est réalisé en étang et autant en récipient.

Tableau 2: Localisation, nature et caractéristiques des milieux de rouissage utilisés au Congo en fonction du type de transformation réalisé (en pourcentage des personnes ayant utilisé le milieu présentant les caractéristiques considérées lors du dernier rouissage réalisé).

	Foufou	Chikwangue	Racines cuites	NdS	Ensemble
Localisation du rouissage					
- près du champ	50,4	45,1	52,1	ns	49,1
- près du domicile	36,5	40,6	34,8		37,4
- autre	13,1	14,2	13,1		13,5
Exposition					
- à l'ombre	29,4	31,2	33,9	ns	31,5
- au soleil	70,6	68,8	66,1		68,5
Nature du milieu de rouissage					
- étang	14,1	21,3	20,6	ns	18,8
- rivière	60,6	60,8	61,1		60,8
- récipient	25,3	17,9	18,3		20,4
Existence d'aménagements spéciaux des étangs					
- oui	88,0	84,7	80,9	ns	84,2
- non	12,0	15,3	19,1		15,8
Utilisation à plusieurs d'un même étang					
- oui	54,0	52,1	53,5	ns	53,1
- non	46,0	47,9	46,5		46,9
Disposition des racines (étangs et rivières)					
- sur le fond	12,8	12,1	14,0	ns	13,0
- sur des feuilles	54,9	48,9	49,8		50,8
- dans des sacs	32,3	39,0	36,2		36,2
Nature des récipients utilisés					
- fût en fer	57,3	53,1	43,5	ns	51,9
- fût en plastique	14,8	20,4	17,4		17,3
- autre	27,9	26,5	39,1		30,8
Existence d'un couvercle au dessus des récipients					
- oui	28,8	29,8	28,9	ns	29,1
- non	71,2	70,2	71,1		70,9
Origine de l'eau utilisée dans les récipients					
- point d'eau fixe	54,2	54,2	55,3	ns	54,5
- autre (pluie)	45,8	45,8	44,7		45,5
Réutilisation de l'eau de rouissage des récipients					
- oui	20,3	20,4	17,4	ns	19,5
- non	79,7	79,6	82,6		80,5

NdS: niveau de signification de l'effet du type de transformation sur la variable considérée (test du CHI^2)

Lorsque les rouissages sont réalisés en étang, celui-ci est, dans 84% des cas, spécialement aménagé et, le plus souvent, utilisé par plusieurs personnes. Qu'il s'agisse du rouissage en rivière ou en étang,

les racines à rouir sont plus souvent disposées sur des feuilles (51%) qu'à même le fond du lit des cours d'eau. Dans 36% des cas les racines sont enfermées dans des sacs.

Les récipients de rouissage utilisés sont plus souvent des fûts en fer ou en plastique que desalebasses, des grosses marmites ou d'autres ustensiles de cuisine. L'utilisation des fûts en fer est plus répandue que celle des fûts en plastique. Lorsque le rouissage est réalisé dans des récipients, l'eau du précédent rouissage n'est réutilisée que dans 20% des cas. Les récipients ne sont en général pas recouverts par un couvercle; l'eau de rouissage provient d'un point fixe dans environ 55% des cas et de la pluie dans environ 45% des cas.

1.3. Connaissance du processus et de son rôle par les personnes pratiquant le rouissage (tableau 3)

La décision de mettre fin au rouissage est prise dans 45% des cas en tenant compte du temps écoulé depuis son début. 41% des personnes dans le cas de rouissages servant à la préparation de chikwangués ou de racines cuites contre 27% des personnes dans le cas de rouissages effectués en vue de la préparation de farine se fient à l'état des racines comme indicateur de fin de rouissage.

De nombreuses personnes (97%) pratiquant le rouissage pensent que le ramollissement des racines est un bon indicateur de fin de rouissage; en revanche, l'odeur (90%) et la facilité d'épluchage des racines (76%) ne sont pas considérées comme de bons critères d'appréciation de la fin de rouissage.

Tableau 3: Perception des facteurs influençant le rouissage par les personnes interrogées en fonction du type de transformation réalisé (en pourcentage des personnes ayant désigné pour chaque question la réponse considérée).

	Foufou	Chikwangué	Racines cuites	NdS	Ensemble
<i>Nombre de personnes interrogées</i>	263	304	288		855
Nature de l'indicateur de fin de rouissage					
- temps écoulé	44,8	45,6	45,5	P < 0,001	45,3
- état des racines	27,4	41,4	41,0		36,9
- autre	27,8	13,0	13,5		17,8
Est-il possible de déterminer la fin de rouissage à partir de:					
* l'odeur				ns	10,2
- oui	9,4	12,1	8,8		
- non	90,6	87,9	91,2		89,8
* du ramollissement				ns	97,1
- oui	96,2	98,4	96,5		
- non	3,8	1,6	3,5		2,9
* de la facilité d'épluchage				ns	24,2
- oui	21,7	26,8	23,7		
- non	78,3	73,2	76,3		75,8
La durée de rouissage varie-t-elle avec la saison					
- oui	74,6	86,0	87,2	P < 0,001	82,8
- non	25,4	14,0	12,8		
Les modalités et la durée de rouissage influent-elles sur la qualité des produits finis					
- oui	43,5	32,1	32,8	P < 0,001	35,9
- non	56,5	67,9	67,2		

NdS: niveau de signification de l'effet du type de transformation sur la variable considérée (test du CHI²)

Une grande majorité de personnes pratiquant le rouissage établit une relation entre les saisons et la durée de rouissage, cette perception est plus importante chez les préparatrices de chikwangué et de racines cuites que chez celles de farine.

