

## FERMENTATIONS TRADITIONNELLES DES ALIMENTS DE SEVRAGE AU CONGO: PERSPECTIVES D'AMELIORATION.

E. MIAMBI\*, A. BRAUMAN\*, S. TRECHE\*\*

\* Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie

\*\* Laboratoire de Nutrition

ORSTOM-Brazzaville B.P. 181 Congo

### INTRODUCTION

La malnutrition protéino-énergétique infantile dans les Pays en voie de développement est due essentiellement à l'encombrement des aliments, connu sous le nom de "Dietary bulk" (Jungqvist et al, 1981; Karlsson and Svanberg, 1982; Cornu et al, 1990).

L'amidon, constituant principal des aliments utilisés dans ces pays pour la fabrication des bouillies de sevrage, fixe de grandes quantités d'eau entre 55 et 70°C (Ashworth et Draper, 1990). La viscosité des bouillies s'élève alors rapidement pendant la cuisson lorsque la proportion de farine par rapport à l'eau dépasse 15%. La méthode traditionnelle de rendre les bouillies plus fluides, et donc acceptables pour l'enfant est de les diluer davantage. Cette pratique présente l'inconvénient de diminuer la teneur en matières sèches et par conséquent la densité énergétique des bouillies.

L'augmentation de la densité énergétique nécessite la limitation de la capacité de gonflement de l'amidon, c'est à dire la réduction de la viscosité des farines. Une des solutions à ce problème consiste en une dépolymérisation de l'amidon qui aboutit à la libération des dextrines dont la capacité de gonflement est moindre.

De nombreux auteurs font allusion à la réduction de la viscosité des aliments par les fermentations traditionnelles (Streinkraus, 1983; Mlingi, 1989; Keregero et Kurwijila, 1989; Hakimjee et Lindgren, 1989; Ayebo et Mutasa, 1989; Tomkins et al, 1989; Ashworth et Draper, 1990; Svanberg, 1989). La fabrication des bouillies de sevrage passe en effet par une étape de fermentation qui consiste en une dégradation de composés organiques en l'absence d'oxygène sous l'action des microorganismes. Cependant, peu de travaux de recherche ont été effectivement réalisés sur ce sujet et les résultats disponibles sont controversés.

Ce travail porte sur la détermination des changements physico-chimiques et microbiologiques intervenant au cours du rouissage du manioc (fermentation traditionnelle des racines de manioc) et sur la pâte de maïs fermenté (poto-poto) afin dégager l'influence de ce procédé sur la viscosité des aliments.

Une proposition des voies de recherche pour la réduction de la viscosité des bouillies de sevrage par la fermentation est succinctement formulée.

### I. CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DES FERMENTATIONS TRADITIONNELLES

Au Congo, le maïs et le manioc sont les principaux aliments utilisés pour la fabrication des bouillies de sevrage (Trèche et Giamarchi, 1991). Le trempage dans l'eau des racines de manioc ou des grains de maïs est l'une des principales étapes de fabrication des aliments fermentés utilisés pour les bouillies de sevrage au Congo. C'est au cours de cette étape, que s'effectue la fermentation entraînant la dégradation du

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 40 142

Cote : B

ex 1

14 SEP. 1994

substrat.

Une étude analytique et microbiologique de la fermentation du manioc (rouissage) a donc été faite afin de décrire le phénomène. Une caractérisation analytique du potopoto (pâte de maïs fermenté) a été également réalisée. Enfin, la viscosité des bouillies du manioc fermenté et du potopoto a été mesurée pour apprécier l'effet de cette fermentation sur la réduction de la viscosité.

### 1.1. Substrats étudiés:

#### a) Racines de manioc roui:

La variété Mpembé, largement cultivée dans la région de Brazzaville a été utilisée. Trois lots homogènes de tubercules ont été constitués en fonction de leur calibre (petit, moyen et gros). Ces tubercules provenaient des récoltes de même âge et produites dans des conditions de culture similaires. 48 tubercules épluchés (16 de chaque calibre) ont été rouis dans un fût en plastique contenant de l'eau. Des prélèvements de racines ont été effectués quotidiennement pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques.

