

## **Modifications des procédés traditionnels de transformation du manioc et risque d'exposition au cyanure au Zaïre**

*Short-cuts in traditional cassava processing practices  
and risks of cyanide exposure in Zaïre.*

**M. BANEA \***, **N.H. POULTER \*\***, **H. ROSLING \*\*\***

\* *Centre National de Planification de Nutrition Humaine, Kinshasa (Zaïre)*

\*\* *Natural Resources Institute, Chatham (Angleterre)*

\*\*\* *International Child Health Unit, Uppsala University, Uppsala (Suède)*

### **- Résumé -**

Le « konzo » est une nouvelle maladie nutritionnelle signalée dans plusieurs milieux ruraux en Afrique. Il a été attribué à une exposition au cyanure résultant d'une alimentation monotone à base de manioc amer insuffisamment traité.

Pour étudier les déterminants de l'exposition au cyanure liés à la consommation de produits dérivés du manioc, une étude des procédés de transformation des racines de manioc a été conduite dans deux régions rurales du Zaïre ayant des caractéristiques similaires : le Bandundu, région affectée par le « konzo » et le bas Zaïre, région indemne de cette maladie.

En utilisant une combinaison de méthodes épidémiologiques, anthropologiques et chimiques, cette étude confirme le rôle étiologique de l'exposition au cyanure dans l'apparition du « konzo ». Les interrogatoires structurés, les observations participatives et les entretiens focalisés de groupe ont mis en évidence une réduction de la durée de rouissage des racines de quatre nuits à une nuit par les paysannes du Bandundu pressées de vendre leur manioc aux commerçants venus de Kinshasa. En revanche, dans le bas Zaïre, une durée d'au moins quatre nuits s'est révélée être l'un des critères permettant d'apprécier que le rouissage de racines de manioc amer est suffisant. L'analyse des échantillons de différents types de farines prélevées au cours d'une étude expérimentale des techniques de rouissage écourtées dans le Bandundu a permis de constater dans ces farines la persistance de glucosides cyanogénétiques, de cyanhydrines et d'acide cyanhydrique. Les teneurs en ces composés cyanés varient en fonction de la durée de rouissage et des étapes ultérieures de la transformation comme le pilage et, surtout, le séchage.

Les résultats montrent que la diminution de la durée de rouissage est une pratique inhabituelle qui est à l'origine d'un risque d'exposition au cyanure pour la population consommant du manioc dans le Bandundu.

**- Abstract -**

Konzo is a new nutritional disease reported in several rural areas of Africa. It has been attributed to cyanide exposure resulting from monotonous feeding on insufficiently processed « bitter » cassava.

In order to study the factors associated with cyanide exposure, cassava processing was investigated in two rural areas with similar characteristics in Zaire (Bandundu, Konzo affected area and Bas-Zaire, Konzo free area). Using a combination of epidemiological, anthropological and chemical methods, this study corroborates the etiology of konzo being the exposure to cyanide. Structured interviews, observations and focal group discussions revealed that the duration of cassava fermentation was decreased from four to one night by village women in Bandundu who wanted to sell early their processed cassava to traders from Kinshasa. In Bas-Zaire, however, a duration of at least four nights was found to be one of the traditional criteria for assessing sufficiently fermented « bitter » cassava. Chemical analysis of different flour samples collected during an experimental study of short-cut fermentation methods in Bandundu showed that the flours had variable residual levels of cyanogenic glucosides, cyanohydrins and hydrogen cyanide. This depended on the duration of fermentation and the processing stages that followed (pounding and drying).

The results show that the decrease in the duration of fermentation in Bandundu is an inhabitual practice and constitutes a risk to cyanide exposure for the cassava consuming population. This risk can be reduced by promoting a fermentation period of at least three nights. However, even in the case of short-cut fermentation, sufficient drying can reduce the presence of dangerous cyanogenic substances in cassava.