Les femmes pratiquant le rouissage en vue de la préparation de farine sont plus nombreuses que les autres à percevoir l'influence de la durée et des autres modalités de rouissage sur la qualité des produits finis.

1.4. Discussion

Quel que soit le type de transformation dans lequel il est impliqué, le rouissage du manioc suit globalement un même schéma. Toutefois, des différences significatives existent au niveau des fréquences de réalisation de différentes modalités de rouissage en fonction du type de transformation. Ces différences peuvent avoir plusieurs causes:

- les modalités de rouissage ont davantage de répercussions sur la qualité des produits finis dans le cas du fofou ce qui explique que les rouissages pratiqués en vue de la préparation de farine aient tendance à faire l'objet de davantage d'attention: les racines sont plus fréquemment épluchées avant rouissage avec un instrument tranchant ce qui améliore considérablement la qualité des produits finis, notamment leur couleur (Ampe et al., 1991; Trèche et al., 1992);
- étant donné que la farine et la chikwangué sont des produits pouvant se conserver plus longtemps que les racines cuites et qui sont souvent destinés non seulement à la vente, les rouissages réalisés en vue de leur préparation comportent généralement plus de racines que ceux effectués en vue de la préparation de racines cuites;
- les racines destinées à être transformées en fofou après séchage sous forme de cossettes ont besoin de subir un ramollissement moins important que celles destinées à la préparation de la chikwangué ou des racines cuites ce qui explique que la durée de rouissage des racines destinées à la transformation en fofou soit plus courte;
- étant donné que les racines cuites sont des produits destinés à l'autoconsommation, les ménagères ont généralement l'habitude de les faire rouir en même temps que des racines destinées à être transformées sous la forme d'autres produits de meilleure aptitude à la conservation. En revanche, la transformation des racines en farine ou en chikwangué demande beaucoup plus de soins et de temps de sorte qu'il est difficile de réaliser simultanément d'autres types de transformation.

On peut donc distinguer des modalités de rouissage dépendantes du type de transformation (*mode d'épluchage, ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage, nombre de racines mises à rouir en même temps, durée de rouissage, réalisation d'autres transformations à partir de racines ayant subi un même rouissage*) des autres modalités qui ne le sont pas.

Par ailleurs, un certain nombre de variantes correspondant le plus souvent à des innovations endogènes ont pu être identifiées:

- épluchage des racines après rouissage, solution de facilité qui diminue les qualités organoleptiques des produits finis.
- utilisation de récipients comme milieu du rouissage, favorisant la réalisation des rouissages à domicile;
- réutilisation de l'eau des rouissages précédents dans le cas des rouissages en récipient;
- utilisation de sacs pour emballer les racines mises à rouir en milieu traditionnel.

2. Influence des facteurs environnementaux, socio-culturels et socio-économiques sur les modalités de rouissage

L'influence de différents facteurs environnementaux, socio-culturels et socio-économiques sur les modalités de rouissage sera étudiée en recherchant tout d'abord les liaisons significatives entre les deux groupes de variables, puis en analysant plus précisément la nature de certaines de ces liaisons jugées particulièrement importantes.

Tableau 4: Identification des facteurs environnementaux, socio-culturels et socio-économiques influant sur les modalités de rouissage des racines de manioc au Congo (*Le niveau de signification de l'effet des facteurs étudiés sur chacune des variables considérées est obtenu à l'aide d'un test de Chi² réalisé sur l'ensemble des données lorsque les variables ne sont pas influencées par le type de transformation et séparément pour chaque type de transformation dans le cas contraire.*)

		Facteurs écologiques et géographiques			Facteurs socio-culturels			Facteurs socio-économiques		
		TYVE	TAAG	ACCE	ETHN	AGPR	NIIN	ACPR	TAGA	INEC
Réalisation d'autres types de transformation à partir des racines d'un même rouissage	FF	P<0,01	n.s.	P<0,05	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,05	n.s.	n.s.
	CH	n.s.	n.s.	n.s.	P<0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	RC	P<0,01	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Nombre de racines mises à rouir	FF	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	P<0,05	n.s.	P<0,01	P<0,01	n.s.
	CH	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.
	RC	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	P<0,01	n.s.
Ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage	FF	P<0,01	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	P<0,05	P<0,01	n.s.	n.s.
	CH	P<0,01	n.s.	n.s.	n.s.	P<0,05	n.s.	P<0,05	n.s.	P<0,05
	RC	P<0,01	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.	n.s.	P<0,05	P<0,05	n.s.
Mode d'épluchage (main, couteau, machette)	FF	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.
	CH	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,01	P<0,01	n.s.	P<0,01	n.s.	P<0,05
	RC	P<0,01	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	P<0,01	P<0,05	n.s.
Découpage des racines avant rouissage	TT	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,01	n.s.	P<0,05	P<0,01	n.s.	n.s.
Lieu de réalisation du rouissage	TT	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.
Nature du milieu de rouissage	TT	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	n.s.
Utilisation individuelle ou collective de l'étang de rouissage	TT	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,01	P<0,01	n.s.
Disposition des racines dans les étangs ou les bordures de rivière	TT	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,05	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.
Durée de rouissage	FF	P<0,01	n.s.	P<0,05	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,05	n.s.	n.s.
	CH	P<0,01	n.s.	P<0,05	P<0,01	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,01	n.s.
	RC	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	n.s.	P<0,05	P<0,01	n.s.	n.s.
Nature de l'indicateur de fin de rouissage	TT	P<0,05	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.	P<0,01	n.s.	P<0,01	P<0,05