#### b) Potopoto

Les échantillons étudiés provenaient de 3 marchés de Brazzaville. Les analyses ont été réalisées sur neuf échantillons de potopoto (3 par marché).

### 1.2. Méthodes d'analyses

#### a) Physico-chimiques:

Mesure de pH: 20 g de tubercules de manioc ou de potopoto ont été broyés et homogénéisés dans 120 ml d'eau distillée à l'aide d'un Waring Blender. Le mélange obtenu a été filtré (filtre GF/A); le filtrat a été recueilli dans un bécher et le volume ajusté à 200 ml avec de l'eau distillée. Le pH a été mesuré sur le filtrat à l'aide d'un pH-mètre (CG 838 SCOTT).

Oxygène dissous: L'oxygène dissous a été mesuré dans des échantillons d'eau de rouissage par un oxymètre (Oxi 91 - WTW).

Composés organiques: l'analyse des composés organiques a été effectuée par HPLC (LDC Analytical). Les composés organiques ont été préalablement extraits dans  $H_2SO_4$  6 mM, puis centrifugés à 14300 rpm (Sigma 201 M).

Viscosité: la viscosité a été mesurée selon la méthode décrite par Trèche et Giamarchi (1991).

#### b) microbiologiques:

Les analyses microbiologiques ont porté sur deux groupes de microorganismes généralement rencontrés au cours de ce type de fermentation, les bactéries lactiques et bactéries amylolytiques.

#### -Numérations des bactéries lactiques:

60 g d'échantillons (racines de manioc rouies ou de potopoto) ont été broyés dans 540 ml d'eau peptonée stérile à l'aide d'un Waring Blender. A partir de ce broyat, ont été effectuées des dilutions - suspensions dans de l'eau peptonée stérile jusqu'à la dilution  $10^{-9}$ .

La numération des bactéries lactiques a été faite sur milieu MRS, ensemencé par les dilutions - suspensions (0,1 ml par boîte de pétri) avec trois répétitions.

#### - Numération des bactéries amylolytiques:

La numération a été faite sur milieu JP2, ensemencé par les mêmes dilutions suspensions utilisées pour la numération des bactéries lactiques. Comme dans le cas des lactiques, la numération a été effectuée avec trois répétitions.

### 1.3. Résultats:

#### a). Fermentation du manioc (rouissage)

##### - Paramètres physico-chimiques

Le pH du milieu chute de 6,5 à 3,5 après quatre jours de rouissage (fig.1). Cette baisse du pH est concomitante à la production de composés organiques tels que le lactate, l'acétate et l'éthanol (fig.2). La production d'acétate et de l'éthanol décroît à partir du 3<sup>e</sup> jour, tandis que le butyrate et le lactate sont produits de manière quasi continue durant toute la période de rouissage.

La teneur en oxygène dissous diminue considérablement dans le milieu de rouissage en 24 heures (fig.3). Elle baisse de 5,5 à 0,6 mg par litre et se stabilise en dessous de cette valeur jusqu'à la fin de l'expérimentation.

Le rouissage du manioc est donc un processus anaérobie, la dégradation de composés organiques ne peut se faire que par voie fermentaire.

##### - Paramètres microbiologiques

Les bactéries dénombrées sur des racines de manioc au cours du rouissage sont des bactéries fermentaires dont le nombre varie entre  $10^9$  et  $10^{10}$  bactéries par gramme. La flore dominante est constituée par les bactéries lactiques. Leur évolution pendant le rouissage peut être décomposée en deux phases (fig.4): une phase exponentielle de croissance les deux premiers jours, suivie d'une phase quasi stationnaire à  $10^8$  bactéries par gramme. Cette flore dominante est composée de *Leuconostoc* dont le nombre augmente de plus de 40% au cours du rouissage; les *Streptocoques* sont peu représentés les premiers jours, mais constituent environ le tiers de la population lactique en fin du rouissage; les lactobacilles ont une évolution inverse, ils représentent plus de 90% de la microflore endogène du tubercule de manioc, mais sont rapidement supplantés par les *Leuconostocs* (Brauman et al, sous presse) flore hétérofermentaire.

Les microorganismes amylolytiques sont peu représentés au cours du rouissage du manioc. Moins de  $10^2$  bactéries/gramme ont été dénombrées. Les bactéries et les champignons amylolytiques semblent se succéder dans le temps au cours de la fermentation; les champignons sont présents à la fin du rouissage mais en faible quantité (Brauman et al, sous presse).