## Introduction

Le manioc est surtout cultivé pour ses racines riches en amidon qui sont l'aliment de base dans de nombreux pays au sud du Sahara et pour ses feuilles qui constituent un supplément important en nutriments pour les populations qui en consomment (FAO, 1989). Les variétés amères de manioc, cultivées pour leur haut rendement, peuvent contenir des quantités considérables de glucosides cyanogénétiques, linamarine et lotaustraline (Conn, 1969), qui doivent être éliminées avant consommation par des procédés technologiques efficaces. Lors du traitement, la structure cellulaire des tissus constitutifs des racines est détruite, facilitant l'hydrolyse enzymatique des glucosides en cyanhydrines qui se dissocient rapidement en acide cyanhydrique lorsque le pH est voisin de 6 (Cook et De La Cruz, 1982).

Dans le Bandundu au Zaïre, le manioc amer qui est l'aliment de base quasi exclusif subit un traitement de rouissage, reconnu comme un moyen efficace de détoxification (Bourdoux *et al.*, 1982). Un rouissage écourté qui se traduit par une exposition au cyanure des consommateurs fut impliqué dans l'apparition du « konzo », une maladie courante dans la partie centrale et sud du Bandundu (Tylleskär *et al.*, 1991). Le « konzo » est une maladie des neurones moteurs supérieurs qui se déclenche de manière brusque et cause une paralysie spastique permanente des deux jambes. La maladie a été observée sous forme épidémique en saison sèche parmi les enfants et les femmes au Mozambique (Ministry of Health Mozambique, 1984 ; Essers *et al.*, 1992) et en Tanzanie (Howlett *et al.*, 1990 ; Mlingi *et al.*, 1991). Le nom « konzo » est une désignation locale de la maladie par les premières populations affectées (Trolli, 1938). Une étude épidémiologique dans la partie centrale du Bandundu a révélé une association entre le « konzo » et l'usage fréquent de rouissages écourtés à partir de 1975, lorsque le manioc devint soudainement une culture de rente après la construction de la route asphaltée entre Bandundu et Kinshasa (Tylleskär *et al.*, 1991). A l'inverse, le raccourcissement du rouissage et des cas de « konzo » n'ont pas été mentionnés dans le bas Zaïre, une autre région approvisionnant depuis longtemps Kinshasa en manioc. Des informations détaillées sur la durée des traitements appliqués au manioc sont difficiles à obtenir par des méthodes conventionnelles d'enquêtes dans la mesure où cette pratique, conséquence de la pénurie alimentaire et de la pauvreté est considérée comme tabou. C'est pourquoi nous avons décidé d'employer des méthodes qualitatives.

Le but de cette étude était d'identifier les modifications des procédés technologiques utilisés pour la transformation du manioc survenues sur les sites affectés par le « konzo » dans le Bandundu et sur les sites non-affectés dans le bas Zaïre et de mesurer les teneurs en composés cyanés des différentes farines obtenues à partir de ces procédés.

## Aire d'étude et méthodes

Les régions du Bandundu et du bas Zaïre sont les deux principales zones d'approvisionnement de Kinshasa en manioc et autres denrées alimentaires (Mwamba *et al.*, 1989 ; Fresco, 1986). Les études sur la transformation du manioc ont été conduites à la fin de la saison sèche en septembre 1989. Dans les deux régions, des femmes ont été prises au hasard pour des interrogatoires individuels, des discussions focalisées en groupe (Scrimshaw et Hurtado, 1987), des entretiens non structurés et des observations participatives sur la récolte, la transformation et la consommation du manioc.

De plus, pour le Bandundu, une expérimentation sur la transformation du manioc a été menée dans le village affecté de Lumbi en septembre 1990. Deux femmes furent choisies pour transformer les racines de manioc par trois procédés écourtés différents identifiés dans le village. Les 15 échantillons de farine obtenus ont été directement collectés dans des doubles sachets de polyéthylène, congelés à  $-10^{\circ}\text{C}$  jusqu'au moment de la détermination des teneurs en glucosides cyanogénétiques, en cyanhydrines et en acide cyanhydrique selon la méthode enzymatique décrite par O'Brien *et al.* (1991).

## Résultats

### 1. Procédés de transformation

Les principales étapes de la transformation du manioc en différents produits finis sont présentées sur la figure 1. Des différences entre les deux régions s'observent au niveau du nombre, des séquences et de la longueur des étapes qui sont plus longues au bas Zaïre qu'au Bandundu.

