

Fabrication de bouillies de sevrage de haute densité énergétique à base de manioc

Production of high energy density cassava based weaning gruels

P. GIAMARCHI, S. TRECHE

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

- Résumé -

L'objectif de notre travail a été de rechercher des sources d'alpha-amylases et de mettre au point des procédés permettant leur utilisation en vue d'augmenter la densité énergétique des bouillies de sevrage préparées à partir d'aliments locaux, notamment de farine ou de pâte de manioc.

Les méthodes utilisées consistent principalement à déterminer dans le même temps la concentration et la viscosité de bouillies préparées à différentes concentrations après incorporation de différentes sources d'alpha-amylases. La mesure de la viscosité est réalisée en conditions standards à l'aide d'un viscosimètre rotatif HAAKE VT500.

Les résultats obtenus montrent que quelle que soit la source d'alpha-amylases utilisée l'amidon de manioc est beaucoup plus sensible que celui des céréales habituellement produites en Afrique (maïs, riz, mil, sorgho) et constitue donc une source glucidique principale très intéressante pour les aliments de sevrage produits localement. Pour des ateliers de fabrication artisanale, l'incorporation dans des mélanges à base de farine de manioc et de légumineuses (ex: manioc/soja/sucre; 65/27/8; p/p/p) d'une enzyme produite industriellement en Europe, la BAN de Novo Industries S.A., est apparue comme le procédé le plus pratique et le moins coûteux.

Des procédés permettant la préparation de bouillies de haute densité énergétique enrichies en protéines au niveau des ménages ont également été mis au point pour des zones où les seules disponibilités locales utilisables sont du manioc, des protéagineux et un peu de maïs: ils consistent à introduire une faible quantité de farine de maïs germé dans un mélange pâte de manioc / pâte d'arachide ou de graines de courges (3/1; p/p) mis en suspension dans de l'eau froide. Cette suspension est chauffée à feu doux jusqu'à l'apparition de bulles en surface et maintenue sur le feu pendant encore au moins 5 minutes.

Le procédé mis au point pour des unités artisanales est actuellement utilisé au sein d'un atelier pilote de fabrication de farine de sevrage à Brazzaville. Celui proposé pour les zones rurales a été inclus dans une opération d'éducation nutritionnelle et de transfert de technologie au niveau des ménages qui est en cours d'évaluation dans une zone rurale du Congo.

- Abstract -

The objective of this work was therefore to look for alpha-amylase sources and define processes that could be used in increasing the energy density of weaning gruels prepared from local foods, especially from cassava flour or paste.

The methods used were mainly to determine concurrently the concentration and viscosity of gruels prepared at different concentrations after the incorporation of various alpha-amylase sources. Viscosity was measured under standardised conditions using a HAAKE VT500 rotative viscometre.

The results obtained showed that [whatever is the source of alpha-amylase] cassava starch was more susceptible than cereals (maize, rice, millet and sorghum) usually used in Africa and therefore constituted an interesting source of carbohydrates for locally produced weaning foods.

For cottage production, the incorporation in the mixtures of cassava and legume flours (cassava:soya beans:sugar; 67:27:8; w/w/w) of an enzyme (BAN; NOVO industries S.A., Danemark) produced industrially, appeared to be the most practical and cheapest method.

Techniques permitting the preparation of high density gruels rich in proteins at the household level has also been realised in areas where the only available foods are cassava, vegetable protein and small quantities of locally produced maize: It consisted of introducing small quantities of germinated maize flour into paste mixture (3:1, w/w) of either cassava groundnut or cassava dried melon seeds suspended in cold water. The suspension is gently heated until bubbles appear on the surface then it is kept cooking for at least 5 more minutes.

The process adopted for small scale production is presently been used in Brazzaville for a pilot plant production of weaning flour. For rural areas, the proposed process has been included at the household level in a nutritional education and technology transfer operation which is presently being evaluated in a special rural area of the Congo.

Introduction

Au Congo, des enquêtes menées en zones rurales et à Brazzaville (Cornu *et al.*, 1993) ont mis en évidence qu'au début de la période de sevrage plus de 3 enfants sur 4 ne reçoivent qu'une ou deux fois par jour des bouillies dont la concentration en matière sèche est en moyenne de $15,1 \pm 4,7$ g MS / 100 g, ce qui correspond à une densité énergétique d'environ 60 Kcal / 100 ml (Trèche *et al.*, 1992).

Par ailleurs, si l'on prend l'hypothèse conforme aux travaux de Vis *et al.* (1981) au Zaïre, que les mères en Afrique Centrale ne fournissent en moyenne que 540 ml de lait par jour, soit environ 380 Kcal, l'alimentation complémentaire devrait fournir 360 Kcal à un jeune garçon de 6 mois dont les besoins énergétiques peuvent être estimés à 740 Kcal (figure 1). Or, en raison de sa capacité stomacale réduite, un enfant de cet âge ne peut ingérer en une seule fois plus de 150 à 200 ml de bouillies (Brown *et al.*, 1989); en se basant sur une moyenne de 170 ml par repas, on peut calculer qu'il est nécessaire que les bouillies aient une densité énergétique d'environ 120 Kcal / 100 ml pour que la prise de deux bouillies par jour soit suffisante pour couvrir les besoins énergétiques en complément du lait maternel.

Compte tenu de leur faible fréquence de distribution, il apparaît donc nécessaire de doubler la densité énergétique des bouillies traditionnellement utilisées au Congo afin de leur permettre de compléter les apports du lait maternel pour la couverture des besoins énergétiques dès jeunes enfants entre 4 et 9 mois.

Augmenter la proportion de farine ou de pâte par rapport à l'eau ne suffit pas car la viscosité des bouillies préparées à partir de produits locaux non traités augmente très vite (figure 2) alors que les valeurs souhaitables varient entre 0,5 et 2,5 Pa.s en fonction de l'âge des enfants (figure 3) (Trèche, 1991). Nous avons donc recherché des procédés utilisables localement capables de modifier les propriétés rhéologiques des bouillies.

