

## POURQUOI ET COMMENT AUGMENTER LA DENSITE ENERGETIQUE DES BOUILLIES DE SEVRAGE AU CONGO ?

Philippe GIAMARCHI, Gabriel BAHOUNOUKA, et Serge TRECHE.  
ORSTOM Brazzaville.

### INTRODUCTION

Pour débiter cette étude, nous allons tout d'abord décrire quelle est la nature et la valeur nutritionnelle des bouillies de sevrage les plus couramment utilisées au Congo.

Nous mettrons ensuite en évidence les incidences nutritionnelles d'une densité énergétique insuffisante de ces bouillies.

Et nous envisagerons enfin les solutions qu'il est possible de proposer pour augmenter cette densité énergétique, en ajoutant des amylases de façon à réduire le taux de gonflement de l'amidon.

- Nous verrons tout d'abord quelles propositions peuvent être faites pour des petites unités de production artisanales de farine de sevrage.
- Et quelles solutions peuvent être envisagées pour une réalisation au niveau des ménages.

### I - INCIDENCES NUTRITIONNELLES D'UNE DENSITE ENERGETIQUE INSUFFISANTE

Pour comprendre la nécessité d'augmenter la densité énergétique des bouillies, il faut commencer par décrire quelle est la fréquence des repas, ainsi que la nature, et la valeur nutritionnelle des bouillies de sevrage que les mères préparent pour leurs enfants.

Sur le tableau 1, nous voyons que les enfants reçoivent pour la plupart seulement 1 à 2 bouillies par jour. Car la majorité des femmes travaillent et elles ne disposent que de peu de temps pour s'occuper de leurs enfants.

En zones rurales, 78 % des enfants consomment seulement 1 à 2 bouillies par jour; à Brazzaville, ils sont 79 % à ne consommer que 1 à 2 bouillies par jour.

Les bouillies que les mères donnent à leurs enfants sont préparées à plus de 80 % à partir de produits locaux, dont 21 % de manioc et 47 % de maïs en zone rurales; contre 77 % de maïs à Brazzaville. Comme nous pouvons le voir sur le tableau 2. Les farines importées, quant à elles, ne représentent que 11 % et 18 % des produits utilisés.

En étudiant la concentration en matière sèche de ces bouillies nous pouvons voir sur la figure 1 qu'elle est en moyenne de 15 gMS/100g, ce qui représente une densité énergétique d'environ seulement 60 Kcal/100 ml.

05 MAR 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 35065 ex 1

Cote : B

11 P66

- En partie par l'énergie provenant du lait maternel, qui peut être estimée en moyenne à 540 ml de lait, soit 380 kcal/jour, selon une étude menée au Zaïre;
- En partie par l'énergie provenant des bouillies.

En prenant comme hypothèse, un volume moyen de bouillie consommé à chaque repas de 170 ml, on s'aperçoit que dans la majorité des cas, c'est à dire pour des enfants consommant deux fois par jour des bouillies contenant 60 kcal/100ml, on atteint seulement une ration énergétique de 600 Kcal/jour, ce qui est très insuffisant pour couvrir la totalité de leur besoins s'élevant à 780 Kcal/jour.

Même dans le cas où les enfants consomment 3 bouillies par jour, la densité énergétique de 60 kcal/100 ml ne suffit pas à couvrir leurs besoins.

En conséquence, pour couvrir de façon satisfaisante les besoins énergétiques des enfants:

- Lorsqu'ils reçoivent 3 repas par jour, il est nécessaire de leur donner des bouillies ayant une densité énergétique d'au moins 100 kcal/100ml.
- Pour 2 repas par jour, il leur faut des bouillies ayant une densité énergétique d'au moins 120 kcal/100 ml.

Soit le double de la densité énergétique moyenne des bouillies actuellement préparées par les mères.

## II - NECESSITE DE MODIFIER LES PROPRIETES RHEOLOGIQUES DE L'AMIDON

Pour satisfaire les besoins énergétiques des enfants il est donc nécessaire de mettre au point une technique permettant d'augmenter jusqu'à 120 kcal/100ml la densité énergétique des bouillies.

Mais ces modifications doivent être faites en tenant compte :

- D'une part, de la viscosité des bouillies qui dépend directement de leur concentration
- D'autre part, des préférences des enfants pour une consistance donnée des bouillies

Comme on peut le voir sur la figure 3, la viscosité augmente avec la concentration des bouillies.

Cette évolution est légèrement différente selon que l'on utilise de la farine de maïs ou de manioc.

Par comparaison le Cérélac, qui est un produit commercial, permet d'atteindre, dans les mêmes gammes de viscosité des concentrations beaucoup plus élevées, ayant ainsi une densité énergétique satisfaisante.

De plus pour que la bouillie soit acceptée par les mères et par les enfants elle doit correspondre à des viscosités bien précises.

Nous avons demandé à des mères ayant des enfants en bas âge de préparer des bouillies de poto-poto.

La représentation de la viscosité des bouillies en fonction de l'âge (figure 4), permet de définir une zone de viscosité acceptable allant de 0.5, à 3.5 Pa.s.

Pour satisfaire les besoins énergétiques des enfants les plus jeunes, il est donc nécessaire de mettre au point une bouillie ayant une viscosité de 1 Pa.s, avec une densité énergétique de 120 kcal/100ml .

## III PROCEDES MIS AU POINT

Cependant, nous avons vu qu'il n'est pas possible d'augmenter simplement la quantité de farine utilisée dans la préparation de la bouillie, ce qui correspondrait à une viscosité beaucoup trop forte, et rendrait la bouillie inconsommable par les enfants.

