

Forum National de la Recherche Scientifique et des Innovations Technologiques (FRSIT)

5^e édition, Ouagadougou, du 11 au 18 mai 2002

**Thème : Recherche scientifique et technologique et stratégies de lutte contre
la pauvreté**

Communication orale

Sur le Thème :

Caractérisation des procédés traditionnels de fabrication des bouillies de petit mil fermenté dans 24 micro-ateliers de production à Ouagadougou

El Hassane Tou¹, Claire Mouquet^{1,2}, Serge Trèche², Jean-Pierre Guyot²,
Alfred S. Traoré¹

RESUME

Au Burkina Faso, les premiers aliments de complément donnés aux nourrissons sont généralement préparés à partir de produits locaux et consommés sous forme de bouillies. A Ouagadougou, les bouillies de petit mil fermenté (*binkida et binsaalga*) sont largement utilisées comme aliment de complément. Cependant, il existe très peu d'informations sur les technologies traditionnelles de fabrication de ces bouillies fermentées, en relation avec (i) leur variabilité inter-atelier, (ii) le savoir-faire des préparatrices, et (iii) leurs impacts sur les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de la bouillie finale. Notre étude qui s'insère dans un programme plus large visant à améliorer la valeur nutritionnelle de ces bouillies de petit mil fermenté, s'est attachée à caractériser les procédés dans 24 ateliers de production choisis au hasard dans la ville de Ouagadougou. Dans chacun de ces ateliers, le procédé de fabrication se caractérise

généralement par les étapes successives suivantes : un trempage des graines de petit mil correspondant à une première étape fermentaire, suivi d'un broyage et une filtration de la farine humide, puis d'une décantation correspondant à une seconde étape fermentaire et une cuisson. Les cinétiques d'acidification ont été enregistrées au cours des étapes fermentaires et des analyses physico-chimiques et biochimiques ont été réalisées sur les bouillies. Les résultats ont permis de mettre en évidence que les caractéristiques des bouillies, en particulier leur consistance, étaient relativement constantes en dépit de variations parfois importantes observées d'un atelier à l'autre dans la durée des étapes fermentaires. Les bouillies se caractérisent par leur pH acide (moyenne = 3,9 ; ET = 0,3), leur grande fluidité (écoulement Bostwick : 133mm/30s) et leur faible densité énergétique (30 kcal/100g de bouillie). Cette étude conclut sur la nécessité d'améliorer la valeur nutritionnelle des bouillies de petit

¹ Université de Ouagadougou/UFR-SVT/ CRSBAN

² IRD (Institut de Recherche pour le Développement) de Ouagadougou - UR106 Nutrition, Alimentation, Sociétés

³ IRD de Montpellier - UR106 Nutrition, Alimentation, Sociétés

mil fermenté, afin d'offrir au jeune enfant un aliment de complément répondant à ses besoins, tout en conservant des caractéristiques organoleptiques garantissant leur bonne acceptabilité.

Mots clés : trempage ; décantation , consistance; densité énergétique ; mil ; aliment de complément ; aliment fermenté

Introduction

En 1998, on estimait que dans les pays en développement, sur la base du retard de croissance, de l'émaciation et de l'insuffisance pondérale, respectivement 39%, 11% et 31% d'enfants de moins de cinq ans souffraient de Malnutrition Protéino-Energétique (MPE) (Unicef, 1998). Au Burkina Faso, les prévalences atteignent, pour le retard de croissance, l'émaciation et l'insuffisance pondérale, 37%, 13% et 34% respectivement (EDS, 2000). La MPE se manifeste principalement pendant la période d'alimentation complémentaire qui commence avec l'introduction des aliments de complément et se termine avec l'arrêt définitif de l'allaitement au sein (De Benoist, 1995). Au Burkina Faso, l'allaitement exclusif recommandé de 0 à 6 mois est peu respecté et les aliments de complément sont introduits précocement dans l'alimentation du jeune enfant (Somda, 1995). Les aliments de complément les plus fréquemment consommés par les nourrissons dans la plupart des pays d'Afrique, sont des bouillies à base de produits locaux, pour la plupart fermentés (Tomkins *et al.* 1988 ; Hounhouigan *et al.*, 1993). A Ouagadougou, les bouillies de petit mil fermenté, appelées en moré Binkida et *Binsaalga*, commercialisées sous forme prêtes à consommer, sont largement consommées par la population (par plus de 40% des ménages ouagalais) et surtout par les jeunes enfants (près de 3/4 des enfants de moins de 2 ans de ces ménages sont consommateurs) (Djossou, 2001).