FF: fofou - CH: Chikwangue - RC: Racines cuites - TT: toutes transformations

Facteurs étudiés:

TYVE: Type de végétation (*forêt dense, forêt clairsemée, savane arbustive, savane herbeuse*)
 TAAG: taille de l'agglomération (*village, centre secondaire*)
 ACCE: accessibilité par la route (*facile, difficile*)
 ETHN: Groupe ethnique (*Kongo, Teke, Mbochis*)
 AGPR: Age de la personne réalisant le rouissage (*<30 ans, de 30 à 44 ans, >44 ans*)
 NIIN: Niveau d'instruction (*non scolarisé, primaire, secondaire et supérieur*)
 ACPR: Activité professionnelle de la personne réalisant le rouissage (*agricultrice, autre*)
 TAGA: taille du groupe alimentaire (*<5, de 5 à 7, >7 personnes*)
 INEC: Indice économique (*valeur totale des biens possédés < ou > à 100 000 Fcfa*)

2.1. Mise en évidence des effets des facteurs étudiés sur les différentes modalités de rouissage considérées (tableau 4)

Les différents facteurs environnementaux (*type de végétation, taille et accessibilité de l'agglomération*), socio-culturels (*ethnie, âge et niveau d'instruction de la ménagère*) et socio-économiques (*activité de la ménagère, taille du groupe alimentaire, valeur des biens possédés par le ménage*) retenus exercent tous, de manière plus ou moins importante, une influence significative sur certaines modalités de rouissage (tableau 4). Toutefois, tous les facteurs n'exercent pas une influence aussi importante et toutes les modalités ne sont pas autant dépendantes.

2.1.1. Facteurs environnementaux

Le type de végétation entourant l'agglomération où réside les personnes ayant réalisées rouissages a un effet significatif sur la totalité des modalités de rouissage à l'exception du choix de l'indicateur de fin de rouissage.

En revanche, le fait que le rouissage soit réalisé dans un centre secondaire (> 3000 habitants) ou dans un village (< 3000 habitants) n'est pas significativement lié aux modalités de rouissage considérées, sauf à la manière de disposer les racines dans le milieu de rouissage.

La facilité d'accès par la route est significativement liée à l'ensemble des modalités de rouissage considérées à l'exception du nombre de racines mises à rouir en même temps.

2.1.2. Facteurs socio-culturels

Le groupe ethnique de la personne ayant réalisé le rouissage est le facteur socio-culturel qui a le plus d'effet sur les modalités de rouissage du manioc; toutefois, il n'est pas lié à l'ordre de réalisation du rouissage et de l'épluchage et au choix de l'indicateur de fin de rouissage.

Pour certains types de transformation, l'âge de la personne réalisant le rouissage a une influence sur le nombre de racines mises à rouir, sur le mode d'épluchage, sur l'ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage et sur la durée de rouissage; il influe également sur la nature du milieu de rouissage et la disposition des racines dans les étangs et les bordures de rivière.

Le niveau d'instruction, apprécié à partir de la dernière classe fréquentée, exerce une influence sur 4 modalités non dépendantes du type de transformation (*découpage préalable des racines; nature du milieu de rouissage; utilisation collective des étangs; choix de l'indicateur de fin de rouissage*) mais il n'influe que sur une seule des modalités dépendantes du type de transformation (*mode d'épluchage*).

2.1.3. Facteurs socio-économiques

L'activité professionnelle exercée par la personne réalisant le rouissage est le plus important des facteurs socio-économiques considérés; il exerce son influence sur l'ensemble des modalités de rouissage, à l'exception du choix de l'indicateur de fin de rouissage.

La taille du ménage n'influe que sur 3 des 6 modalités non dépendantes du type de transformation et, pour certaines transformations, sur 2 des 5 des modalités dépendantes.

Enfin, les liaisons entre la valeur totale des biens possédés et les modalités de rouissage ne sont significatives que pour 3 modalités considérées sur 11.

2.2. Analyse de l'influence des trois principaux facteurs influant sur les modalités de rouissage

2.2.1. Critères de choix des liaisons entre facteurs influençants et modalités de rouissage analysées

Etant donné la multiplicité des liaisons significatives entre les facteurs environnementaux, socio-culturels et socio-économiques, d'une part, et les modalités de rouissage, d'autre part, nous avons été amenés à réaliser un choix parmi les liaisons à analyser.