Pour atteindre le but que nous nous sommes fixés, il est nécessaire de diminuer le taux de gonflement de l'amidon pour réduire sa capacité de rétention d'eau et ainsi augmenter la densité énergétique des bouillies tout en conservant la même viscosité.

Pour cela nous avons étudié l'ajout dans les bouillies d'amylases destinées à couper les chaînes d'amylose et d'amylopectine qui constituent l'amidon.

## **1) Procédés pour les ateliers de productions**

Dans une première partie de notre étude, nous avons envisagé une solution destinée plus particulièrement à de petits ateliers de production.

Après divers essais, nous avons choisi une enzyme industrielle, la BAN, qui est produite par Novo SA Industries (tableau 3). Il s'agit d'une endo-amylase bactérienne issue de *Bacillus subtilis*, qui dégrade l'amidon en dextrans et en oligosaccharides.

Elle se présente sous forme de Micro-granulés; elle a une activité optimale à pH 6, et à une température de 62°C. Enfin elle est de qualité alimentaire conformément aux spécifications recommandées par la FAO et l'OMS.

### **a) Modes opératoires**

Dans tous les essais la quantité désirée d'enzyme, mesurée par rapport à la matière sèche et exprimée en unités d'amylase a été mélangée aux farines, avant préparation des bouillies.

Les farines ont été obtenues par broyage dans un broyeur à marteaux à partir de produits commercialisés sur les marchés.

Les bouillies ont été préparées en chauffant, les farines en suspension dans de l'eau sur une plaque électrique (tableau 4).

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.

Une fois la cuisson terminée on laisse refroidir les bouillies jusqu'à 45°C. A cette température nous avons réalisé la mesure de la viscosité à l'aide d'un viscosimètre HAAKE VT500, muni d'un dispositif de mesure SV-DIN (vitesse de rotation de 64.5 tours par minutes), et d'une enceinte thermostatée à 45°C.

La détermination de la teneur en matière sèche, est en suite réalisée par différence pondérale après 24 h à l'étuve à 105 °C.

### **b) Détermination de la quantité d'enzymes à incorporer**

Dans un premier temps, nous avons étudié l'évolution de la viscosité des bouillies de manioc (préparées à 30 % de MS), en fonction de la quantité d'enzymes incorporés (figure 5).

On constate une forte diminution de la viscosité lorsque l'on passe de 5 à 10 unités d'enzymes pour 100 g de matière sèche, puis les variations deviennent plus faibles lorsqu'on augmente les quantités introduites jusqu'à 50 unités.

Pour pouvoir atteindre une concentration en matière sèche de 30 % c'est à dire 120 kcal/100ml, avec une viscosité d'environ 0.8 Pa.s, convenant aux plus jeunes enfants, nous avons pu déterminer qu'il était nécessaire d'incorporer 29 U/100 g MS

### c ) Choix de la farine de manioc

Dans un deuxième temps nous avons étudié, l'évolution de la viscosité en fonction de la teneur en matière sèche, pour différentes farines, d'une part sans enzymes, et d'autre part additionnées de 29 U d'amylases /100g (figure 6).

On observe que l'efficacité de l'enzyme dépend largement du type de farine. Dans le cas du maïs l'effet est très faible, le riz est légèrement plus sensible, enfin l'amidon manioc est le plus facilement attaqué par les amylases. L'incorporation de 29 unités d'enzymes permet de multiplier par 3 les concentrations des bouillies de manioc, et d'atteindre 120 kcal/100ml.

En conséquence, le manioc paraît être un substrat particulièrement bien adapté au traitement enzymatique à cause de la grande sensibilité de son amidon à l'action des amylases.

### d ) Formules contenant des farines de légumineuses

Nous avons également mis au point des mélanges, à base de farine de manioc enrichies avec des farines de légumineuses, pour assurer un apport satisfaisant en protéines.

Les quantités d'enzymes introduites dans les deux mélanges ont dû être adaptées à cause de la nature de l'amidon apporté par le haricot (50 %) et des lipides apportés par le soja de façon à atteindre, dans la zone de viscosité optimale une concentration et une densité énergétique suffisante (figure 7).

## 3 ) Technologies transférables au niveau des ménages

Pour proposer une technologie transférable au niveau des ménages, il faut disposer d'une source d'amylases naturellement disponible. Dans ce but, nous nous sommes intéressés au pouvoir amylolytique élevé du sorgho germé.

### a - Maltage du sorgho

Le maltage du sorgho est une technologie qui a toujours été utilisée en Afrique pour la production de bière locales.

Il s'agit d'une céréale adaptée au climat, qui est consommée dans de nombreux pays africains, et qui acquiert lors de sa germination une forte activité amylolytique.

Son principal inconvénient tient à sa forte teneur en antinutriments, et il est important de dégermer le sorgho malté avant la mouture, car la quantité d'acide cyanhydrique contenue dans la plantule peut être très importante.

Le maltage du sorgho a été réalisé à l'atelier de transformation des produits agricoles d'AGRICONGO.

Toutes les opérations ont été réalisées de façons simples, pour être facilement transférables au niveau des ménages (tableau 5).

- La première opération est un décorticage et un nettoyage des grains, pour enlever les impuretés présentes.
- Il y a ensuite un trempage des grains, à température ambiante durant 24 à 72 heures.
- La germination est réalisée sur un tissu humide, à température ambiante, et à l'abri des rayons directs du soleil durant 12 à 48 heures, jusqu'à l'apparition d'une plantule de 5 cm environ.
- Les grains germés sont ensuite séchés au soleil pendant 2 à 3 jours.
- Puis dégermés pour ôter les plantules desséchées.
- Et enfin écrasés dans un broyeur à marteau pour obtenir la farine de sorgho malté.