Cependant, il existe peu d'informations sur les procédés traditionnels et la valeur nutritionnelle de ces bouillies. Les objectifs

de notre étude étaient par conséquent de les caractériser.

MATERIEL ET METHODES

Protocole de l'étude de la variabilité inter-ateliers

Les 24 micro-ateliers suivis ont été sélectionnés par échantillonnage aléatoire parmi les 70 ateliers répertoriés en 1998 (Djossou, 2001). L'étude s'est étalée sur 7 semaines, à raison d'environ 3 suivis de production par semaine.

Ces suivis ont consisté à réaliser dans chaque atelier de fabrication les différentes observations et mesures suivantes :

- chronométrage des opérations unitaires
- quantification, par pesée, des matières premières utilisées (mil, eau, gingembre, piment, piment noir, menthe...) et des produits intermédiaires (drêches, farine humide, pâtes non fermentée et fermentée, surnageant de décantation et de cuisson);
- mesure de la température et du pH à chaque étape du procédé;
- évaluation de la consistance des bouillies (*binsaalga et binkida*) par mesure de l'écoulement Bostwick et de la viscosité apparente;
- prélèvement d'échantillons pour analyses ultérieures.

Méthodes d'analyses

Teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche a été déterminée en double par dessiccation d'échantillons d'environ 5 g dans une étuve à 105°C jusqu'à poids constant (en pratique, pendant 24 heures).

Teneur en lipides

La teneur en lipides des bouillies a été déterminée par la méthode d'extraction à l'éther de pétrole au soxhlet.

Teneur en protéines totales

La teneur en protéines a été déterminée par la méthode de Kjeldahl.

Densité Énergétique (DE)

La DE des bouillies a été calculée à partir de leur teneur en matière sèche en utilisant une valeur énergétique moyenne de ce type d'aliment de 4kcal/g, calculée à l'aide des coefficients spécifiques d'Atwater.

Evaluation de la consistance

Toutes les mesures ont été faites sur des bouillies à une température proche de 45°C

Écoulement Bostwick

Le consistomètre Bostwick est placé horizontalement grâce à un niveau à bulle avant chaque mesure. La bouillie (100g environ) est versée dans le compartiment à l'extrémité de l'appareil. A t=0, la paroi retenant la bouillie est relevée. Le paramètre retenu est l'écoulement Bostwick en mm/30s, et correspond à la distance parcourue par le " front de la bouillie " en 30 secondes.

Viscosité apparente

La viscosité apparente a été mesurée à l'aide du viscosimètre RION VT04 avec le mobile de mesure n°3, à la vitesse de rotation imposée par l'appareil de 62,5 tours/min, à 45°C et après une minute de rotation du mobile.

Mesure du pH

Elle a été réalisée à l'aide d'un pH-mètre (SUNTEX TS-2) de laboratoire à compensation de température. L'électrode du pH-mètre a été plongée dans les produits préalablement homogénéisés pendant 1 à 2 min.

Cinétiques d'acidification

Les cinétiques d'acidification ont été enregistrées au cours des étapes de trempage et de décantation dans deux ateliers choisis au hasard

L'appareil utilisé est un collecteur de pH (WTW 340 Multi/ACHAT II, pH 340/set. Les données ont ensuite été transférées sur l'ordinateur grâce aux logiciels WTW 340 et les graphes ont été tracés à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2000.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Description qualitative des procédés

Lavage du mil avant trempage

Le lavage est une étape facultative du procédé. En effet, 17 femmes sur 24 procèdent à un ou plusieurs lavages (en moyenne deux) avant le trempage. Le mil est brièvement brassé dans de l'eau pour mettre en suspension la poussière et quelques particules des grains.