Le type de végétation entourant le lieu de résidence, l'appartenance ethnique et l'activité professionnelle de la personne ayant pratiqué le rouissage ont été les trois facteurs influençants retenus en raison du nombre important des liaisons significatives que nous avons pu mettre en évidence entre eux et les modalités de rouissage.

Les modalités retenues pour étudier leur liaison avec ces trois facteurs sont le nombre de racines mises à rouir en même temps que l'on peut estimer caractériser l'organisation du travail des personnes réalisant le rouissage et la nature du milieu de rouissage particulièrement sensible à l'ensemble des facteurs influençants. Les liaisons entre, d'une part, le type de végétation entourant le lieu de résidence et, d'autre part, l'ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage et la durée de rouissage ont été également analysées étant donné l'importance de ces deux modalités sur la qualité des produits finis. Pour limiter le nombre des analyses, nous avons, en outre, décidé de ne considérer, lorsque les modalités étaient dépendantes du type de transformation, que les données relatives aux rouissages effectués en vue de la préparation de fofou.

2.2.2. Influence du type de végétation entourant le lieu de rouissage

L'influence de ce facteur environnemental sur le nombre de racines mises à rouir en même temps se traduit par le fait qu'en forêt dense et en savane herbeuse plus de 40% des femmes préparant du fofou mettent à rouir plus de 100 racines en même temps alors qu'elles ne sont que 7% dans le même cas en forêt clairsemée (figure 4).

Concernant son influence sur la nature du milieu de rouissage, on constate que c'est en savane herbeuse et en forêt dense que le rouissage en récipient est le plus pratiqué tandis que le rouissage en étang se rencontre principalement en forêt clairsemée. Cependant, sauf en savane herbeuse, plus d'un rouissage sur 2 est pratiqué en bordure de rivière (figure 5).

Figure 4: Influence du type de végétation entourant le lieu de rouissage sur la quantité de racines traitée à chaque rouissage (en % des femmes ayant déclaré avoir utilisé le nombre de racines considéré lors du dernier rouissage réalisé).

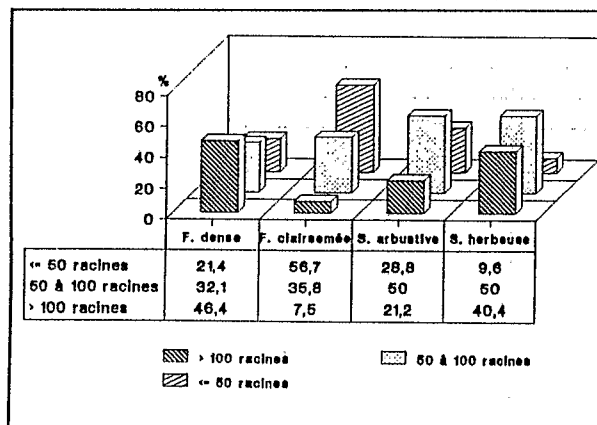
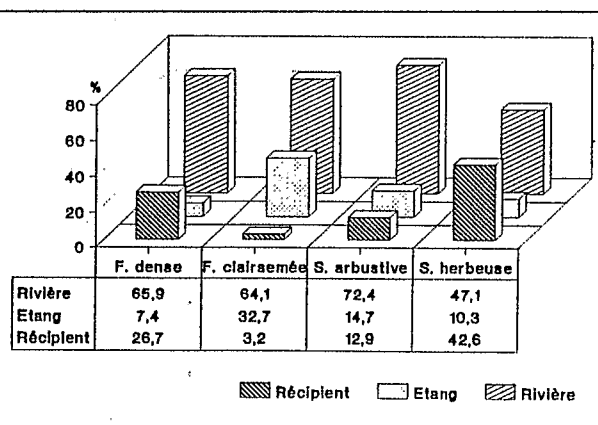


Figure 5: Influence du type de végétation entourant le lieu de rouissage sur la nature du milieu de rouissage (en % des femmes ayant déclaré avoir utilisé le milieu considéré lors du dernier rouissage réalisé).



Le type de végétation est également relié significativement à la durée de rouissage (figure 6) et à l'ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage (figure 7): les rouissages effectués en vue de la préparation de fofou sont 3 à 4 fois plus nombreux à se prolonger au-delà de 4 jours en forêt clairsemée et en savane arbustive qu'en forêt dense et en savane herbeuse; plus du tiers des rouissages en savane herbeuse sont effectués avant épluchage alors que cette pratique ne se rencontre qu'environ une fois sur huit en forêt clairsemée et en savane arbustive et jamais en forêt dense.

Figure 6: Influence du type de végétation entourant le lieu de rouissage sur la durée de rouissage (en % des femmes ayant déclaré avoir fait rouir plus ou moins de 4 jours les racines lors du dernier rouissage).