### b - Détermination du taux d'incorporation

Il est nécessaire tout d'abord de connaître les quantités minimale de farine de sorgho malté à incorporer. Pour cela nous avons fait varier le taux d'incorporation dans des bouillies de manioc à 30 % de matière sèche (figure 8).

Pour atteindre une viscosité optimale de 1 Pascal.seconde, acceptable par les plus jeunes enfants, nous avons constaté qu'il était nécessaire d'incorporer 17 % de sorgho malté dans la bouillie de manioc.

Cependant, ce taux de 17 %, si il permet d'atteindre la densité énergétique souhaitée d'environ 120 kcal/100g, est trop contraignant pour une production au niveau des ménages, compte tenu du temps nécessaire à la fabrication de la farine germée.

Afin de promouvoir efficacement un tel procédé il nous a semblé préférable de se limiter à un taux d'incorporation de 10 %.

### c - Intérêt du mélange sorgho - manioc

Nous avons étudié également l'évolution de la viscosité des mélanges maïs-sorgho et manioc-sorgho en fonction de la concentration des bouillies.

La figure 9 montre que l'addition de 10 % de sorgho malté n'a permis d'obtenir qu'une très légère augmentation de la concentration des bouillies de maïs. Alors qu'elle a permis de doubler la teneur en matière sèche des bouillies de manioc pour atteindre environ 80 kcal/100g.

Comme précédemment, le manioc apparaît être un substrat très intéressant dans notre cas, par rapport au maïs, qui ne répond que faiblement au traitement enzymatique.

### d - Optimisation du mode d'utilisation

Enfin il reste possible d'optimiser le mode de préparation de la bouillie de façon à favoriser l'action des amylases.

En conservant un taux d'incorporation de farine de sorgho malté, de 10 %, et en visant une concentration de 28 % de matière sèche, nous avons fait varier 2 paramètres du mode opératoire de préparation de la bouillie (comme décrit sur le tableau 6).

- 1) La température de la première phase de cuisson, c'est à dire la température jusqu'à laquelle la farine et l'eau sont chauffés en agitant pour assurer une gélatinisation partielle de l'amidon.
  - 2) Le temps de repos, qui permet de choisir la durée d'action des amylases.
- Seule la durée de la deuxième phase de cuisson, après avoir atteint la température de 85°C, reste inchangé avec 5 minutes pour tous les essais.

#### Remarques:

- Pour le 3<sup>ème</sup> essai, la 1<sup>ère</sup> phase de cuisson consiste simplement à porter à ébullition l'eau nécessaire au mélange. La farine manioc-sorgho, en suspension dans un peu d'eau froide, est ensuite versée dans l'eau à ébullition.

En comparant la viscosité selon les différents modes de préparation on remarque que l'essai le plus performant est le C, puisqu'il permet d'atteindre une viscosité de 1.10 Pascal.seconde contre 5.4 pour l'essai témoin A (figure 10). Soit une diminution de 80 % de la viscosité des bouillie.

Ce mode opératoire présente également l'avantage d'être très proche de celui utilisé couramment par certaines mères Africaines et sera donc plus facilement accepté.

## CONCLUSION

Au cours de ce travail, nous avons montré qu'il était nécessaire d'augmenter la densité énergétique des bouillies de sevrage, pour permettre la couverture des besoins énergétiques des enfants.

L'ensemble des essais réalisés à ce jour en incorporant diverses sources d'amylases dans différentes farines, confirme la possibilité d'obtenir des bouillies ayant à la fois

- Une densité énergétique suffisante de 120 kcal/100ml,
- Une consistance satisfaisante.

dans le cas de petits ateliers de production, le procédé le plus intéressant nous semble être l'utilisation d'une enzyme produite industriellement (la BAN), incorporée à la farine lors de la fabrication du mélange.

Dans le cas des ménages, il est possible d'utiliser des sources naturelles d'amylases, comme celles contenues dans la farine de sorgho malté.

Cependant, des recherches complémentaires restent à mener, pour définir les modalités d'utilisation optimales des différentes sources d'enzymes qui peuvent être envisageables.

**TABLEAU 1**  
Fréquence de distribution des bouillies au Congo chez les enfants de 3 à 6 mois

	Zones rurales	Brazzaville
1 Bouillie / jour	13 %	23 %
2 Bouillies / jour	65 %	56 %
3 Bouillies / jour et plus	22 %	21 %

En % des enfants consommant de la bouillie au moins une fois par jour

Source : Cornu et al ( 1991 ).

**TABLEAU 2**  
Fréquence d'utilisation des différentes bouillies de sevrage au Congo

INGREDIENT PRINCIPAL	ZONES RURALES	BRAZZAVILLE
<b>PRODUITS LOCAUX</b>	<b>88.5 %</b>	<b>81.4 %</b>
Dont : - Maïs	47.2 %	77.9 %
- Manioc	21.8 %	1.3 %
- autres	19.4 %	2.2 %
<b>FARINES IMPORTEES</b>	<b>11.5 %</b>	<b>18.6 %</b>

Source : Trèche S. et Massamba J. (1991).