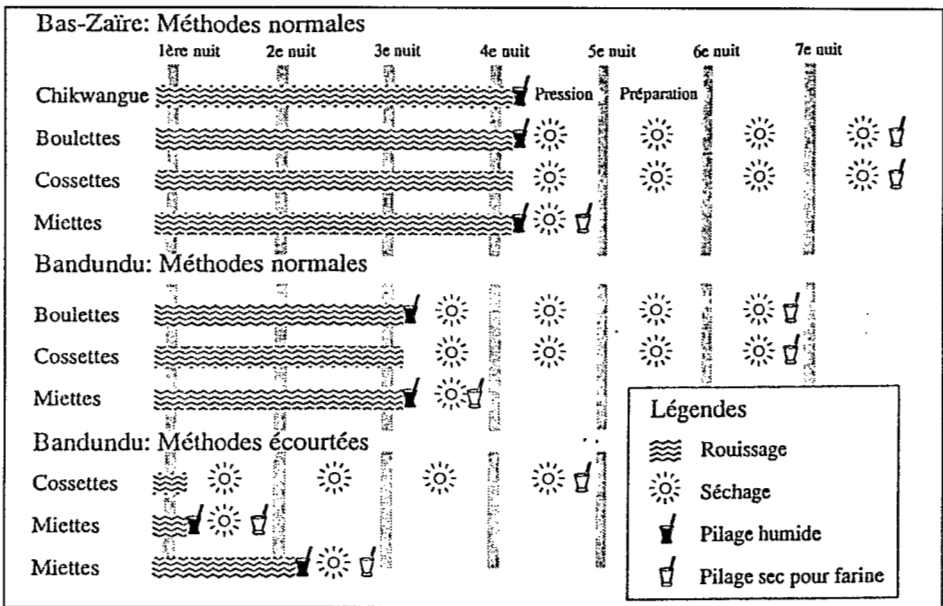
**Tableau 1**

*Durées indiquées par les femmes interrogées pour le rouissage des racines de manioc selon qu'elles sont destinées à la vente ou à l'autoconsommation.*

	Bandundu (n = 50)		Bas-Zaïre (n = 20)	
	Vente	Auto- consommation	Vente	Auto consommation
1 nuit	8	0	0	0
2 nuits	42	3	0	0
3 nuits	0	47	0	0
4 nuits	0	0	20	20

**Tableau 2**  
Critères d'appréciation de la fin de rouissage selon les femmes interrogées  
(% de femmes déclarant prendre en compte le critère considéré)

Critères	Bandundu (n =50)	Bas-Zaïre (n =20)
1. Flottement des racines	90 %	65 %
2. Apparition de bulles	50 %	60 %
3. Ramollissement des racines	26 %	15 %
4. Durée du rouissage	0 %	96 %



**Figure 1**  
Séquence et durée des principales étapes de la transformation du manioc

Dans le Bandundu, les rouissages différaient en plus selon que les produits dérivés du manioc étaient destinés à la consommation domestique ou à la vente (tableau 1), ce qui n'était pas le cas au bas Zaïre où l'on considérait une durée d'au moins 4 nuits comme l'une des conditions de réalisation d'un rouissage suffisant (tableau 2).

## 2. Teneur des farines en composés cyanés

Le tableau 3 donne les teneurs en composés cyanés de farines obtenues en utilisant les 3 procédés écourtés différents dans le Bandundu. La teneur en

glucosides cyanogénétiques est plus basse dans les cossettes et les miettes ayant subi un rouissage de 24 h que dans les miettes ayant subi un rouissage de 2 jours ; c'est dans les farines obtenues à partir de cossettes ayant subi un rouissage de 24 h que l'on retrouve les plus fortes teneurs en cyanhydrines.

**Tableau 3**

*pH, humidité et teneurs en différents composés cyanés résiduels dans les farines selon les durées de rouissage et de séchage et la forme de séchage (miettes ou cossettes).*

	Cossettes		Miettes	
Durée de rouissage	24 h		24 h	45 h
Durée de séchage	60 h		5 h	8 h
Humidité (%)	16,6 ± 1,2		41,0 ± 0,15	44,1 ± 2,5
pH	4,54 ± 0,15		4,69 ± 0,11	4,96 ± 0,13
<b>Composés cyanés (mg/kgMS)</b>				
Glucosides	11 ± 15		1 ± 2	179 ± 43
Cyanhydrines	95 ± 33		19 ± 19	3 ± 1
Acide cyanhydrique	9 ± 3		5 ± 2	3 ± 1
Total	115 ± 40		25 ± 21	185 ± 43

Moyennes ± ET de 15 déterminations sur des échantillons pris au hasard.