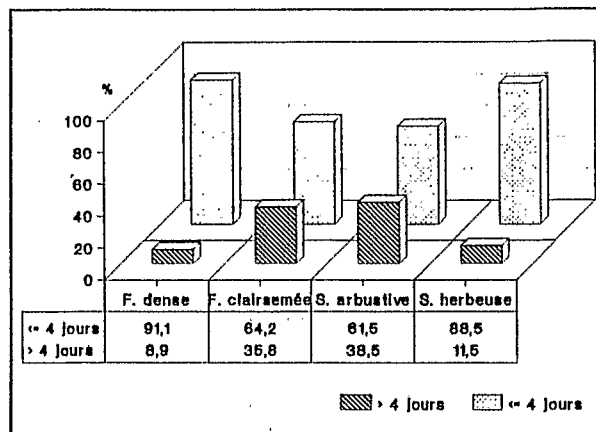
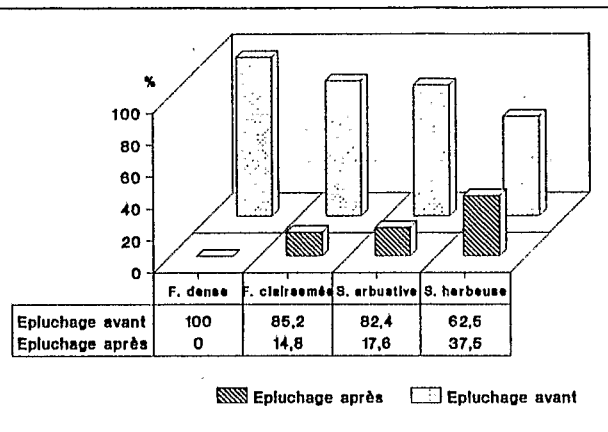


Figure 7: Influence du type de végétation entourant le lieu de rouissage sur l'ordre de réalisation de l'épluchage et du rouissage (en % des femmes ayant déclaré avoir pratiqué de la manière considérée lors du dernier rouissage).



2.2.3. Influence du groupe ethnique d'appartenance des femmes réalisant le rouissage

Les ménagères du groupe ethnique occupant le nord du pays (groupe Mbochis) ont pour habitude de mettre à rouir un nombre plus important de racines que celles du groupe ethnique occupant le sud du pays (groupe Kongo) et surtout que celles appartenant au groupe Téké (figure 8).

La fréquence la plus élevée de rouissage en étang est observée chez le groupe Téké alors que c'est le groupe Mbochis qui pratique le plus le rouissage en récipient (figure 9).

Figure 8: Influence du groupe ethnique d'appartenance de la personne réalisant le rouissage sur la quantité de racines traitées à chaque rouissage (en % des femmes ayant déclaré avoir utilisé le nombre de racines considéré lors du dernier rouissage réalisé).

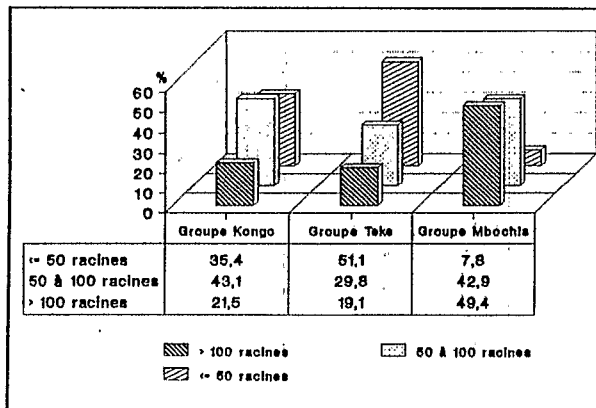
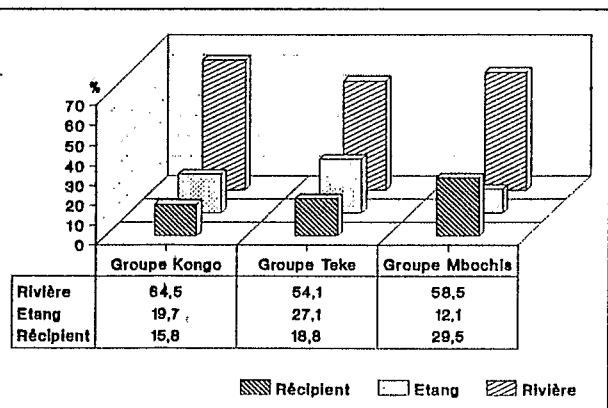


Figure 9: Influence du groupe ethnique d'appartenance de la personne réalisant le rouissage sur la nature du milieu de rouissage (en % des femmes ayant déclaré avoir utilisé le milieu considéré lors du dernier rouissage réalisé).



2.2.4. Influence de l'activité professionnelle de la personne réalisant le rouissage

Les femmes qui déclarent exercer la profession d'agricultrice sont environ 3 fois plus nombreuses que les autres à mettre à rouir un nombre de racines inférieur à 50 et 2 fois moins nombreuses à mettre à rouir un nombre de racines supérieur à 100 (figure 10).

Par ailleurs, les agricultrices sont deux fois moins nombreuses que les autres à réaliser des rouissages dans des récipients (figure 11).

Figure 10: Influence de l'activité professionnelle de la personne ayant réalisé le rouissage sur la quantité de racines traitée à chaque rouissage (en % des femmes ayant déclaré avoir utilisé le nombre de racines considéré lors du dernier rouissage).