Trempage

Le trempage est la première étape fermentaire de la transformation du mil. Le mil, préalablement lavé ou non, est mis dans de l'eau pendant plusieurs heures (en moyenne 17h ; ET=9h.). Les modalités de trempage varient d'une préparatrice à l'autre. En effet, 4 femmes sur 24 chauffent l'eau de trempage soit pour "aller vite" soit parce qu'il fait froid. Certaines préparatrices (4 cas sur 24) changent le surnageant au cours d'un trempage de longue durée (quand la femme constate que l'eau est " sale ").

Lavage / égouttage du mil trempé

Ce lavage est systématique. Lorsque le mil a été lavé avant le trempage, il consiste en un simple rinçage du mil dans de l'eau propre après avoir jeté l'eau de trempage. Lorsque le mil a été mis directement à tremper, le lavage suit les modalités décrites pour le lavage avant trempage. Le mil trempé est ensuite égoutté dans un panier.

Ajout d'ingrédients d'aromatisation

Toutes les productrices sondées sauf une ajoutent un ou plusieurs ingrédients au mil avant la mouture, afin d'obtenir les propriétés organoleptiques recherchées par les consommateurs. Sur les 24 préparations suivies, l'ingrédient le plus couramment utilisé est le gingembre (19 cas), suivi du piment noir (11 cas), puis du piment et de la menthe (10 cas chacun). Plus rarement, on retrouve des épices locales (alcafour : 6 cas / félé : 2 cas) ou encore du jus de tamarin (3 cas).

Mouture

La mouture s'effectue dans un moulin de quartier équipé de broyeurs électriques à meule. Dans 14 cas sur 24, la mouture est dite "humide" avec ajout d'eau. Les femmes pratiquant une mouture sans ajout d'eau, la font dans des moulins différents et souvent pour disposer de farine peu humide pour faire les granules.

Filtration

L'étape de filtration consiste à mélanger la farine humide avec de l'eau (malaxage), puis à faire passer ce mélange à travers les mailles d'un filtre de type mousseline (tissu à maille fine : environ 0,25mm) préalablement attaché à un grand récipient (bassine, marmite ou jarre). Les drêches, qui contiennent majoritairement le péricarpe des grains, sont retenues par le filtre et retirées au fur et à mesure pendant l'opération.

Décantation

Au cours de la décantation se produit la seconde fermentation de type lactique de la transformation. Cette étape consiste à laisser décanter la farine filtrée dans l'eau de filtration. La décantation ne nécessite aucune intervention de la préparatrice.

Cuisson

La cuisson est l'étape finale de la transformation. Elle permet d'obtenir la bouillie de consistance souhaitée grâce au phénomène de gélatinisation-gonflement des grains d'amidon provoqué par l'élévation de la température durant la cuisson.

Le surnageant de décantation est d'abord porté à ébullition (chauffage au feu de bois). Dans le cas du *binkida*, des granules de farine sont introduits quelques minutes (7

min environ) après ébullition du surnageant de cuisson ; puis, après cuisson des granules (16 min environ) , la pâte fermentée est ajoutée. Cette pâte est cuite à ébullition pendant en moyenne 13 min pour le *binkida* et 7 min pour le *binsaalga*. En général, pour obtenir la consistance habituelle de la bouillie, 1 à 5 litres d'eau sont ajoutés en fin de cuisson de la pâte.

Type de bouillie préparée

Sur les 24 ateliers suivis, 18 préparent chaque jour exclusivement du *binkida*, 4 du *binsaalga*, et 2 les deux types de bouillies. Cependant dans les deux ateliers qui fabriquent les deux types de bouillies, seule la bouillie *binsaalga* a été suivie, car elle est produite le matin. Les adultes pensent que la bouillie à granules (*Binkida*) serait de plus énergétique que le *Binsaalga*. Cependant des études ont montré que ni la densité énergétique des bouillies, ni les quantités consommées par les enfants de moins de deux ans, exprimées en g/kg de poids corporel ne varient significativement en fonction du type de bouillie (Djossou, 2001).