TABLEAU 3  
Caractéristiques de l'enzyme utilisé

Nom :	BAN 800 MG (Novo Industries A/S)
Nature :	Endo - amylase bactérienne
Origine :	Bacillus subtilis
Forme :	Microgranulés
Activité :	800 KNU (Kilo Unité Novo) par gramme
Activité optimale :	- pH : environ 6 - Température : 62 °C
Innocuité :	Conforme aux spécifications recommandées par FAO / WHO et FCC pour les enzymes de qualité alimentaire

TABLEAU 4  
Méthodologie des mesures effectuées sur les bouillies

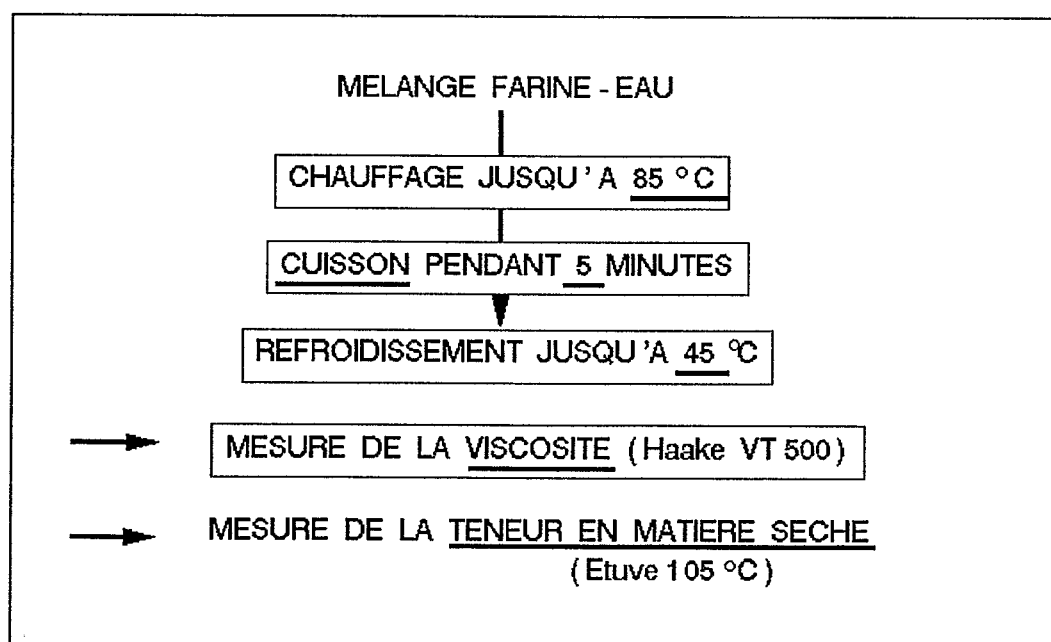




TABLEAU 5  
Maltage du sorgho

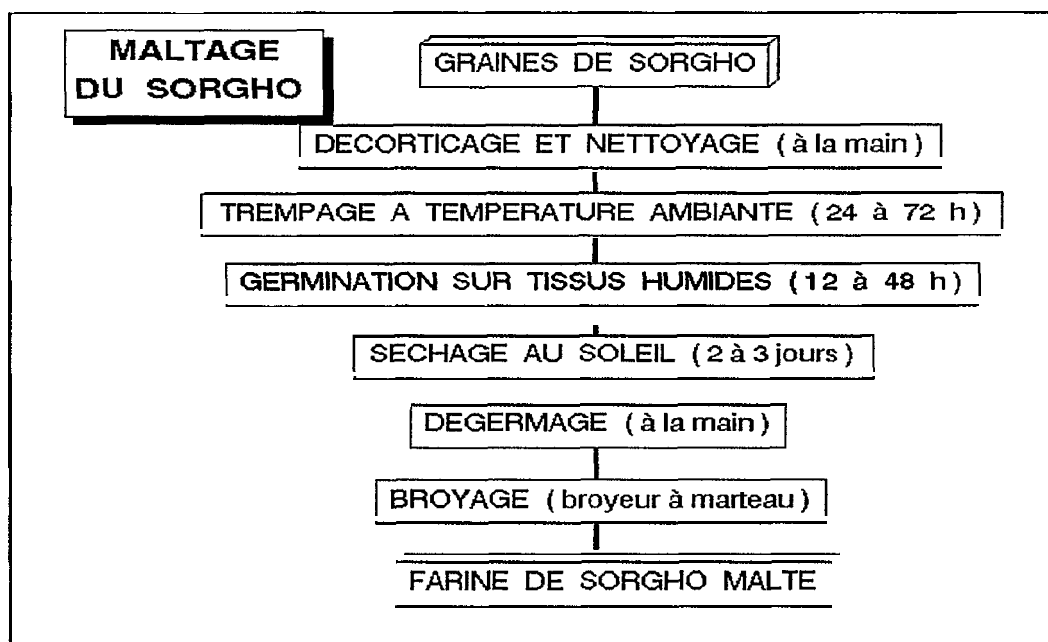


TABLEAU 6  
Viscosité de la bouillie manioc - sorgho (90:10) en fonction de son mode de préparation

Essai	Température en fin de première phase	Durée entre 2 phases	Durée de la deuxième phase	Viscosité (Pascal . s)
A (Ref.)	85 degrés	---	5 mn	5.38
B	65 degrés	5 mn	5 mn	2.47
C	100 degrés (eau seule)	5 mn (ajout farine)	5 mn	1.10

FIGURE 1

Fréquence de distribution de la teneur en matière sèche des bouillies à base de maïs et de manioc au Congo