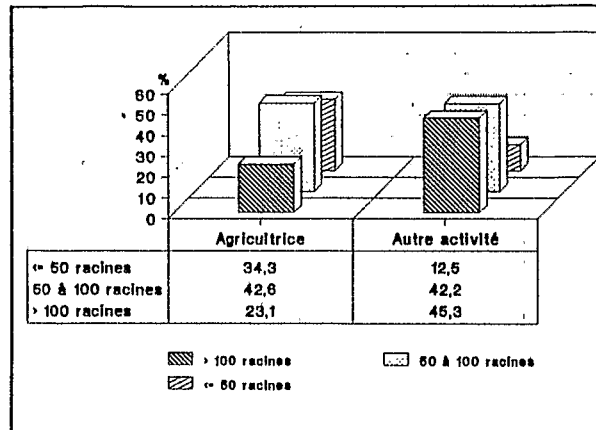
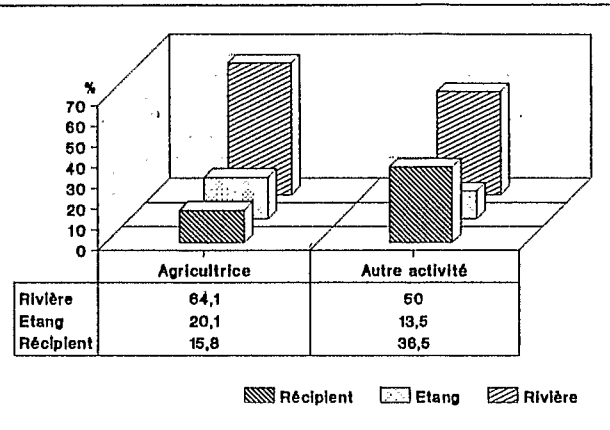


Figure 11: Influence de l'activité professionnelle de la personne ayant réalisé le rouissage sur la nature du milieu de rouissage (en % des femmes ayant déclaré avoir utilisé le milieu considéré lors du dernier rouissage).



2.2.5. Discussion

Des liaisons entre facteurs et modalités analysées, on peut dégager trois tendances.

La tendance à rouir en une seule fois des quantités importantes de racines est associée à la pratique de rouir en récipient: ces pratiques sont fréquentes dans les zones de savane herbeuse et de forêt dense; sur le plan sociologique, elles se rencontrent surtout parmi le groupe Mbochis et chez les femmes dont l'activité principale n'est pas d'être agricultrice.

La pratique consistant à rouir des quantités relativement faibles de racines à chaque rouissage est associée à celle de rouir en étang; elle est observée principalement dans les zones de forêt clairsemée et se rencontre surtout chez les femmes du groupe Téké.

Le rouissage en milieu traditionnel et la tendance à rouir des quantités moyennes de racines sont prédominants dans les zones de savane arbustive; ces pratiques se rencontrent principalement chez les populations Kongo et chez les femmes déclarant exercer la profession d'agricultrice.

Il semble donc qu'il y ait une interaction entre les facteurs environnementaux, socio-culturels et socio-économiques au niveau de leur influence sur les modalités de rouissage. Cette interaction résulte d'une adaptation culturelle des populations aux contraintes et aux potentialités des différents contextes.

3. Influence de l'environnement et de certaines modalités de rouissage sur la qualité des produits finis.

Cette influence sera étudiée au niveau de la teneur en certains nutriments, de l'acidité totale et de la teneur en cyanures totaux des farines récoltées au cours de l'enquête.

3.1. Effets de l'environnement (tableau 5)

L'influence de la zone écologique dans laquelle s'est effectuée le rouissage s'exerce sur les teneurs en protéines brutes et en cendres des farines et sur leur acidité totale. Les rouissages réalisés en forêt dense et en savane herbeuse sont à l'origine de pertes moins importantes en protéines brutes et en cendres que ceux réalisés en forêt clairsemée ou en savane arbustive. Concernant l'acidité des farines, on constate 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.

L'influence de la taille de l'agglomération sur les produits finis ne s'exerce que sur la teneur en cendres: dans les villages, la farine obtenue à une teneur en cendres plus élevée que celle produite dans les centres secondaires.

3.2. Effets des modalités de rouissage (tableau 5)

Les modalités d'épluchage ont une influence sur la teneur en protéines brutes et en cendres des farines, sur leur acidité totale et sur leur teneur en cyanures résiduels. L'épluchage avant rouissage s'accompagne d'une perte importante en protéines brutes comparée à celle observée lors d'un épluchage après rouissage ou lorsque d'autres modalités de rouissage, en particulier l'épluchage à mi-rouissage, sont pratiquées. Par ailleurs, cette pratique donne un fofou moins acide que celui obtenu avec les autres modalités de rouissage. L'élimination des cyanures totaux la plus complète s'obtient avec les modalités de rouissage autres que l'épluchage avant ou après rouissage.

Les teneurs en protéines brutes, en cendres et en cyanures totaux des farines dépendent du milieu de rouissage utilisé. 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 détoxification des racines est plus complète en bordure de rivière qu'en étang.

La durée de rouissage n'exerce un effet que sur la teneur en protéines brutes des farines: celles ayant subi un rouissage de moins de 4 jours ont une teneur en protéines brutes supérieure à celles ayant roui plus longtemps.