Deux voies sont possibles pour faire varier la viscosité d'une préparation d'amidon en milieu aqueux: d'une part, la réticulation qui nécessite l'addition de molécules organiques polaires comme des monoglycérides ou des acides gras et qui fait passer l'amylose d'une forme amorphe à une forme compacte en hélice qui empêche l'eau de pénétrer dans la molécule; d'autre part, la dépolymérisation qui aboutit à des dextrans dont la capacité de gonflement est moindre.

La dépolymérisation peut être obtenue de plusieurs manières: en appliquant des traitements hydrothermiques drastiques comme le séchage sur cylindres ou la cuisson-extrusion qui provoquent l'éclatement des grains d'amidon, puis déplient et cassent les chaînes constitutives (Jansen *et al.*, 1981); par hydrolyse acide qui solubilise préférentiellement les zones amorphes des grains d'amidon en s'attaquant aux liaisons hémiacétals alpha(1-4) terminales des chaînes

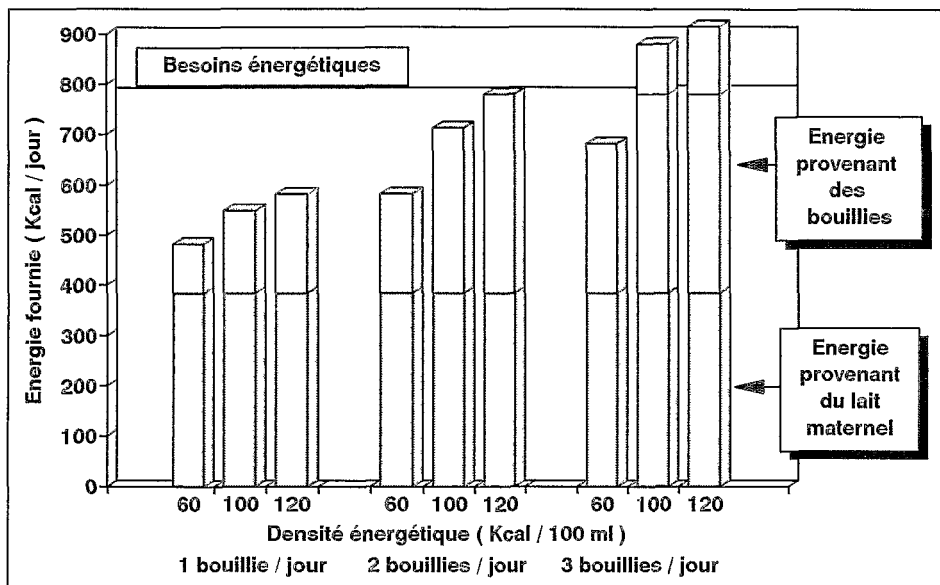


Figure 1

Couverture des besoins énergétiques d'un garçon de 6 mois en fonction de la fréquence des repas et de la densité énergétique des bouillies

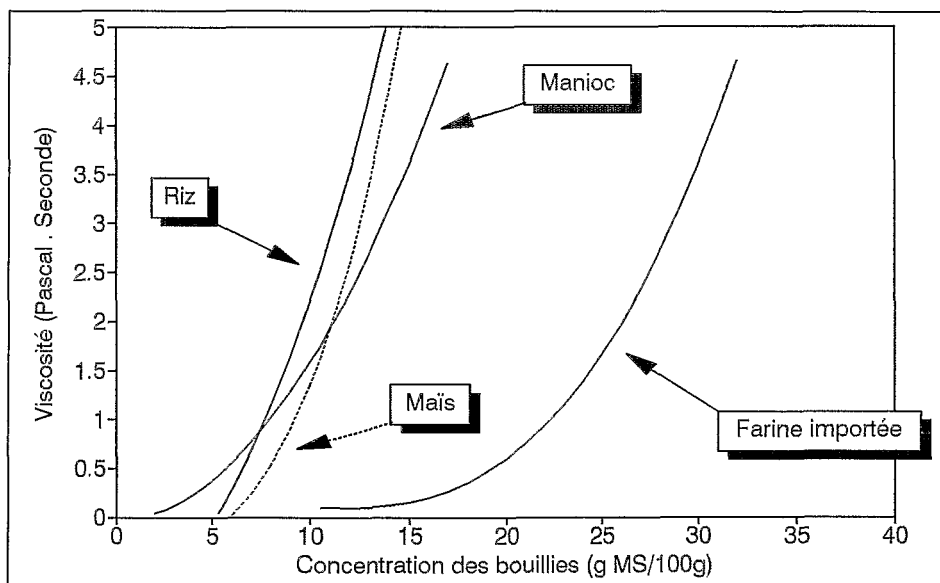


Figure 2

Évolution de la viscosité de différentes bouillies en fonction de leur teneur en matière sèche

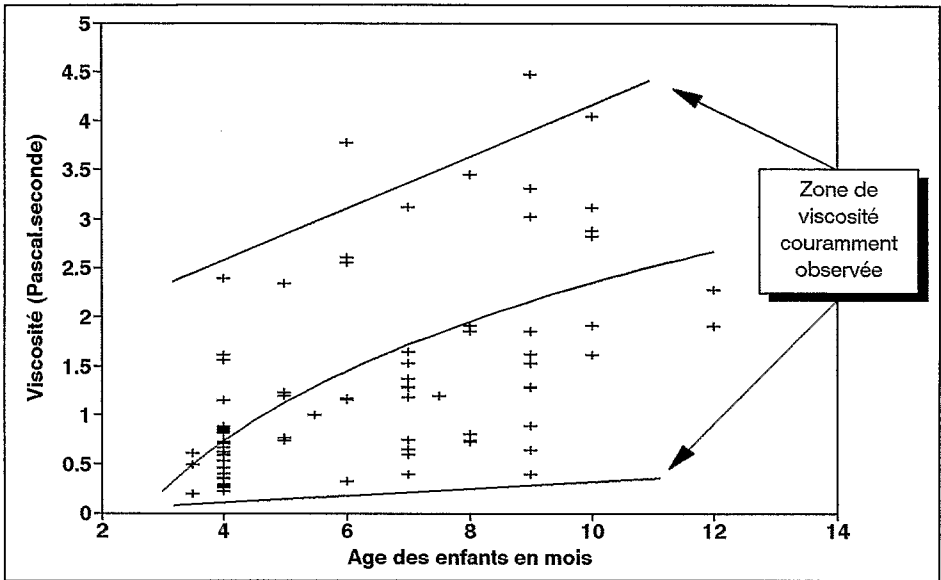


Figure 3

Variation de la viscosité des bouillies de maïs fermenté (poto-poto) préparés par les mères en fonction de l'âge des enfants