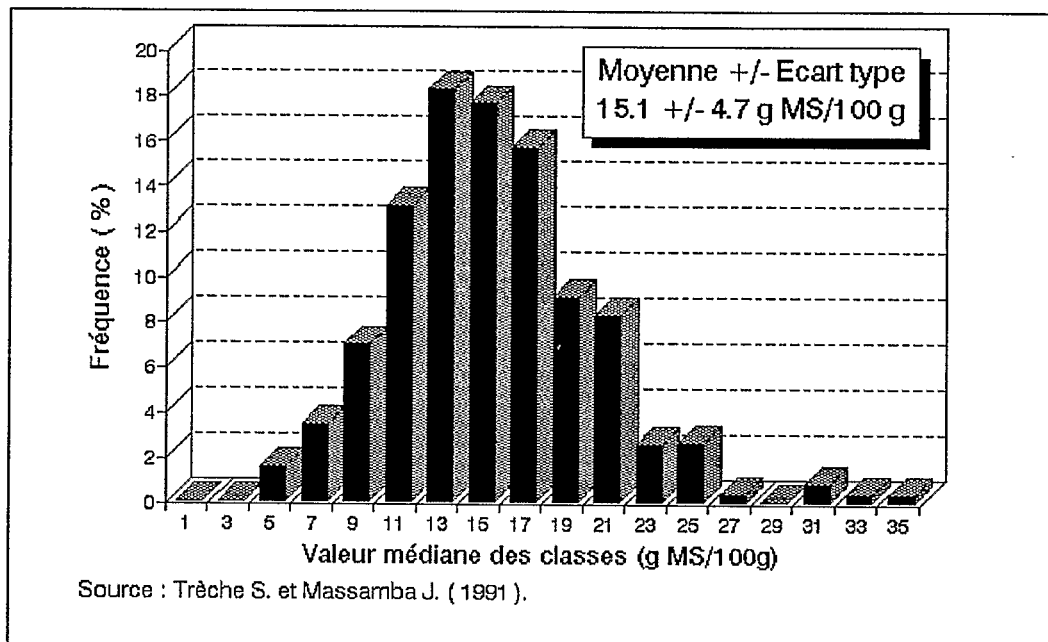


FIGURE 2

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

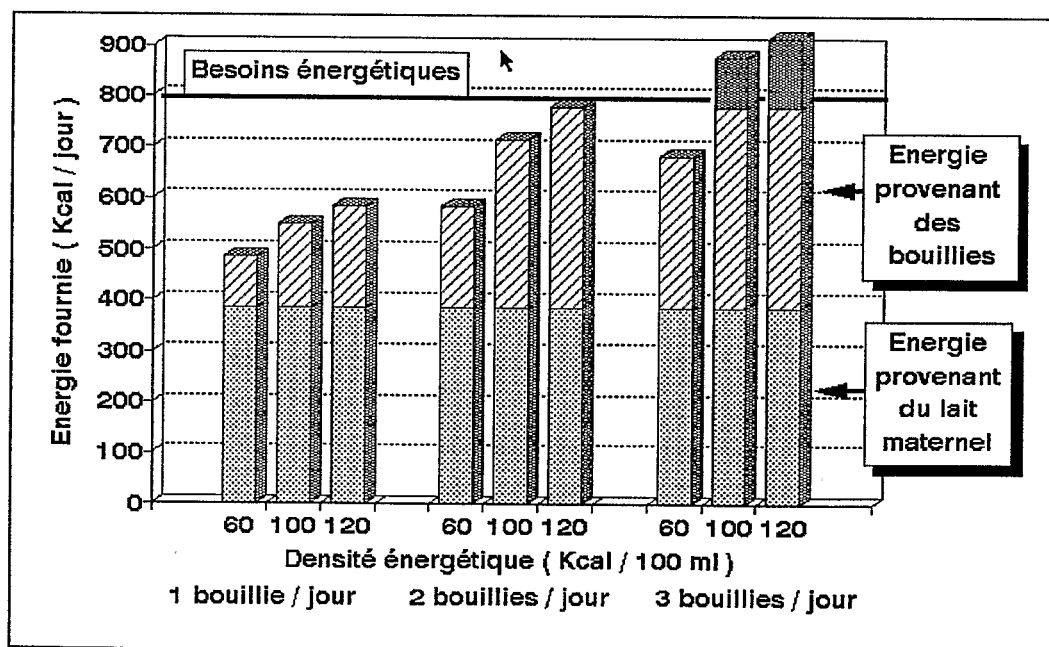


FIGURE 3  
Viscosité de différentes bouillies en fonction de la concentration

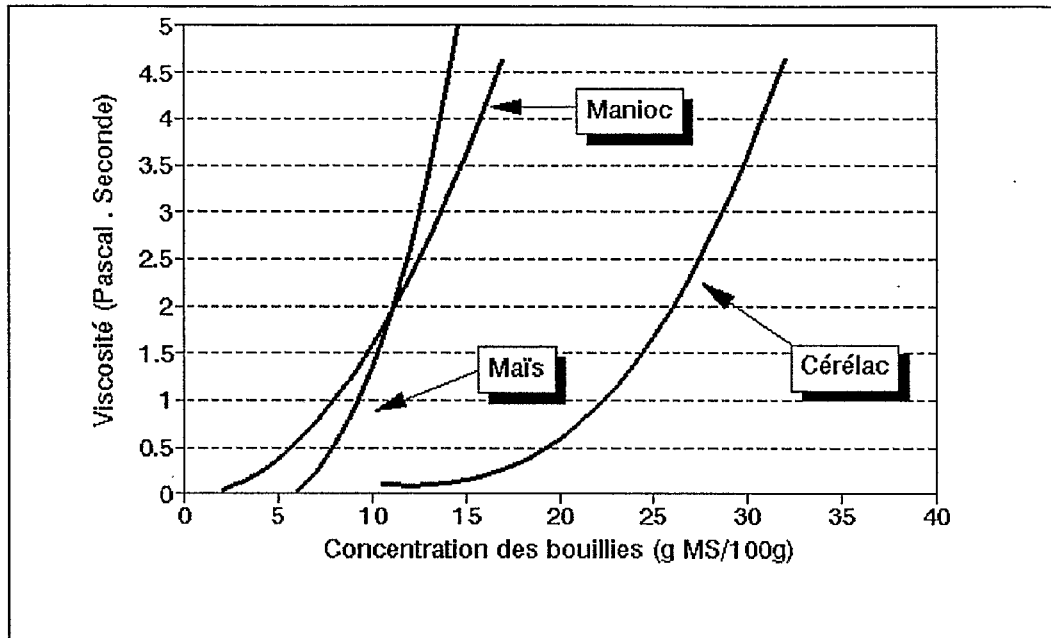


FIGURE 4  
Variation de la viscosité des bouillies en fonction de l'âge des enfants