Description quantitative des procédés

Les quantités de matières premières utilisées et les durées des principales étapes de la transformation sont présentées dans le tableau I. L'étape de fabrication consommant le plus d'eau est la filtration (environ 3 fois la masse de farine humide). Au cours de cette opération, un tiers en moyenne de la masse de farine humide est perdue. Il serait donc intéressant, pour la rentabilité économique de l'atelier, de tenter de limiter les pertes de matières lors de la filtration tout en lui conservant sa fonction d'élimination des péricarpes qui confère à la bouillie une texture lisse et onctueuse.

Tableau I : Quantités de matières premières utilisées et de produits intermédiaires au cours de la préparation des bouillies de mil fermenté dans 24 ateliers de Ouagadougou.

	Effectif (1)/24	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Quantités					
Mil transformé/jour (Kg)		6,8	3,9	1,4	18
Mil à moudre (Kg)		10,3	4,8	4	17,1
Farine humide (Kg)		12,3	8	2	29,5
Drêches éliminées (Kg)		4	2,2	0,5	8,4
Pâte non fermentée (Kg)		23,4	19	9,7	45,1
Pâte fermentée (Kg)		8,4	3,8	3	15,3
Eau de trempage (l)		10	5,7	3,3	25,4
Eau de mouture (l)	14	5,5	2	3	10
Eau de filtration (l)		35,2	19	9,9	70,7
Eau de décantation (l)		34,5	19,1	9,9	70,7
Granules ajoutés (Kg)	18	2,2	1,9	0 ??	6,5
Surnageant de cuisson (l)		23,8	12,1	5,1	46,8
Eau de cuisson (l)	17	15,3	9,7	1,8	32,7

(1) effectif donné pour les valeurs qui n'ont pas été enregistrées dans les 24 ateliers. Les valeurs correspondent donc à des étapes ou paramètres facultatifs de la transformation

Tableau II : Durées des étapes de transformation du mil en bouillie fermentée dans 24 ateliers de Ouagadougou

Durée	Effectif (1)/24	Moyenne	Ecart type	minimum	maximum
Trempage (heures)	24	16,8	8,7	9,3	31,9
Egouttage (min)	24	4,5	9,8	0	45
Malaxage de la farine (min)	24	3,2	3,6	0	10
Filtration de la farine (min)	24	22,6	14,4	5	60
Décantation (heures)	24	11,1	3,1	8,1	20,9
bouillie " Binkida "					
Chauffage du SN à ébullition	18	47,2	20	14	105
Cuisson du surnageant	18	6,7	7,8	1	35
Cuisson des granules	18	16	14,6	4	38
Cuisson de la pâte fermentée	18	2,8	11,5	3	40
Totale de la cuisson (min)	18	68,0	23,1	34	128
bouillie " Binsaalga "					
Chauffage du SN à ébullition	6	40	20,7	10	70
Cuisson du surnageant	6	5	5,2	1	15
Cuisson de la pâte fermentée	6	7,3	3,5	3	12
Totale de la cuisson (min)	6	55	20,7	25	75

SN : surnageant; (1): effectif donné pour les valeurs qui n'ont pas été enregistrées dans les 24 ateliers. Les valeurs correspondent donc à des étapes ou paramètres facultatifs de la transformation.

Le tableau II présente les durées observées pour la réalisation des différentes étapes de la transformation. Les étapes les plus longues sont le trempage (moyenne: 17 h) et la décantation (moyenne : 11 h), mais elles ne nécessitent pas l'intervention de la préparatrice qui peut vaquer à ses occupations pendant leur déroulement. Les opérations unitaires les plus longues en terme de durée effective de travail et les plus contraignantes sont la filtration et la cuisson. De plus, l'étape de cuisson nécessite l'utilisation de combustible et oblige les femmes à se lever à 3 ou 4 heures du matin pour mettre le surnageant à chauffer et préparer les granules, le cas échéant, afin de terminer la transformation assez tôt pour que la bouillie soit consommable (refroidie à 40-45°C) dès 6 h. Au total, chaque production de bouillie s'étend sur 2 à 3 jours.