## Discussion

Cette étude confirme des observations antérieures montrant l'importance qu'il y a à mieux connaître les technologies post-récolte appliquées au manioc en Afrique. Chaque population utilise différents procédés de transformation dont le choix dépend de la variété de manioc et de l'utilisation du produit fini (Hahn, 1989). Les procédés de transformation peuvent rendre sans danger pour la consommation des produits dérivés de racines mêmes si celles-ci appartiennent à des variétés toxiques (Bourdoux *et al.*, 1982). Des méthodes différentes sont souvent utilisées dans des contrées voisines au sein d'un même pays (Lancaster *et al.*, 1982) et le raccourcissement de la durée de certaines étapes a plus d'influence sur les risques d'exposition aux cyanures que la nature elle-même des procédés lorsqu'ils sont appliqués de manière normale (Ministry of Health, Mozambique, 1984).

Nos résultats confirment en outre le rôle causal dans la manifestation du « konzo » des traitements écourtés du manioc, qui sont responsables de teneurs résiduelles en composés cyanés très élevées dans les farines et, par conséquence,

d'une exposition importante des consommateurs aux cyanures (Tylleskär *et al.*, 1991 ; Mlingi *et al.*, 1991). Obtenir de l'information sur ces procédés écourtés était difficile, car les femmes connaissaient les risques liées à ces méthodes et considèrent ces pratiques comme un tabou. C'est là une des raisons possibles pour lesquelles une étude antérieure dans le Bandundu n'avait pas permis d'identifier une quelconque relation entre le « konzo » et la consommation de manioc insuffisamment traité (Carton *et al.*, 1986). La raison du raccourcissement de la transformation du manioc dans les villages affectés par le « konzo » est la vente intensive de manioc, lequel est produit et traité exclusivement par les femmes des ménages très pauvres. Les racines sont immergées pendant une plus courte période dans la mesure où les femmes souhaitent gagner de l'argent en vendant le plus de manioc possible pendant la saison sèche, seule période où les commerçants peuvent facilement arriver dans les villages.

En dépit d'intenses investigations, ce raccourcissement de certaines étapes de la transformation n'a pas été retrouvé dans la région du bas Zaïre. Cette observation est à rapprocher de la qualité et du prix plus élevé des cossettes en provenance du bas Zaïre sur les marchés de Kinshasa (Goossens *et al.*, 1988). Une meilleure intégration dans le marché conséquence d'un accès à de meilleures infrastructures, une production agricole plus diversifiée et une pauvreté moins sévère pourraient expliquer que les durées traditionnelles de rouissage (4 nuits) continuent à être respectées dans cette région. Un autre facteur explicatif est que l'aliment de base dans cette région est la chikwangue, un produit pâteux cuit à l'étouffée qui ne peut être préparé qu'à partir de racines suffisamment ramollies.

Les observations participatives ont révélé que notre étude antérieure avait sous-estimé l'usage des miettes dans les villages du Bandundu affectés par le « konzo » (Tylleskär *et al.*, 1991). La raison probable en est que, même traditionnellement, les racines ne sont émiettées que lorsque les ménages ont un besoin urgent d'aliments. Les observations ont également révélé qu'en plus de la diminution de la durée de rouissage, le raccourcissement des procédés se manifestait également par le fait que le pilage des cossettes et des miettes était réalisé avant qu'elles ne soient complètement sèches. Cette étude fait en outre ressortir que la collecte d'informations valables sur les procédés de transformation du manioc dans des communautés ayant des problèmes de sécurité alimentaire nécessite l'emploi combiné de méthodes qualitatives et quantitatives.