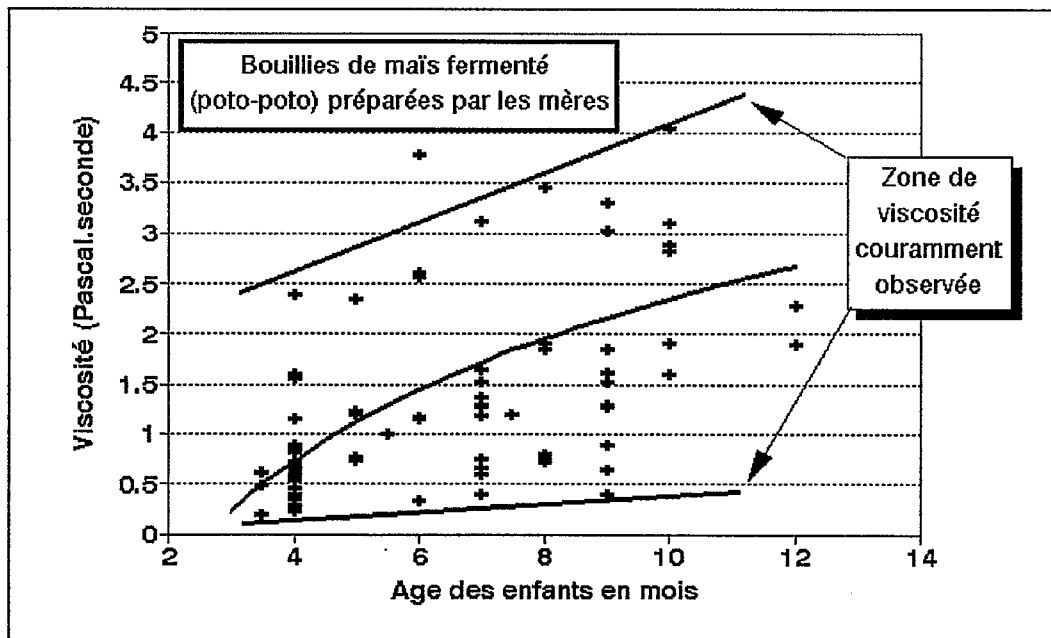


FIGURE 5  
Effet de la quantité d'amylases (BAN) sur la viscosité des bouillies de manioc

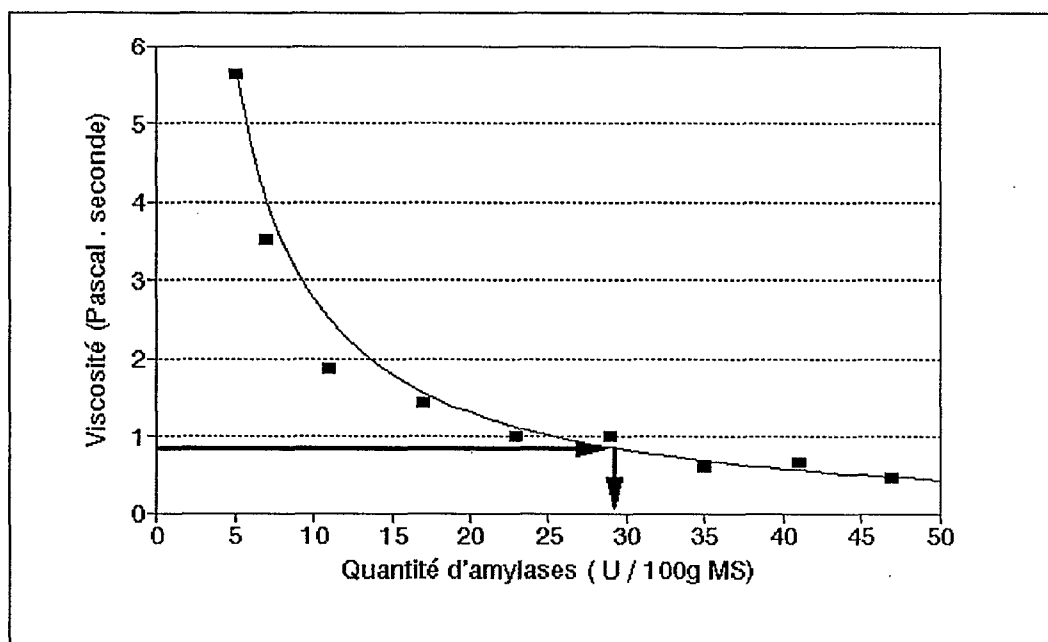


FIGURE 6  
Influence de l'addition d'amylases (BAN) sur la viscosité de différentes bouillies