Caractéristiques des produits

Teneur en matière sèche

Au cours de la transformation, la teneur en matière sèche passe de 77g/100g dans les grains de petit mil lavé à 7,3g/100g dans le « *binkida* » et 7,5g/100g dans le « *binsaalga* » ce qui indique une absorption d'eau très importante au cours de la transformation.

La quantité d'eau utilisée pour l'étape de filtration détermine la teneur en matière sèche des pâtes non fermentées. La très faible teneur en matière sèche des bouillies (7,5 g/100g) leur confère une très faible densité énergétique (environ 30 kcal/100g bouillie) ce qui explique en partie l'insuffisance des ingérés énergétiques relevées chez les enfants de moins de 2 ans (Djossou, 2001), en dépit de leur bonne acceptabilité.

Tableau III : Evolution de la teneur en matière sèche des produits au cours du procédé

Teneur en matière sèche (g/100g)	Effectif ⁽¹⁾ /24	Moyenne	Ecart type	minimum	maximum
Mil entier	2	90,13		90,11	90,14
Mil lavé	17	76,7	8,3	57,6	87,3
Mil trempé/lavé		59,3	2,0	54,7	63,1
Farine humide		48,7	12,1	27,8	66,0
Pâte non fermentée		7,0	3,2	2,2	15,4
Pâte fermentée		39,2	9,9	17,7	70,6
Binkida	18	7,3	0,9	5,9	9,2
Binsaalga	6	7,5	1,8	5,1	10,3

(1) effectif donné pour les valeurs qui n'ont pas été enregistrées dans les 24 ateliers. Les valeurs correspondent donc à des étapes ou paramètres facultatifs de la transformation.

Cinétiques d'acidification au cours des étapes fermentaires (trempage et décantation)

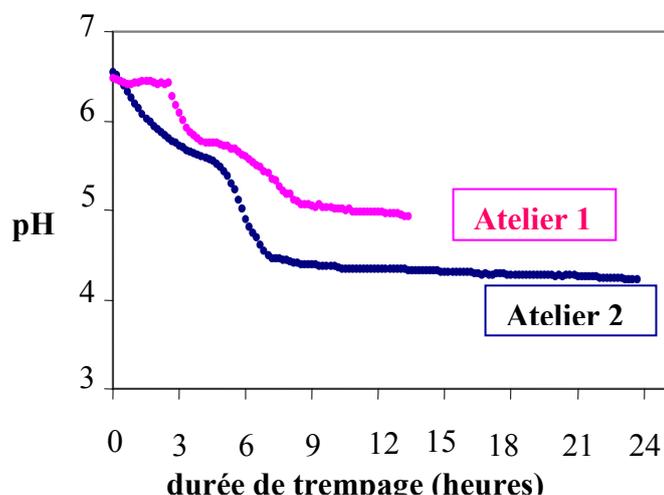


Figure 1 : cinétiques d'acidification au cours du trempage

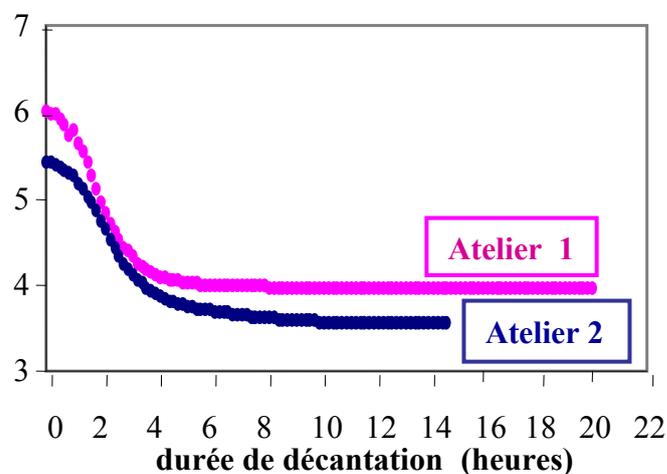


Figure 2 : cinétiques d'acidification au cours de la Décantation

Trempage

L'observation des deux courbes de la figure 1 ne permet pas de mettre en évidence une allure typique : l'acidification au cours du trempage semble se produire de façon irrégulière. Dans les deux cas, on observe en fin de trempage un ralentissement de l'acidification, autour de pH =5,0 dans le cas de l'atelier 1, et de pH =4,2 pour l'atelier 2. Cet abaissement non négligeable du pH confirme que le trempage est une étape fermentaire.