L'hypothèse de notre expérimentation était que les durées de rouissage ou de séchage seraient inversement corrélées avec les teneurs résiduelles en différents composés cyanés dans les farines. Notre expérimentation a montré que le niveau de risque d'exposition au cyanure ne peut toutefois pas être évalué à partir de la nature du procédé utilisé pour traiter le manioc. Contre toute attente, il a été trouvé

dans les farines préparées à partir de miettes provenant de racines ayant roui qu'une seule nuit des teneurs en composés cyanés voisines de celles que la FAO et l'OMS considèrent correspondre au niveau de sécurité (10 mg d'équivalent HCN par kg de matière sèche) (*Codex alimentarius* commission, 1988), alors que des produits rouis et séchés pendant plus longtemps renfermaient des teneurs beaucoup plus élevées. Ces résultats peuvent s'expliquer par des différences entre les facteurs qui contrôlent la dégradation des glucosides et des cyanhydrines.

L'effet du pilage et de la vitesse de séchage était différent sur les racines élastiques obtenues après une nuit de rouissage et les racines davantage ramollies obtenues après deux nuits. La dégradation des glucosides dépend de la désintégration tissulaire induite par la fermentation et qui permet la mise en contact des glucosides et des enzymes ; néanmoins, les teneurs en glucosides demeurent encore élevées pendant les deux premiers jours de rouissage. Le pilage des racines humides accélère considérablement la dégradation des glucosides, mais lorsque la pulpe pliée sèche, la dégradation paraît s'arrêter à partir d'un certain niveau critique d'humidité. Ce niveau a été rapidement atteint lors du séchage des fines miettes obtenues à partir des racines ramollies par deux nuits de rouissage. La farine qui en a résulté avait donc non seulement une faible humidité mais aussi une teneur élevée en glucosides cyanogénétiques.

A l'inverse, la farine produite à partir de miettes provenant de racines ayant roui une seule nuit avait une humidité presque trois fois plus élevée et une teneur en glucosides beaucoup plus faible. Ceci peut s'expliquer par l'effet combiné de la désintégration cellulaire lors du pilage du manioc encore humide et d'une durée suffisante de séchage permettant la dégradation des glucosides dans la mesure où ces miettes ont été séchées lentement et incomplètement. A la fin de la journée, les femmes éprouaient des difficultés pour piler et tamiser ces miettes ; sans doute que la dégradation des glucosides se poursuivait pendant ces différentes étapes.

Les taux bas des glucosides dans la farine préparée à partir de cossettes peuvent s'expliquer par la poursuite de la désintégration cellulaire et de la dégradation des glucosides pendant les quatre jours de séchage, puisque l'humidité n'est jamais tombée très bas dans ces grosses racines.

La dégradation des cyanhydrines est spontanée et rapide à un pH au-delà de 7 alors qu'elle est très lente à bas pH (Fomunyam *et al.*, 1985). Néanmoins, malgré le bas pH qui résulte de la fermentation lactique, nos résultats montrent que les cyanhydrines semblent se dégrader lorsque l'humidité décroît jusqu'à un certain niveau critique à partir duquel il est probable que les ions  $H^+$  ne peuvent plus exercer leur effet stabilisateur sur la molécule.

Les teneurs en cyanhydrines les plus faibles ont donc été mesurées dans la farine à bas taux d'humidité issue des miettes provenant de racines rouies pendant



deux jours ; les plus élevées ont été trouvées dans les farines obtenues à partir de cossettes lesquelles avaient un pH bas et, en dépit d'un séchage prolongé, une humidité très élevée. On peut donc conclure que les cyanhydrines dans les cossettes issues de racines ayant subi un rouissage écourté se dissipent pendant le stockage quand le niveau d'humidité diminue (Fomunyan *et al.*, 1985). Ceci peut expliquer pourquoi aucun effet toxique n'a été mentionné parmi les consommateurs urbains.

Enfin, les teneurs en acide cyanhydrique étaient faibles dans toutes les farines. Cette substance se volatilise pendant la cuisson, tandis que les glucosides et les cyanhydrines restent présentes dans les produits pâteux.