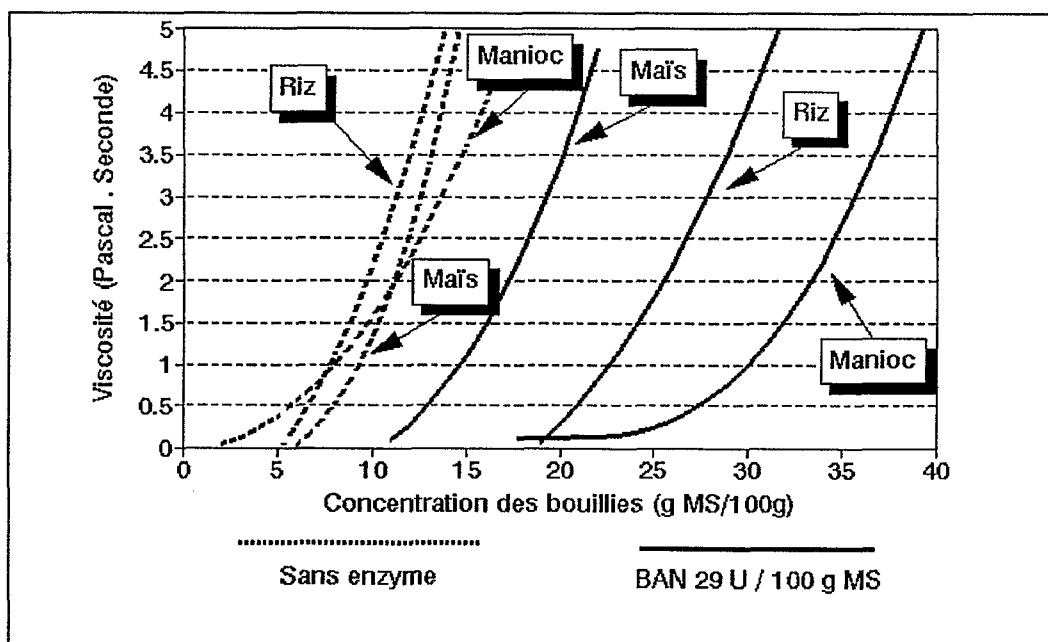


FIGURE 7  
Viscosité en fonction de la concentration des bouillies manioc / légumineuses

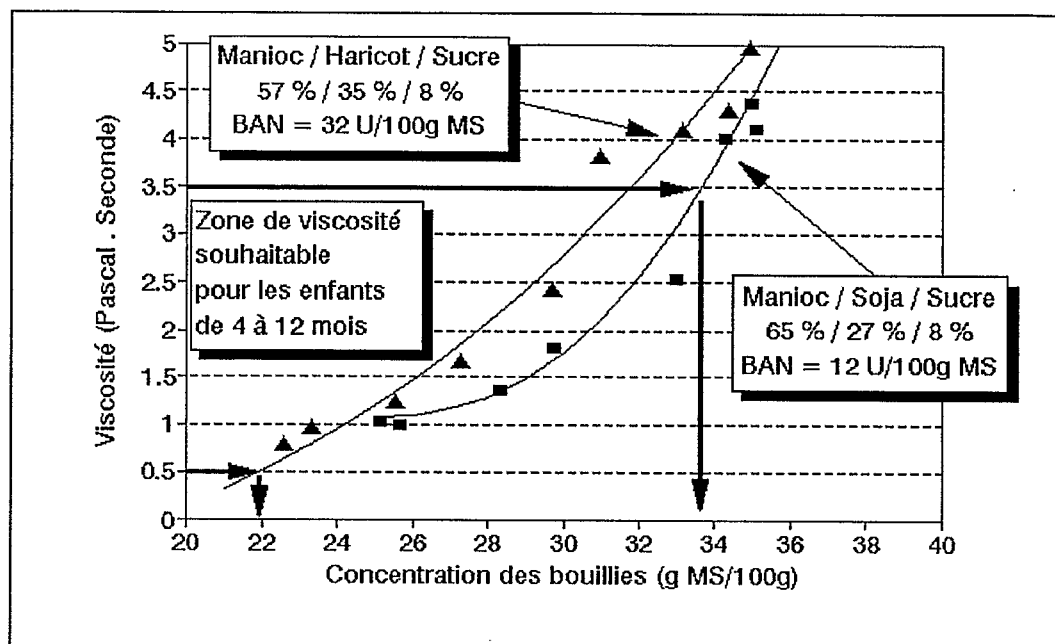


FIGURE 8  
Effet de l'addition de sorgho malté sur la viscosité de bouillies à base de manioc (30 gMS/100ml)