Décantation

Les cinétiques d'acidification au cours de la décantation laissent apparaître trois phases une phase de latence, suivie d'une phase d'acidification rapide puis d'une phase stationnaire au cours de laquelle le pH se

stabilise. Les similitudes entre les courbes obtenues pour les deux ateliers montrent qu'en dépit des variations dans les durées de trempage il n'y a pas de différence notable dans les cinétiques d'acidification au cours de la décantation. Il faut toutefois noter que dans l'atelier 2 pour lequel le trempage a été plus long, le pH final est plus bas. Le trempage pourrait donc avoir un impact sur la décantation. La variation importante du pH (de 6,0 à 3,5) au cours de la décantation montre néanmoins qu'elle est la principale étape fermentaire du procédé.

Le rôle de l'étape de trempage sur le déroulement de la fermentation au cours de la décantation reste à préciser (sélection des flores lactiques, légère acidification favorisant le développement de la flore lactique, etc.)

pH, acidité et température des produits au cours de la transformation dans les 24 ateliers

Tableau IV : pH, acidité et température des produits au cours des différentes étapes de la transformation

pH, acidités et températures	Moyenne	Ecart type	minimum	Maximum
pH				
Surnageant en début de trempage	6,38	0,51	5,09	6,95
Surnageant en fin de trempage	4,44	0,52	3,63	5,88
Surnageant en début de fermentation	5,45	0,79	4,10	6,53
Surnageant en fin de fermentation	3,66	0,24	3,39	4,46
Pâte non fermentée	5,05	0,83	4,09	6,66
Pâte fermentée	3,99	0,35	3,45	4,75
Binkida	3,93	0,31	3,29	4,50
Binsaalga	3,72	0,15	3,50	3,96
Acidité titrable (mmol d'acide/100g MF)				
Pâte non fermentée	108,9	69,1	24,8	306,1
Pâte fermentée	341,4	113,4	171,1	570,3
Température (°C)				
début de trempage	35,6	13,7	25,5	86,8
fin de trempage	33,7	4,1	25,5	40,4
début de fermentation	32,9	2,2	29,8	38,7
fin de fermentation	30,9	1,8	28	34,1

MF : teneur en matière fraîche.

Le pH moyen de début de décantation (5,45) est nettement supérieur au pH moyen de fin de trempage (4,44), ce qui est probablement dû à une dilution très importante liée à l'ajout de grandes quantités d'eau au cours de la filtration et pour la décantation. L'acidité titrable, Elle varie de 24,8 à 306 mmol

d'acide/100g de produit brut pour les pâtes non fermentées, et de 171 à 570mmol d'acide/100g de produit brut pour les pâtes fermentées. L'acidité titrable des pâtes avant et après fermentation varient d'un atelier à l'autre. Cette variation pourrait s'expliquer par une éventuelle variation des conditions

de fermentation à savoir la température, la durée du trempage et de la décantation, la

charge bactérienne initiale et enfin le rapport mil/eau.

Caractéristiques physico-chimiques

Consistance des bouillies.

Les mesures ont pu être effectuées dans les 24 ateliers étudiés.

Tableau V : Ecoulements Bostwick et viscosités apparentes des bouillies dans les ateliers