d'amylopectine et d'amylose; par hydrolyse enzymatique en utilisant des alpha-amylases qui en s'attaquant au hasard aux liaisons alpha(1-4) non terminales des chaînes permettent l'obtention de dextrans ramifiées ou non dont le degré de polymérisation dépend des conditions hydrolyses (durée, pH et température) et de la nature et de l'état du substrat (origine botanique et traitements hydrothermiques préalablement subis par les amidons). Compte tenu des prix de revient ou de l'impossibilité de réaliser certains procédés au niveau familial et des difficultés que poserait la légalisation du procédé d'hydrolyse acide, c'est l'hydrolyse enzymatique qui nous est apparue comme le procédé le plus intéressant.

L'objectif de notre travail a donc été de rechercher des sources d'alpha-amylases et de mettre au point des procédés permettant leur utilisation en vue d'augmenter la densité énergétique des bouillies de sevrage préparées à partir d'aliments locaux, notamment de farine ou de pâte de manioc compte tenu de leur importance dans le modèle de consommation alimentaire congolais (Massamba et Trèche, 1995).

Matériel et méthodes

1. Matériels

Les farines de manioc, de maïs, de riz, de soja ont été préparées à partir de produits commercialisés sur les marchés. A l'exception du riz, tous les produits ont été cultivés au Congo. Les farines ont été obtenues par passage dans un broyeur à marteaux puis tamisage dans un tamis à maille de 0,5 mm à partir de cossettes séchées pour le manioc, de grains entiers pour le maïs, de grains décortiqués pour le riz et de graines dépelliculées et torréfiées pour le soja. Les pâtes d'arachide et de graines de courges ont été achetées sur les marchés.

2. Méthodes

2.1. Mode de préparation des bouillies

Les bouillies ont été préparées en chauffant sur une plaque électrique des suspensions aqueuses contenant des farines ou des pâtes préalablement incorporées par des quantités connues de différentes sources d'alpha-amylases.

La durée de cuisson est de 5 minutes, sous agitation, après que le mélange eau/farine ait atteint la température de 85 °C, à partir de laquelle on peut constater un frémissement du mélange et l'apparition de bulles en surface. Un fois la cuisson terminée, on laisse refroidir les bouillies jusqu'à 45°C, température à laquelle sont réalisées les mesures de leur concentration en matière sèche et de leur viscosité.

2.2. Mesure de la concentration des bouillies

La concentration en matière sèche des bouillies au moment des mesures de viscosité a été obtenue en déterminant la perte de poids de prises d'essais d'environ 10g dans une étuve à 104°C pendant 24H.

2.3. Mesure de la viscosité des bouillies

Elle a été réalisée sur les bouillies maintenues à 45°C dans une enceinte thermostatée à l'aide d'un viscosimètre rotatif HAAKE VT500 muni d'un dispositif de mesure SV-DIN à une vitesse de rotation de 64,5 tours par minute.

Pour chaque bouillie, la lecture a été réalisée après 10mn de fonctionnement du viscosimètre après que les valeurs affichées se soient stabilisées.

2.4. Dosage de l'activité amylolytique de farines de céréales germées

L'activité amylolytique des farines de céréales germées a été mesurée par dosage colorimétrique des sucres libérés dans des conditions standards selon la méthode de Bernfeld (1955).

Résultats et discussion

1. Choix des sources enzymatiques et effet sur la viscosité des bouillies

De nombreux travaux ont démontré les possibilités d'amélioration de la densité énergétique des bouillies par l'incorporation dans les farines de sources d'alpha-amylases végétales, en particulier des farines de céréales germées (Desikachar, 1980; Mosha et Svanberg, 1983 ; Svanberg, 1987; Gopaldas *et al.*, 1988, 1989) ou par la fermentation préalable des produits utilisés pour la préparation des bouillies (Brown *et al.*, 1989 ; Mlingi, 1989 ; Tomkins *et al.*, 1989). Ces procédés qui ont l'avantage d'être à la portée des ménages présentent, néanmoins, les inconvénients de demander un temps de préparation relativement important, d'être d'une efficacité parfois limitée et de poser des problèmes de reproductibilité ou de contrôle de qualité. Ces constatations nous ont amené à rechercher d'autres sources d'alpha-amylases qui, tout en garantissant l'innocuité des produits permettraient, avec moins de contraintes, une amélioration substantielle de la densité énergétique des bouillies.

1.1. Choix d'une enzyme produite industriellement

La première étape de notre travail a donc consisté à comparer les possibilités offertes par les enzymes produites à grande échelle pour l'industrie agro-alimentaire. Parmi les différentes amylases produites industriellement qui ont été essayées, c'est la BAN, produite par Novo Industrie S.A., qui s'est révélée la plus intéressante dans la mesure où ses caractéristiques (tableau 1) lui permettent d'agir sur les molécules constitutives de l'amidon au moment de la préparation des bouillies par les mères. En effet, sa température optimale d'activité (72°C) la rend particulièrement efficace dans une zone de température où les grains d'amidon ont dépassé leur température de gélatinisation et sont donc particulièrement sensibles aux amylases ; par ailleurs, le fait que cette enzyme soit détruite lorsque la bouillie est maintenue à ébullition pendant un temps suffisamment long évite que celle-ci se liquéfie au cours de son refroidissement.