Comme cela a été démontré chez les animaux (Tylleskär *et al.*, 1992), les cyanhydrines libèrent rapidement de l'acide cyanhydrique dans le milieu alcalin du petit intestin (Cook et De La Cruz, 1982 ; Fomunyan *et al.*, 1985), tandis que les glucosides cyanogénétiques se dégradent seulement si les glucosidases appropriées sont produites par la flore intestinale.

## Conclusion

En conclusion, plusieurs méthodes de traitement peuvent rendre le manioc sans danger pour la consommation en le débarrassant des glucosides, des cyanhydrines et de l'acide cyanhydrique. Il est possible de prévoir l'exposition au cyanure dans le cas de l'utilisation de procédés technologiques écourtés. Cette exposition peut également se produire lorsque l'on utilise des variétés considérées à faible taux de cyanure (définies comme ayant moins de 150 mg HCN par kilo de matière sèche à la récolte) (Barrett *et al.*, 1977). La plus grande partie de ces composés cyanés doivent être éliminés au cours de la transformation de façon à ramener les produits à un niveau inférieur à 10 mg par kilogramme considéré comme sans danger pour la consommation (*Codex alimentarius* commission, 1988).

La connaissance des mécanismes chimiques impliqués permet d'estimer le risque d'exposition au cyanure lié à la consommation des produits dérivés du manioc à partir d'une description soigneuse des procédés technologiques utilisés et de formuler des conseils pour prévenir des effets toxiques. Dans des milieux tel que le Bandundu, le message d'éducation nutritionnelle pourrait être aussi simple que « faites comme votre grand-mère faisait ». Dans des milieux où les variétés amères de manioc ne sont connues que depuis peu de temps par la population, l'action préventive nécessaire pourrait être beaucoup plus complexe (Essers *et al.*, 1992).

## Remerciements

Cette étude a été supportée par l'IPIICS, (International programme in the chemical science) de l'université d'Uppsala en Suède et par le ministère de la Santé du Zaïre. Nous remercions les Sœurs passionistes et le personnel des institutions impliquées pour leur collaboration.

## Références

- BARRETT (M.D.), HILL (D.C.), ALEXANDER (J.C.), ZITNAK (A.), 1977 - Fate of orally dosed linamarin in the rat. *Can. J. Physiol. Pharmac.*, 55 : 134-136.
- BOURDOUX (P.), SEGHERS (P.), MAFUTA (M.) *et al.*, 1982 - « Cassava Products : HCN content and detoxification processes ». In Delange (F.), Iteke (F.), Ermans (A.), éd. : *Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava*. Ottawa. Int. Development Research Center.
- CARTON (H.), KAYEMBE (K.), KABEYA, ODIO, BILLAU (A.) and MAERTENS (K.), 1986 - Epidemic spastic paraparesis in Bandundu (Zaire). *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 49 : 620-627.
- Codex alimentarius* commission, 1988 - *Report of the eighth session of the codex coordinating committee for Africa*. FAO/WHO, Cairo, Egypt.
- CONN (E.E.), 1969 - Cyanogenic glycosides. *J. Agr. Food Chem.*, 17 : 519-526.
- COOK (R.D.), DE LA CRUZ (E.M.), 1982 - An evaluation of enzymatic and autolytic assays for cyanide in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *J. Agr. Food Chem.*, 33 : 1001-1009.
- ESSERS (A.), ALSEN (P.), ROSLING (H.), 1992 - Insufficient processing of cassava induced acute intoxication and the paralytic disease konzo in a rural area of Mozambique. *J. Food Ecol. Nut.*, 27 : 17-27.
- FAO, 1989 - *Utilization of tropical foods : roots and tubers*. Food and Agricultural Organization, Rome, Italy.
- FOMUNYAM (R.T.), ADEGBOLA (A.A.), OKE (O.L.), 1985 - The stability of cyanohydrins. *Food Chemistry*, 17 : 221-225.
- FRESCO (L.O.), 1986 - *Cassava in shifting cultivation. A systems approach to agricultural technology development in Africa*. Amsterdam. Royal Tropical Institute.

GOOSSENS (F.), MWAMBA (L.), CASTERMANS (A.), MINTEN (B.), 1988 - « Une comparaison des niveaux de prix des produits vivriers sur les principaux marchés de Kinshasa ». *Projet « Commercialisation des produits agricoles »*, volume 5. Direction des marchés, prix et crédits de campagne, département de l'agriculture, Kinshasa/Leuven.