Tableau 5: Influence de l'environnement et des modalités de rouissage sur la composition chimique de farines de manioc.

(effectif)	Protéines brutes (g/100g MS)	Fibres (ADF) (g/100g MS)	Cendres (g/100g MS)	Acidité totale (mmole/100g MS)	Cyanures totaux (mg/100g MS)
ZONE ECOLOGIQUE					
- Forêt dense (49)	1,22 ± 0,07 ^a	2,62 ± 0,42	1,05 ± 0,08 ^{ab}	3,85 ± 0,72 ^{ab}	1,08 ± 0,14
- Forêt clairsemée (81)	0,95 ± 0,04 ^b	2,04 ± 0,40	0,91 ± 0,05 ^b	3,47 ± 0,65 ^{ab}	0,82 ± 0,07
- Savane arbustive (74)	0,91 ± 0,04 ^b	1,98 ± 0,04	1,07 ± 0,05 ^a	2,52 ± 0,34 ^b	0,86 ± 0,08
- Savane herbacée (58)	1,10 ± 0,05 ^a	2,02 ± 0,04	1,16 ± 0,04 ^a	3,88 ± 0,55 ^a	0,87 ± 0,06
<i>nds</i>	P < 0,001	ns	P < 0,001	P < 0,001	ns
AGGLOMERATION					
- Village (165)	1,02 ± 0,04	2,16 ± 0,16	1,09 ± 0,04 ^a	3,42 ± 0,36	0,90 ± 0,05
- Centre secondaire(83)	1,02 ± 0,04	2,06 ± 0,03	0,90 ± 0,05 ^b	3,24 ± 0,37	0,88 ± 0,06
<i>nds</i>	ns	ns	P < 0,01	ns	ns
MODE D'EPLUCHAGE					
- Avant rouissage (147)	1,01 ± 0,04 ^b	2,11 ± 0,06	1,03 ± 0,04 ^a	3,27 ± 0,43 ^a	0,91 ± 0,07 ^{ab}
- Après rouissage (36)	1,34 ± 0,07 ^a	2,08 ± 0,06	0,93 ± 0,07 ^a	4,60 ± 0,68 ^b	0,94 ± 0,05 ^a
- autres (15)	1,08 ± 0,09 ^b	1,92 ± 0,05	0,67 ± 0,08 ^b	7,65 ± 0,49 ^c	0,74 ± 0,07 ^b
<i>nds</i>	P < 0,001	ns	P < 0,001	P < 0,001	P < 0,01
MILIEU DE ROUISSAGE					
- Etang (36)	1,00 ± 0,05 ^a	2,32 ± 0,25	0,92 ± 0,08 ^a	3,10 ± 0,43	1,05 ± 0,11 ^a
- Bord de rivière (139)	0,97 ± 0,03 ^a	2,00 ± 0,03	0,98 ± 0,04 ^a	3,16 ± 0,36	0,77 ± 0,05 ^b
- récipient (57)	1,19 ± 0,07 ^b	2,04 ± 0,04	1,18 ± 0,05 ^b	4,06 ± 0,88	1,00 ± 0,13 ^{ab}
<i>nds</i>	P < 0,001	ns	P < 0,001	ns	P < 0,001
DUREE DE ROUISSAGE					
- ≤ 3 jours (128)	1,07 ± 0,04 ^a	2,06 ± 0,07	1,05 ± 0,04	3,76 ± 0,50	0,85 ± 0,06
- > 3 jours (107)	0,96 ± 0,04 ^b	2,07 ± 0,03	0,98 ± 0,04	3,04 ± 0,29	0,90 ± 0,06
<i>nds</i>	P < 0,05	ns	ns	ns	ns

NdS: niveau de signification des différences observées (test de Student).

3.3. Discussion

Certains facteurs environnementaux ou modalités de rouissage influent de manière significative sur la teneur en nutriments, l'acidité totale ou la teneur en cyanures totaux des farines. En revanche, aucun d'entre eux n'influe significativement sur leur teneur en fibres.

Les fufous de meilleure qualité nutritionnelle sont ceux obtenus à partir de rouissages effectués en forêt dense ou en savane herbeuse, en récipient plutôt qu'en milieu traditionnel et après une durée de rouissage inférieure à 4 jours.

CONCLUSION

Les enquêtes sur les modalités de transformation du manioc que nous avons menées dans les zones rurales du Congo ont permis d'inventorier et de décrire les différentes variantes existantes au niveau du rouissage des racines, d'identifier les relations existantes entre les facteurs environnementaux, socio-culturels et socio-économiques et les modalités de rouissage et de caractériser certaines de ces relations.

Etant donné que les populations adaptent leurs habitudes culturelles et technologiques aux contraintes du milieu, les facteurs environnementaux, socio-culturels et socio-économiques sont souvent étroitement dépendants. De ce fait, il est difficile de faire la part parmi ceux-ci entre les facteurs exerçant sur les modalités de rouissage une véritable relation de cause à effet et les facteurs pour lesquels la liaison avec les modalités de rouissage est plutôt le résultat d'une dépendance simultanée à d'autres caractéristiques du milieu.