Lorsqu'on compare les variations, en fonction de la quantité de BAN incorporée, de la consistance de bouillies préparées à la concentration de 30 g MS / 100 g à partir de farines de manioc et de diverses céréales, on constate que leur viscosité diminue très rapidement avec le taux d'incorporation de l'enzyme et que cette diminution se produit beaucoup plus rapidement pour les bouillies à base de manioc que pour les bouillies à base de riz, de mil, de sorgho et surtout de maïs (figure 4).

Cette plus grande sensibilité de la farine de manioc à l'introduction de la BAN est confirmée lorsqu'on compare l'effet de l'incorporation d'une même quantité de BAN sur l'évolution de la viscosité en fonction de la concentration en

Tableau 1
Caractéristiques de la BAN

Nom :	BAN 800 MG (Novo Industries A/S)
Nature et origine :	Endo-amylase bactérienne (Bacillus subtilis)
Forme :	microgranulé
Emballage :	fût de 40 Kg
Durée de stockage :	6 mois à 25°C ; plus d'un an à 5°C
Prix approximatif :	300 FF / Kg rendu au Congo
Innocuité :	Conforme aux spécifications recommandées par FAO/WHO/JEFCA et FCC pour les enzymes de qualité alimentaire
Activité amylasique :	800 KNU ^(*) par gramme
pH optimal :	6,0
Température optimale :	72°C (de 42 à 85°C l'activité relative reste supérieure au 2/3 de l'activité optimale)
Produits de dégradation :	Dextrines de différents degrés de polymérisation ; oligosaccharides

*) KNU (Kilo-Unité Alpha-amylase Novo) : quantité d'enzyme qui dégrade 5,26 g d'amidon soluble (Merck, Erg B6) par heure selon la méthode standard Novo.

matière sèche des bouillies (figure 5): avec 29 unités KNU de BAN pour 100 g de MS, on peut obtenir des bouillies de concentration égale à 30 g MS / 100 g et de viscosité égale à 1 Pa.s alors que les bouillies de maïs et de riz de même viscosité n'ont respectivement des concentrations que de 15 et de 23 g MS / 100 g de bouillie.

1.2. Obtention d'une farine de maïs germé

Les céréales les plus couramment utilisées en Afrique comme source d'alpha-amylases après germination sont le sorgho et le mil. Mais, compte tenu de leur absence au Congo, nous nous sommes principalement intéressés au maïs.

La variété utilisée est originaire de la région des plateaux pour laquelle nous avons été amenés à mettre au point des procédés de fabrication d'aliments de sevrage à la portée des ménages. La première étape de notre travail a consisté à déterminer les conditions de maltage permettant d'obtenir l'activité amylolytique maximale (figure 6).

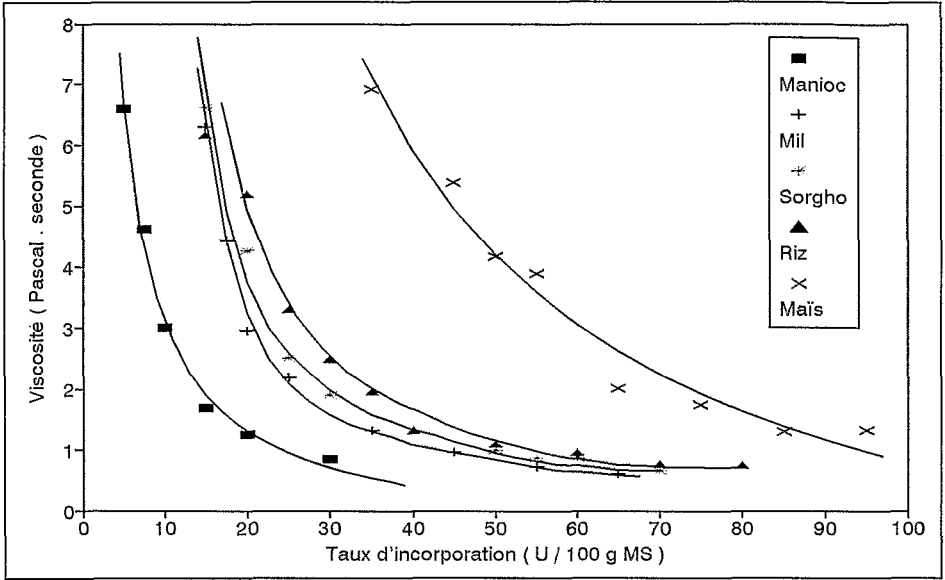


Figure 4

Variation de la viscosité de différentes bouillies (à 30% de matière sèche) en fonction du taux d'incorporation d'enzymes industrielles (BAN)