Il apparaît donc clairement, compte tenu de ces résultats et de la production importante de lactate, du butyrate, d'acétate et d'éthanol que le rouissage du manioc est une fermentation hétérolactique.

L'amylolyse ne semble pas être une activité importante au cours du rouissage. Cette fermentation n'a probablement que peu d'influence sur la dégradation de l'amidon.

#### b). Caractérisation du potopoto

##### - Paramètres physicochimiques

Les valeurs moyennes de pH des pâtes de maïs fermenté provenant des différents marchés de Brazzaville sont toutes du même ordre de grandeur (fig.5). La pâte du potopoto est acide, avec des valeurs inférieures à 4. Le pH initial de la farine de maïs étant de 6, le trempage des grains de maïs, étape de la fabrication du potopoto correspondant à la fermentation provoque donc une acidification du milieu. Le même phénomène a été observé au cours du rouissage du manioc.

L'acidification des aliments fermentés utilisés pour la préparation des bouillies de sevrage a déjà été mise en évidence par différents auteurs (Steinkraus, 1983; Hakimjee et Lindgren 1989; Ayebo et Mutasa, 1989; Keregero et Kurwijila, 1989). Ce phénomène est un des avantages de la fermentation, parce que selon certaines observations, les bouillies acides peuvent être plus appétissantes pour les enfants anorexiques et peuvent réduire la contamination bactérienne (Tomkins et al, 1989). Cette acidification est liée à la production de composés organiques au cours de la fermentation.

Le lactate et l'acétate sont les principaux composés formés, ce dernier étant minoritaire (fig.6), ce qui confirme les résultats de Ashworth et Draper, 1990. La présence en plus de ces deux composés, d'infimes quantités d'acide formique et de butyrate dans le maïs fermenté a été relevée Tomkins et al, (1988). Ces composés n'ont pas été détectés dans les échantillons de potopoto que nous avons analysés. L'examen des résultats d'analyses des composés organiques montre que certains échantillons de potopoto contiennent de l'éthanol. Ces observations témoignent probablement de la fluctuation de la qualité des produits sur le marché d'une part et sur la variabilité de la qualité résultant des fermentations traditionnelles d'autre part. Cette dernière observation est étayée par la variation des teneurs en composés organiques d'un échantillon à un autre.

La présence d'éthanol dans certains échantillons de bouillies peut s'expliquer par une longue ou mauvaise conservation qui favoriserait le développement de levures, microflore souvent responsable de la production d'éthanol.

Il est important de rappeler, comme l'indiquent les résultats d'analyses des composés organiques sur les échantillons de manioc fermenté et de potopoto que la fermentation n'aboutit pas à la décomposition totale du substrat en  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  ou nitrates... Ainsi, du point de vue nutritionnel, la fermentation en elle-même n'entraîne pas une perte importante des nutriments contenus dans le substrat.

Par ailleurs, la production d'acide lactique provoque une diminution considérable de pH, empêchant le développement de la majorité de la microflore, notamment les microorganismes pathogènes. C'est cette caractéristique qui permet aux bactéries lactiques d'avoir un rôle important dans la conservation des aliments. La réduction de la contamination bactérienne par la fermentation a été récemment confirmée par Mensah et al, 1990.

##### - Paramètres microbiologiques

Les potopoto analysés contiennent environ  $10^8$  bactéries lactiques et  $10^6$  bactéries amylolytiques par gramme (tableau 1). Cette importance de la flore lactique explique la

forte teneur en acide lactique constatée dans le potopoto.

L'examen des résultats, notamment sur les différents composés organiques présents dans le potopoto, montre qu'il s'agit d'une fermentation hétéro lactique. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus au cours du rouissage du manioc.

D'une manière générale, les mécanismes mis en jeu semblent être les mêmes. Il reste cependant à élucider l'absence de l'acide butyrique dans le potopoto alors que ce composé a été mis en évidence lors du suivi du rouissage du manioc. Un suivi analytique du procédé de fabrication du potopoto s'avère donc nécessaire, de même que la numération et la définition du rôle de la microflore anaérobie particulièrement des clostridii.