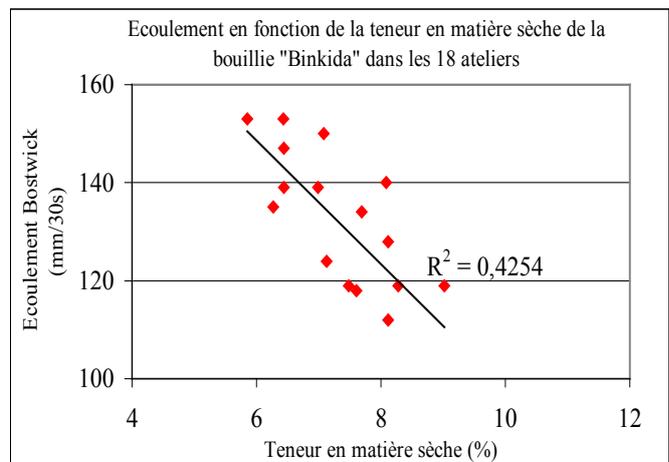
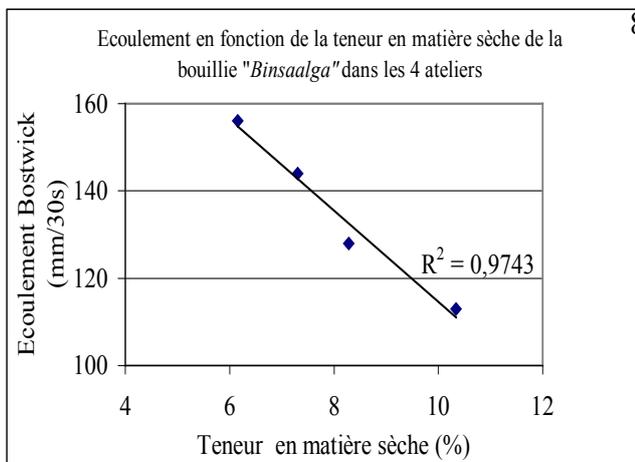
	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Binkida				
écoulement	132,7	16,6	99	161
Viscosité	0,62		0,3	0,75
Binsaalga				
écoulement	140,3	24,9	113	180
Viscosité	0,39		0,32	0,45

de 7,3 g/100g pour un écoulement Bostwick moyen de 133mm/30s). Les valeurs d'écoulement Bostwick de ces bouillies diminuent considérablement avec leur teneur en matière sèche (figures 1 et 2). Ce qui met en évidence le dilemme lié à la préparation des bouillies destinées aux jeunes enfants : soit on augmente la proportion de pâte par rapport à l'eau et on obtient une bouillie de densité énergétique élevée mais de viscosité aussi très élevée et donc difficilement consommable par les enfants ; soit on prépare une bouillie de consistance appropriée mais de faible densité énergétique (Mouquet *et al*, 1998). Cette dernière solution est bien celle que les femmes utilisent car la consistance des bouillies est le critère qu'elles perçoivent le plus aisément. Il apparaît alors nécessaire de chercher des voies d'amélioration de la densité énergétique de ces bouillies.

Les bouillies traditionnelles ont une teneur en matière sèche faible et sont caractérisées par des valeurs d'écoulement Bostwick correspondant à des bouillies très fluides. (*Binkida* : teneur en matière sèche moyenne

Figure 3 : consistance de la bouillie « *Binsaalga* »

Figure 4 : consistance de la bouillie « *Binkida* »



L'analyse des courbes, respectivement du *binsaalga* et du *binkida* montre que l'écoulement (180 à 115mm/30s et 160 à 110mm/30s) diminue très rapidement lorsque les teneurs en matière sèche augmentent (7,8 à 10,4 g/100g et 6,2 à 8,1 g/100g), traduisant un épaississement des bouillies. De l'observation des figures 3 et 4,

il ressort qu'il n'y a pas de différence notable dans le comportement rhéologique de ces bouillies traditionnelles (*binkida* et *binsaalga*) et que les procédés traditionnels ne permettent pas de préparer des bouillies ayant à la fois une densité énergétique et une consistance acceptables.

Caractérisation des propriétés rhéologiques des pâtes fermentées prélevées dans les ateliers.

Tableau VI : Rhéologie des pâtes fermentées

	Moyenne	Ecart type	minimum	maximum
Consistance des bouillies préparées à partir des pâtes fermentées à 5,5g de matière sèche /100g de bouillie				
Viscosité apparente (Pa.s)	0,59	0,08	0,41	0,75
Écoulement Bostwick (mm/30s)	140	13,1	120	159

NB : Les bouillies ont été préparées à différentes concentrations à partir de pâtes fermentées prélevées dans les 24 ateliers afin de déterminer la variabilité de leur consistance à teneur en matière sèche égale (5,5 g/100g).