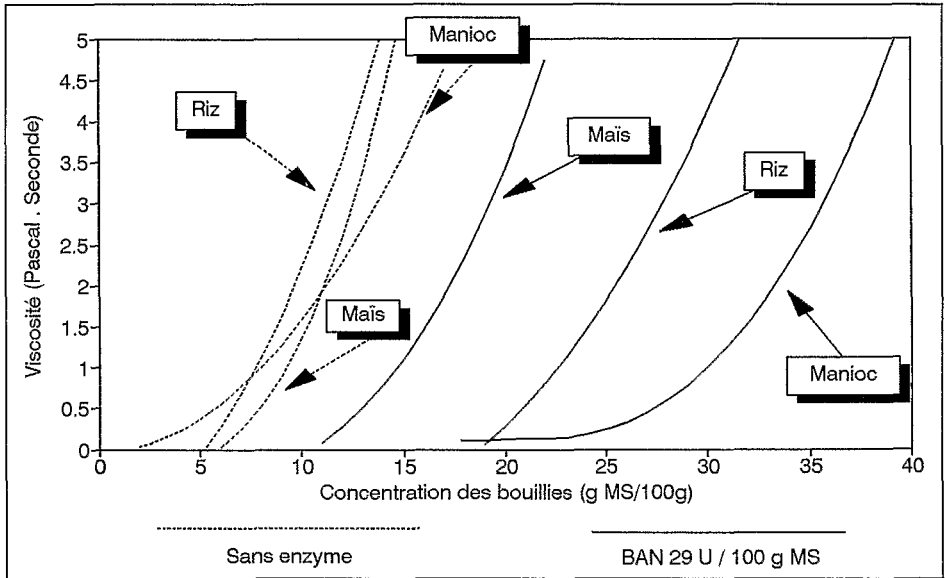


Figure 5

Influence de l'addition d'amylases industrielles (BAN) sur la viscosité de différentes bouillies en fonction de leur teneur en matière sèche

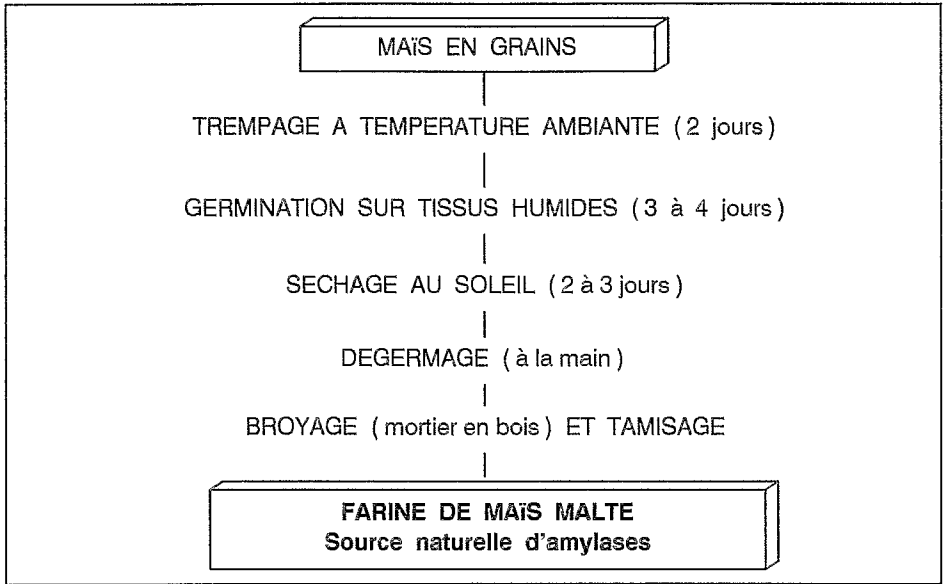


Figure 6.
Principales étapes de l'opération de maltage du maïs

Une étude comparée de l'évolution de la viscosité de bouillies préparées à partir de farines de manioc et de différentes céréales en fonction du taux d'incorporation de farine de maïs germé a permis de confirmer que l'amidon de manioc était plus sensible que celui des céréales à l'action des amylases dans les conditions de préparation des bouillies (figure 7): en incorporant 5% de farine de maïs germé dans de la farine de manioc, on peut obtenir des bouillies ayant une viscosité voisine de 2 Pa.s à la concentration de 30g MS / 100 g alors qu'il faut en incorporer de 15 à 20% dans les farines de céréales pour obtenir le même résultat.

Quelle que soit l'origine des alpha-amylases introduites, l'amidon de manioc apparaît donc comme particulièrement sensible à leur action ce qui nous a permis de mettre au point des procédés de fabrication de bouillies de sevrage de haute densité énergétique utilisant de la farine ou de la pâte de manioc comme source énergétique principale.

2. Mise au point de procédés utilisables dans des ateliers de fabrication artisanale

Dans les villes du Congo, pays urbanisé à plus de 50%, presque toutes les mères ont pris l'habitude d'acheter les aliments de sevrage qu'elles préparent sous forme de bouillies. Il existe donc un marché potentiel important pour des farines

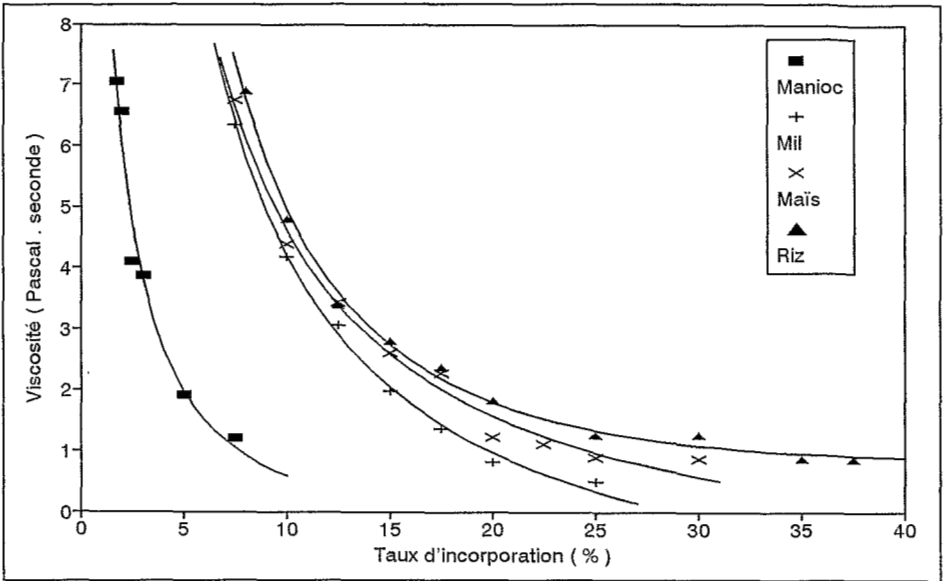


Figure 7

Variation de la viscosité de différentes bouillies (à 30% de matière sèche) en fonction du taux d'incorporation de farine de maïs malté

de sevrage de fabrication locale si elles sont de qualité suffisante pour concurrencer les farines importées et suffisamment bon marché pour se substituer à la pâte de maïs fermentée habituellement utilisée mais de médiocre qualité nutritionnelle (Trèche *et al.*, 1992).