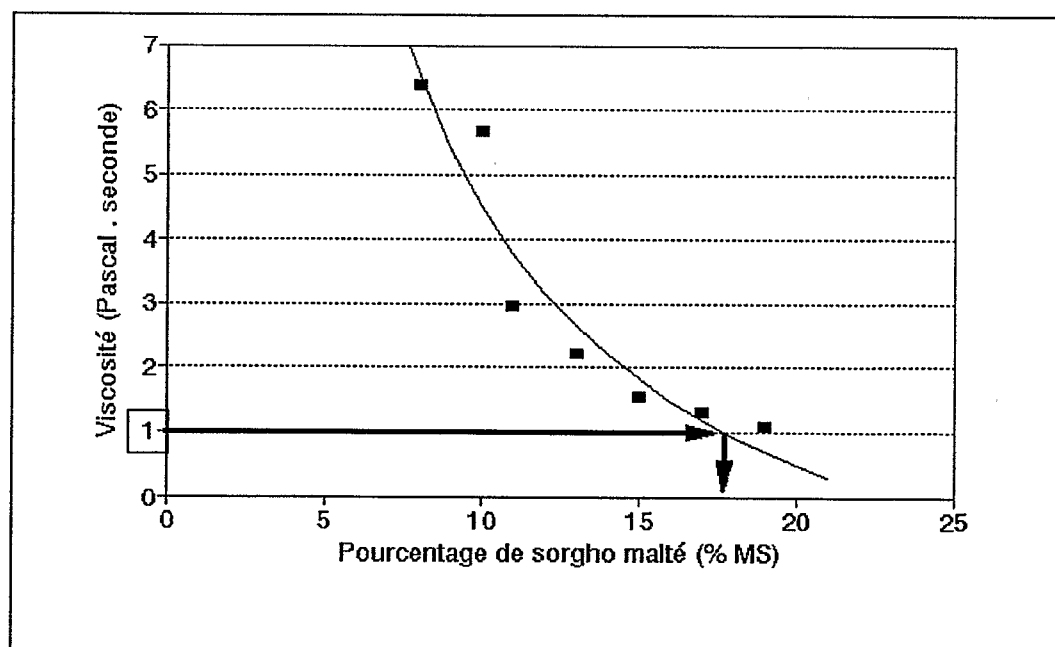


FIGURE 9

Effet de l'incorporation de 10 % de sorgho malté sur la viscosité de bouillies de manioc et de maïs

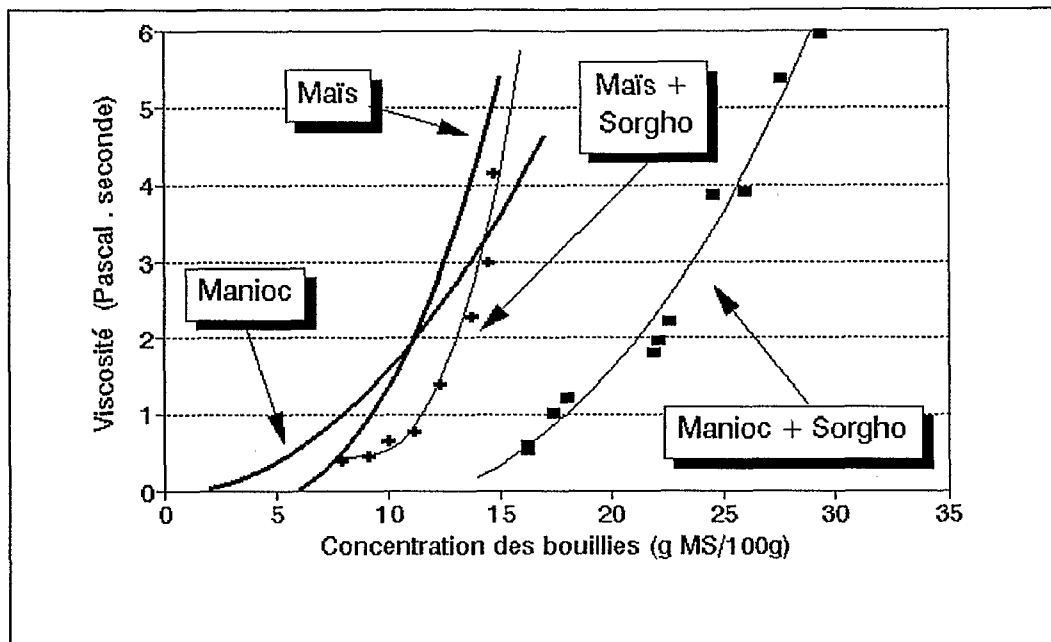
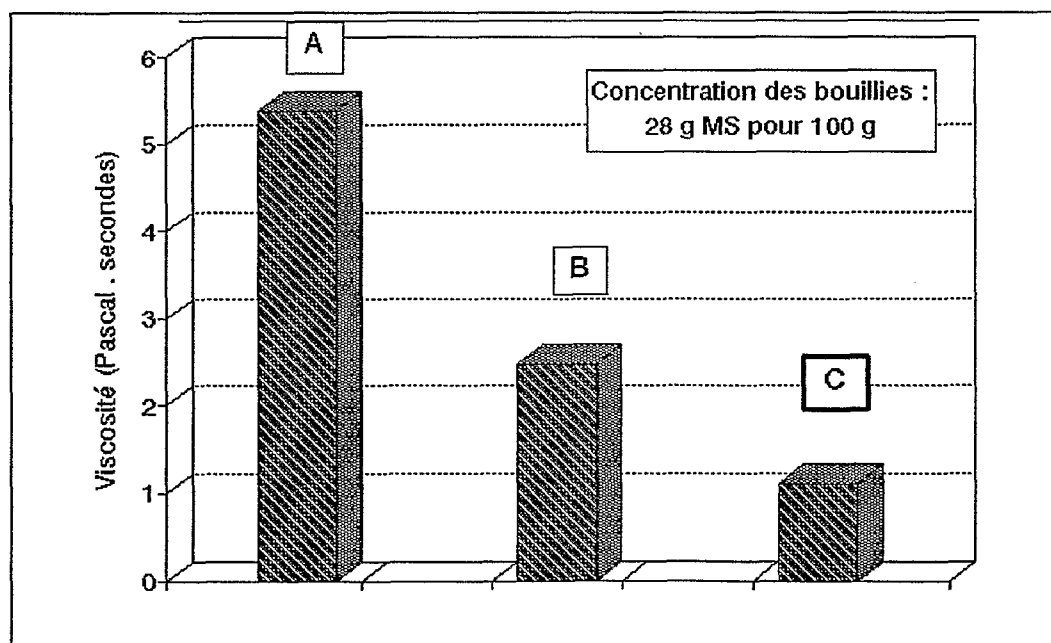


FIGURE 10

Influence du mode de préparation sur la viscosité des bouillies manioc - sorgho (90:10)



## CONCLUSION

Nécessité d'augmenter la densité énergétique  
des bouillies de sevrage

Solutions possibles :

- Enzymes produites industriellement  
pour les ateliers de production
- Sources naturelles d'amylases  
au niveau des ménages