HAHN (S.K.), 1989 - An overview of African traditional cassava processing and utilization. *Outlook on Agriculture*, 18 : 110-118.

HOWLETT (W.P.), BRUBAKER (G.R.), MLINGI (N.), ROSLING (H.), 1990 - Konzo, an epidemic upper motor neuron disease studied in Tanzania. *Brain*, 113 : 223-235.

LANCASTER (P.A.), INGRAM (J.S.), LIM (M.Y.), COURSEY (D.G.), 1982 - Traditional cassava based foods : Survey of processing techniques. *Econ. Bot.*, 36 : 12-45.

MAJAK (W.), McDIARMID (R.E.), HALL (J.W.), CHENG (K.J.), 1990 - Factors that determine rates of cyanogenesis in bovine ruminal fluid in vitro. *J. Anim. Sci.*, 68 : 1648-1655.

Ministry of Health, Mozambique, 1984 - Mantakassa : an epidemic of spastic paraparesis associated with chronic cyanide intoxication in a cassava staple area in Mozambique. 1. Epidemiology, clinical and laboratory findings in patients. *Bull, WHO*, 62 : 477-484.

Ministry of Health, Mozambique, 1984 - Mantakassa : an epidemic of spastic paraparesis associated with chronic cyanide intoxication in a cassava staple area in Mozambique. 2. Nutritional factors and hydrocyanic content of cassava products. *Bull, WHO*, 62 : 485-492.

MINTEN (B.), GOOSSENS (F.), NTUMBA (N.), NDONTONI (B.), 1990 - « Aspects généraux de l'agriculture dans la région du bas Zaïre ». *Projet « Commercialisation des produits agricoles »*, volume 15. Direction des marchés, prix et crédits de campagne, département de l'agriculture, Kinshasa/Leuven.

MLINGI (N.), KIMATTIA (S.), ROSLING (H.), 1991 - Konzo, a paralytic disease observed in southern Tanzania. *Trop. Doc.*, 21 : 24-25.

MWAMBA (L.), GOOSSENS (F.), MINTEN (B.), NTUMBA (N.), 1989 - « Analyse des prix des produits vivriers à Kinshasa pendant la période 1961-1989 ». *Projet « Commercialisation des produits agricoles »*, volume 12. Direction des marchés, prix et crédits de campagne, département de l'agriculture, Kinshasa/Leuven.

O'BRIEN (G.M.), TAYLOR (A.J.), POULTER (N.H.), 1991 - An improved enzymatic assay for cyanogenes in fresh and processed cassava. *J. Sci. Food Agric.*, 56 : 277-289.

SCRIMSHAW (S.C.M.), HURTADO (E.), 1987 - « Rapid assessment procedures for nutrition and primary health care : anthropological approaches to improving programme effectiveness ». *Reference series*, volume 11. UCLA Latin American Center, Los Angeles, USA.

TROLLI (G.), 1938 - « Paraplégie spastique épidémique, "Konzo" des indigènes du Kwango. In Trolli (G.), éd. : *Résumé des observations réunies, au Kwango, au sujet de deux affections d'origine indéterminée*. Fonds Reine Elisabeth, Bruxelles.

TYLLESKÄR (T.), BANEÄ (M.), BIKANGI (N.), COOKE (R.D.), POULTER (N.H.), ROSLING (H.), 1992 - The causal role of cassava cyanogens in konzo, an upper motor neuron disease. *The Lancet*, 33 : 208-211.

TYLLESKÄR (T.), BANEÄ (M.), BIKANGI (N.), FRESCO (L.), PERSSON (L.-Å.), ROSLING (H.), 1991 - Epidemiological evidence from Zaire for a dietary aetiology of konzo, an upper motor neuron disease. *Bull. WHO*, 69 : 581-590.

### **Note à l'intention de lecteurs**

Cet article est un résumé de l'article original anglais intitulé « Shortcuts in cassava processing and risk of dietary cyanide exposure in Zaire », paru dans *Food and Nutrition Bulletin* 14 : 137-143 (1992). Sa traduction et sa publication sont faites avec la permission de l'éditeur.