L'utilisation d'enzymes produites industriellement du type de la BAN apparaissant comme une solution pratique et peu onéreuse pour produire en atelier des farines reconstituables en bouillies de haute densité énergétique, nous avons étudié les conditions de cette utilisation.

Des formules à base de farine de manioc complétée par des farines de légumineuses de façon à permettre la couverture des besoins en nutriments essentiels lorsque la consommation de bouillies est suffisante pour couvrir les besoins énergétiques en complément du lait maternel ont donc été calculées.

Pour un mélange farine de manioc, farine de soja, sucre en poudre (65/27/8), on a pu déterminer qu'il était nécessaire d'introduire 120 Unités de BAN par Kg de mélange soit 0,15 g d'enzymes (Avouampo *et al.*, 1991). Lorsqu'on examine la variation de la viscosité des bouillies préparées à partir de ce mélange en fonction de leur concentration finale (figure 8), on constate que les valeurs qui délimitent la zone de viscosité souhaitable pour les enfants de 4 à 12 mois correspondent à des concentrations de 25 et 33 g MS / 100 g de bouillie.

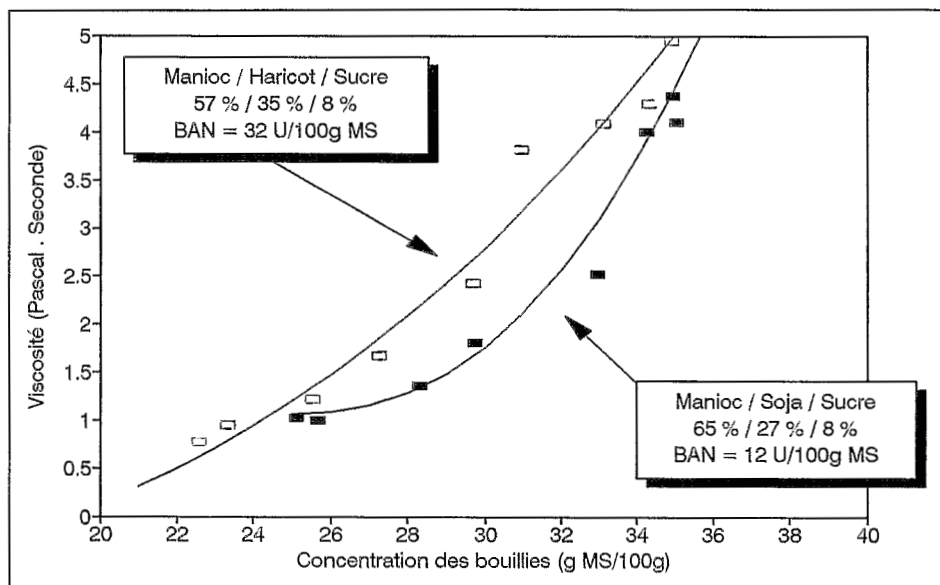


Figure 8

Variation de la viscosité de bouillies de manioc enrichies en légumineuses et incorporées de "BAN", en fonction de leur concentration

D'autres études ont permis de préciser certaines conditions d'utilisation et de mettre en évidence plusieurs facteurs de variation de l'efficacité du procédé (Trèche et Giamarchi, 1991):

- le pH des farines doit nécessairement être compris entre 5,5 et 9,0;
- la bouillie doit être maintenue pendant au moins 5 mn au dessus de 85°C pour inactiver l'enzyme en fin de préparation et éviter que la bouillie ne se liquéfie en refroidissant.
- la quantité d'enzyme à incorporer dépend non seulement de l'origine botanique de la source glucidique principale mais également de la nature de la source protéique: l'incorporation de légumineuses riches en amidon (ex: haricot) nécessite l'utilisation d'une quantité plus importante d'enzymes que celle de légumineuses qui en sont dépourvues (ex: soja);
- la granulométrie des farines et les traitements hydrothermiques (grillage, séchage complémentaire...) qu'elles ont préalablement subis peuvent modifier légèrement leur sensibilité au traitement;
- la puissance de la source de chaleur au moment de la préparation des bouillies peut faire légèrement varier l'efficacité du procédé dans la mesure où elle détermine la vitesse de cuisson entre environ 60°C (température de gélatinisation des amidons) et 85°C (température d'inactivation de l'enzyme).

Néanmoins, l'emploi de cette enzyme dans de petites unités de fabrication de farine de sevrage ne pose pas de problème majeur et son efficacité au moment de la préparation des bouillies par les mères est tout à fait satisfaisante à condition que les mères suivent les recommandations simples données sur les paquets.

De plus la détermination de la quantité d'enzymes à incorporer dans de nouveaux mélanges ne demande que quelques essais dans un laboratoire équipé d'un viscosimètre et peut même être réalisée, en première approximation, sans équipement spécial.

3. Mise au point de procédés transférables au niveau des ménages

Ces procédés ont été mis au point dans le cadre d'une opération d'éducation nutritionnelle et de transfert de technologie permettant la préparation d'aliments de sevrage de bonne qualité nutritionnelle sur le plateau Kukuya situé à 400 Km au nord de Brazzaville. Dans cette région où les seules disponibilités alimentaires sont des produits dérivés du manioc, du maïs, des haricots et des protéagineux (pâte de courge et pâte d'arachide), les mères se contentent traditionnellement de donner des bouillies de manioc préparées uniquement à partir de pâte ou de farine de manioc et de sucre et dont la valeur nutritionnelle est extrêmement faible (concentration en matière sèche inférieure à 15 g / 100 g de bouillie et teneur en protéines brutes inférieure à 1 g / 100 g MS).