Les bouillies préparées à partir des pâtes fermentées ont un écoulement Bostwick moyen de 140mm/30s pour une teneur en MS de 5,5 g/100g. En comparant ces résultats à ceux obtenus sur les bouillies *Binsaalga* (180mm/30s pour 7,8 g/100g), on note que les bouillies préparées sur le terrain auraient une teneur en matière sèche plus élevée, pour un même écoulement, par rapport à celles préparées au laboratoire à partir des pâtes fermentées. Cette différence pourrait être attribuée aux méthodes de préparations des bouillies (au laboratoire, à la place du surnageant utilisé par les préparatrices traditionnelles, nous avons utilisé de l'eau de robinet). La différence pourrait être due aux composants du surnageant (sucres et acides organiques) susceptibles d'augmenter la teneur en matière sèche de la bouillie sans trop modifier sa consistance. Toutefois, on note qu'en dépit des variations observées dans les procédés de transformation, il n'y a pas de différence notable dans le comportement rhéologique des pâtes fermentées.

CONCLUSION

Cette étude a permis de mettre en évidence que malgré certaines variations dans les procédés de fabrication, surtout dans la durée des étapes fermentaires d'un atelier à l'autre, les caractéristiques physico-chimiques et surtout rhéologiques des bouillies ne présentent pas de différences importantes. En effet, les bouillies de petit mil fermenté vendues (sans sucre) à Ouagadougou ont une teneur en matière sèche moyenne de 7,5g/100g de bouillie, correspondant à une densité énergétique d'environ 30kcal/100g. La très faible densité énergétique de ces bouillies ne permet pas, dans les conditions habituelles de consommation (deux repas/jour), de compléter de manière adéquate les apports énergétiques du lait maternel. De plus il apparaît clairement dans cette étude qu'une simple augmentation de la teneur en matière sèche au cours des procédés traditionnels ne permettrait pas de conférer aux bouillies à la fois une densité énergétique et une consistance convenables. Cette étude met donc en évidence la nécessité de rechercher des voies d'amélioration de la densité énergétique de

ces bouillies fermentées, par la mise en œuvre de procédés qui entraîneraient une hydrolyse partielle de l'amidon qu'elles contiennent.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

De Benoist B., 1995. Le sevrage, un défi pour l'enfant et pour sa mère. In : Trèche S, de Benoist B, Benbouzid D, Verster A, Delpeuch F, eds : *l'alimentation de complément du jeune enfant*. Paris, 1995, Orstom, collection colloques et séminaires : 7-13.

Djossou V.A., 2001. Etude de la production, de la consommation et de la commercialisation des bouillies de petit mil fermenté (*Binkida* et *Binsaalg*) à Ouagadougou (Burkina Faso). Mémoire de DESS, Université de Ouagadougou, p. 58.

Hounhouigan D.J. Nout M.J.R., Nago C.M., Houben J.H., Rombouts F.M., 1993. Changes in the physico-chemical properties of maize during natural fermentation of Mawè. *Journal of Cereal Science*, **17** : 291-300.

Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD), 2000. Enquête Démographique et de Santé (EDS, Burkina Faso. Ed. G. Mboup, pp. 129-133.

Mouquet C., Bruyeron O., Trèche S., 1998. Caractéristiques d'une bonne farine infantile. In : les farines infantiles. *Bulletin du réseau Technologie et Partenariat en Agro-alimentaire*, n°15 : 8-11.

Somda J.C., 1995. Les pratiques de sevrage au Burkina Faso. In : Trèche S, de Benoist B, Benbouzid D, Verster A, Delpeuch F, eds : *l'alimentation de complément du jeune enfant*. Paris, 1995, Orstom, collection colloques et séminaires : 15-26.

Tomkins A., Alnwick D., Haggerty P., 1988. Fermented foods for improving child feeding in eastern and southern Africa. In : Alnwick D, Moses S, Schmidt OG eds : *Improving young child feeding in eastern and southern Africa- Household-level food technology*. Ottawa International Development Research Centre, pp. 136-167.

UNICEF, 1998. La situation des enfants dans le monde, pp. 108-111