Toutefois, il ressort que les trois facteurs les plus influents que nous avons mis en évidence (*type de végétation entourant le lieu de rouissage; groupe ethnique d'appartenance de la personne réalisant le rouissage; le fait pour cette dernière de se déclarer ou non agricultrice*) renvoient tous, de manière plus ou moins directe, à la notion de milieu naturel tandis que les facteurs comme la taille de l'agglomération ou la valeur totale des biens possédés, qui en sont indépendants, ne sont que faiblement reliés aux modalités de rouissage.

Les différences observées au niveau des modalités de rouissage sont donc étroitement liées aux caractéristiques du milieu naturel ce qui montre bien que toute amélioration des procédés de rouissage n'a de chance d'être adoptée que si elle prend en compte les contraintes de l'environnement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADOUA-OYILA G. M. (1991). Contribution à l'amélioration des qualités organoleptiques de la chikwangue et du fufou. Mémoire Institut de Développement Rural, Brazzaville.
- AMPE F., TRECHE S., AGOSSOU A. et BRAUMAN A. (1991). Application of experimental research methodology to the optimization of cassava traditional fermentation. Communication présentée au séminaire-atelier "Avances sobre almidon de yucca", 17-20 juin 91, CIAT, Cali, Colombie.
- BMDP (1984). BMDP Statistical software, 3rd edn. University of California Press, Los Angeles.,
- BRAUMAN A., MALONGA M., MAVOUNGOU O., KELEKE S., AMPE F., MIAMBI E. et TRECHE S. (1991). Kinetic study of retting: a cassava traditional fermentation in Central Africa. Communication présentée au séminaire-atelier "Avances sobre almidon de yucca", 17-20 juin 91, CIAT, Cali, Colombie.
- COOKE R.D. (1979). Enzymatic assay for determining the cyanide content of cassava and cassava products. Cassava Information Center, CIAT, Colombie, S.A. Series 05EC-6.
- GAMI N. (1992). Transformations du système alimentaire des Batéké Koukouya du Congo liées à leur migration du milieu rural au milieu urbain. Thèse de Sciences, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille.
- MASSAMBA J. et TRECHE S. (1991). Influence de l'urbanisation sur la consommation de la chikwangue au Congo. Communication présentée au IXth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 20-26 octobre, Accra, Ghana.
- RAIMBAULT M., TRECHE S., BRAUMAN A., GIRAUD E. et JORY M. (1990). Amélioration des mécanismes de détoxication du manioc lors des phases de fermentation. Compte-rendu de fin d'étude d'une recherche financée par le Ministère de la recherche et de la technologie, Décision d'aide N° 88.L.0215, 90 pages.

- RUMEAU-ROUQUETTE C., BREART G., PADIEU R. (1985). Méthodes d'échantillonnages. In: Méthodes en Epidémiologie, Flammarion Médecine Science, pp 40-149.
- TRECHE S, BRAUMAN A., KELEKE S., AMPE F., MIAMBI E., MALONGA M., MAVOUNGOU O., KOBAWILA S.C., LOUEMBA D., AVOUAMPO E., GIRAUD E., LELONG B. et RAIMBAULT M. (1990). Le rouissage du manioc: une technique traditionnelle utilisée en Afrique Centrale. Poster présenté au 5ème Rencontres Internationales AGROPOLIS, Semaine Internationale de l'Alimentation, de la Nutrition et de l'Agro-industrie, 4-7/12/90, Montpellier.
- TRECHE S., BRAUMAN A., LEGROS O. et al (Septembre 1992). Amélioration de la qualité des aliments fermentés à base de manioc. Opération Congo: amélioration des procédés technologiques traditionnels utilisés pour la préparation de produits dérivés des racines de manioc dans le contexte socio-économique accompagnant l'urbanisation au Congo. Rapport de fin d'études d'une recherche financée par la DGXII de la CEE dans le cadre du programme STD2 "Science et Technique au service du Développement, Contrat N°TS2A-0226, 66 pages.
- TRECHE S. et MASSAMBA J. (1991a). Influence de l'environnement sur les modalités de transformation du manioc au Congo. A paraître dans: Actes du Symposium international Unesco/CNRS "L'alimentation en forêt tropicale: interactions bioculturelles et applications au développement", 10-13 Septembre 1991, Paris.
- TRECHE S. et MASSAMBA J. (1991b). Demain, le manioc sera-t-il encore l'aliment de base des congolais? *Alimentation, Nutrition et Agriculture*, 1, n°1, pp. 19-26.
- TRECHE S. et MUCHNIK J. (1992). Changement technique et alimentation urbaine: identification et diagnostic des systèmes techniques de transformation du manioc en chikwangue à Brazzaville. Communication présentée aux Journées scientifiques du CIRAD, "Innovations agroalimentaires et filières courtes des produits vivriers", 19-20 novembre 1992, Montpellier, France.
- TRECHE S. et MASSAMBA J. (1993). Report on the study and improvement of cassava utilization in Congo. In: "Product development for root and tubers crops", Vol III (Africa), G. SCOTT éd, Proceedings of a workshop held at IITA, 21/10-1/11/91, Ibadan, Nigéria, 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; pp. 829-835.
-