La première étape a consisté à calculer la proportion de pâte d'arachide ou de courge à incorporer dans la pâte de manioc (1/3: p:p) pour obtenir des mélanges contenant au moins 10 g de protéines / 100 g MS.

Nous avons ensuite déterminé le taux d'incorporation de farine de maïs germé dans ces mélanges de façon à obtenir des bouillies de viscosité voisine de 1 Pa.s à la concentration de 30 g MS / 100 g (figure 9) ce qui nous a permis de proposer une recette (figure 10) permettant l'obtention de bouillies de concentration voisine de 30 g MS / 100 g et de teneur en protéines brutes dépassant 10 g / 100 g MS (Trèche *et al.*, 1992; Pezennec *et al.*, 1993).

La réussite de cette opération de transfert réalisée dans une zone regroupant 16 000 personnes est en cours d'évaluation, mais d'ores et déjà l'analyse d'échantillons prélevés chez les mères ayant adopté les procédés culinaires proposés montre qu'elles arrivent dans leur grande majorité à préparer des bouillies ayant la valeur nutritionnelle souhaitée.

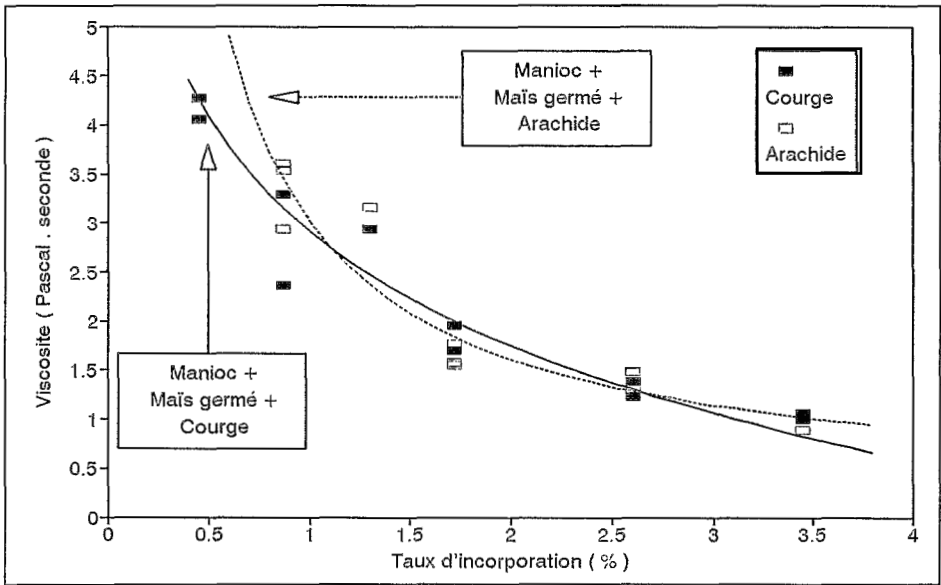


Figure 9

Variation de la viscosité de bouillies de manioc enrichies en pâte de courge ou d'arachide (à 30% de matière sèche) en fonction du taux d'incorporation de farine de maïs malté

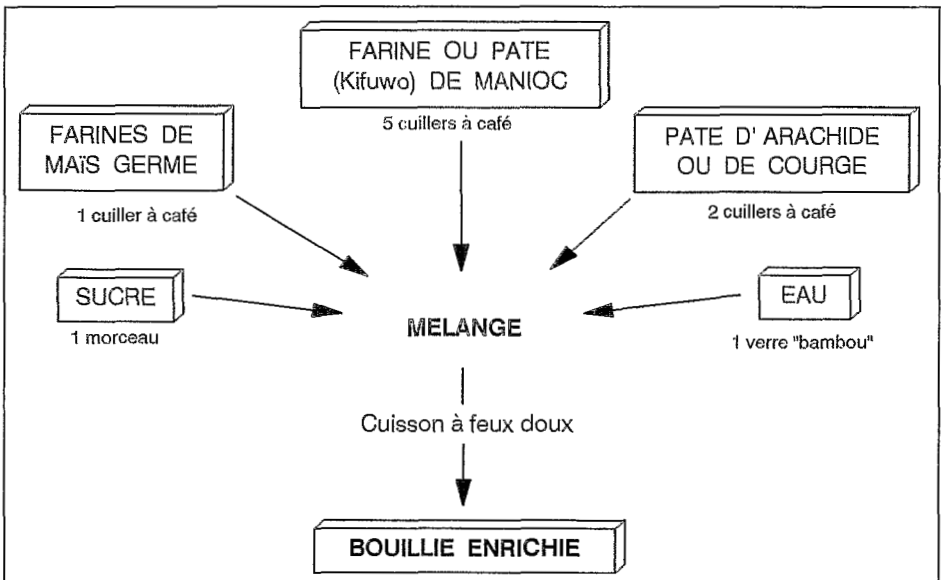


Figure 10

Préparation de bouillies de manioc enrichies en pâte de courge ou d'arachide

Conclusion

Il existe des contextes dans les pays en Développement, notamment en Afrique, où l'augmentation des apports en énergie et en nutriments essentiels dans l'alimentation des enfants pendant la période de sevrage peut être facilement réalisée en améliorant la densité énergétique des bouillies.

Différents procédés utilisant des amylases naturelles ont été proposés, mais dans la plupart des cas ils ne concernaient que les bouillies préparées à partir de céréales. Pour un pays d'Afrique Centrale comme le Congo où les céréales ne sont pas produites localement à l'exception de petites quantités de maïs, il était nécessaire de mettre au point des procédés pour la préparation de bouillies à base de manioc de bonne valeur nutritionnelle.

Le manioc s'est révélé être un substrat particulièrement bien adapté aux traitements enzymatiques à cause de la grande sensibilité de son amidon à l'action des amylases. Bien que la préparation de farine de maïs germé demande du temps, son incorporation dans les bouillies est le seul procédé réalisable au niveau des ménages. Pour les unités artisanales de fabrication de farines de sevrage, l'utilisation d'enzymes industrielles est une alternative très efficace d'une grande commodité d'emploi et d'un coût réduit (moins de 1% du prix de revient) qui a permis le démarrage à Brazzaville d'un atelier pilote de fabrication de farine de sevrage (Legros et Trèche, 1993).

Bibliographie

AVOUAMPO (E.), LEGROS (O.), TRECHE (S.), 1991 - «Les farines à base de manioc «ORSTOM/AGRICONGO». Communication présentée au Séminaire-atelier "les bouillies de sevrage en Afrique centrale", 21-24 mai 91, Bureau régional de l'OMS, Brazzaville, Congo.

BERNFELD (P.), 1955 - «Amylase, alpha et Beta.» *In* : Colowick (S.P.), Kaplan (N.O.), éd.: *Methods in enzymology*, Academic Press, New-York, 1 : 149.

BROWN (K.H.), DICKIN (K.L.), BENTLEY (M.E.) et al., 1989 - «La consommation de produits de sevrage à base de céréales fermentées dans l'état de Kwara, Nigéria.» *In Pour améliorer l'alimentation des enfants d'Afrique orientale et australe : une technologie à la portée des ménages*. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya, du 12 au 16 octobre 1987, IDRC-265f : 208-227.

CORNU (A.), TRECHE (S.), MASSAMBA (J.P.), MASSAMBA (J.), DELPEUCH (F.), 1993 - Alimentation de sevrage et interventions nutritionnelles au Congo. *Cahiers Santé (AUPELF-UREF)*, 3 : 168-177.

DESIKACHAR (H.S.R.), 1980 - Development of weaning foods with high caloric density and low hot-paste viscosity using traditional technologies. *Food and Nutrition Bulletin*, 2 (4) : 21-23.

GOPALDAS (T.), DESHPANDE (S.), JOHN (C.), 1988 - Studies on a wheat based amylase-rich food. *Food and Nutrition Bulletin*, 10 : 55-59.

GOPALDAS (T.), MEHTA (P.), JOHN (C.), 1989 - «La réduction du volume des gruaux de sevrage traditionnels en Inde.» In : *Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe : une technologie à la portée des ménages*. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya, 12-16 Octobre 1987, Ottawa, Ontario, IDRC-265f : 375-385.

JANSEN (G.R.), O'DEEN (L.), TRIBELHORN (R.E.), HARPER (J.M.), 1981 - The calorie densities of gruels made from extruded corn-soy blends. *Food and Nutrition Bulletin*, 3 : 39-44.

LEGROS (O.), TRECHE (S.), 1993 - La Fabrication de farines de sevrage à Brazzaville : un projet ORSTOM-AGRICONGO. *Le Courrier ACP-CEE*, janvier-février, 137 : 48-50.

MASSAMBA (J.), TRECHE (S.), 1995 - «Les modalités de consommation du manioc au Congo.» In : Agbor Egbe (T.), Brauman (A.), Griffon (D.), Trèche (S.), éd. *Transformation alimentaire du manioc*, Paris, Editions de l'Orstom.

MLINGI (N.V.L.), 1989 - «La réduction du volume des aliments de sevrage à base de manioc par la fermentation.» In : *Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe : une technologie à la portée des ménages*. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya, 12-16 octobre 1987, Ottawa, Ontario, IDRC-265f : 239-251.

MOSHA (A.C.), SVANBERG (U.), 1983 - Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. *Food and Nutrition Bulletin*, 5 : 10-14.

PEZENNEC (S.), LOUYAT DE DIBANTSA (Y.), GAMI (N.) et al., 1993 - *Opération d'éducation nutritionnelle et de transfert de technologies alimentaires à la portée des ménages sur le plateau Kukuya (District de Lekana)*. Aide mémoire à l'usage des animatrices chargées de la vulgarisation. Document multigraphié ORSTOM/PAAN, Brazzaville, 29 p.

SVANBERG (U.), 1987 - *Dietary bulk in weaning food*. Thèse, Chalmers University of Technology, Goteborg, Suède.

TOMKINS (A.), ALNWICK (D.), HAGGERTY (P.), 1989 - «L'emploi de produits fermentés pour améliorer l'alimentation des enfants d'Afrique australe et orientale.» *In : Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe : une technologie à la portée des ménages*. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya, 12-16 octobre 1987, Ottawa, Ontario, IDRC-265f : 156-192.

TRECHE (S.), 1991 - «Améliorer la valeur nutritionnelle des bouillies de sevrage : une nécessité pour la santé publique au Congo.» Communication présentée au séminaire-atelier sur la préparation de la conférence Internationale sur la nutrition, 9-12 décembre 1991, Bureau régional de l'OMS, Brazzaville.

TRECHE (S.), GIAMARCHI (P.), 1991 - «Utilisation d'enzymes produites industriellement pour l'amélioration de la densité énergétique des bouillies de sevrage.» Communication présentée au Séminaire-atelier "les bouillies de sevrage en Afrique centrale", 21-24 mai 1991, Bureau régional de l'OMS, Brazzaville, Congo.

TRECHE (S.), GIAMARCHI (P.), PEZENNEC (S.), GALLON (G.), MASSAMBA (J.), 1992 - «Les bouillies de sevrage au Congo: composition, valeur nutritionnelle et modalités d'utilisation.» Communication présentée aux 5èmes journées Internationales du GERM, 23-27 novembre 1992, Balaruc, France.

TRECHE (S.), PEZENNEC (S.), GIAMARCHI (P.), 1992 - «Comment améliorer les bouillies de sevrage préparées dans les ménages congolais.» Document multigraphié ORSTOM, Brazzaville, 10 p.

VIS (H.L.), HENNART (P.), RACHABABISHA (M.), 1981 - Some issues in breastfeeding in deprived rural areas - maternal nutrition and breast-feeding in the Kivu, Zaïre. *Assignment Children*, 55/56 : 183-200.