## II. EFFETS DES FERMENTATIONS TRADITIONNELLES SUR LA REDUCTION DE LA VISCOSITE DES ALIMENTS DE SEVRAGE

Les changements chimiques et microbiologiques qui résultent de la fermentation du manioc et du potopoto ont été décrits dans les chapitres précédents et des analogies mises en évidence, notamment :

- une forte activité de la flore lactique avec comme corollaire une production importante de l'acide lactique;
- une présence de la microflore amylolytique.
- une acidification marquée.

Nous allons à présent examiner l'effet de ce type de fermentation sur la réduction de la viscosité des aliments utilisés au Congo pour les bouillies de sevrage.

### a) Effet du mode de fermentation sur la viscosité des aliments de sevrage

La viscosité traduit la résistance d'un liquide ou d'un produit semi - liquide à se fluidiser (Ashworth et Draper, 1990). Elle est un bon indice de l'état de la dégradation de l'amidon contenu dans les aliments fermentés.

Dans ce travail, les mesures de viscosité ont été effectuées sur des bouillies de manioc (variété Mpembé) fermenté, non fermenté ayant une concentration de 10 g M.S./100g de bouillie. Deux modes de fermentation ont été réalisés: la fermentation dans l'eau et la fermentation à l'air. En ce qui concerne la fermentation dans l'eau, l'influence de la durée du rouissage a été étudiée. Les résultats sont illustrés par la figure 7.

Les données bibliographiques disponibles sur l'effet de la fermentation sur la réduction de la viscosité sont récapitulées dans le tableau 2. Elles sont comparées dans ce chapitre avec les résultats que nous avons obtenus.

Les mesures de viscosité sont relativement plus faibles que celles données dans la littérature Ceci peut s'expliquer par la différence entre les méthodes de mesure de la viscosité utilisées. Mais, les écarts des mesures de viscosité entre les produits fermentés et les produits non fermentés restent dans tous les cas faibles et ne permettent pas de conclure à un effet significatif de la fermentation.

Les mesures de viscosité des produits fermentés dans l'eau pendant 2 ou 6 jours, et celles des produits fermentés à l'air pendant 3 jours sont toutes de même ordre de grandeur que pour le manioc non fermenté. Les différentes méthodes de fermentation ne semblent donc pas apporter une réduction significative de la viscosité. Cependant, une réduction de la viscosité de 24 à 40% a été observée dans le cas d'une fermentation à l'air du mélange de manioc doux et manioc amer Mlingi (1988). La réduction de la viscosité semble être liée au

produit utilisé, étant donné que la sensibilité des amidons dépend de leurs teneurs en amylose et en amylopectine.

#### b) Effet du mode de préparation des bouillies sur la viscosité

L'influence du mode de préparation des bouillies sur la viscosité a été étudiée. Cette étude a consisté à comparer la viscosité à différentes concentrations en matières sèches de potopoto et des grains de maïs non fermentés maïs broyés en farine (fig.8).

A teneurs en matière sèches égale, la viscosité est plus faible sur la bouillie préparée à partir de la farine. Mais, cette différence induite par le broyage des grains de maïs reste insignifiante. Pour une viscosité de 2 Pa.s par exemple, valeur au niveau de laquelle une bouillie est considérée comme suffisamment fluide, la concentration en matière sèche augmente seulement de 9 à 11 g de matières sèches/ 100g de bouillie. Le broyage du maïs ne semble altérer que faiblement le grain d'amidon.

De façon générale, que se soit sur le potopoto ou sur la farine, les concentrations en matière sèche restent bien inférieures à celles des bouillies commerciales tel que le cérélaç pour la même viscosité (Giamarchi et Trèche, 1991).

Ces résultats montrent que la microflore amylolytique bien que présente dans le milieu de fermentation ne semble pas jouer un rôle prépondérant.

### III. PERSPECTIVES D'AMELIORATION DES TECHNIQUES TRADITIONNELLES : LA FERMENTATION CONTROLEE

La fermentation des tubercules de manioc (rouissage) ou des grains de maïs (fabrication du potopoto) n'entraîne pas une réduction significative de la viscosité des bouillies des aliments fermentés. Tout se passe comme si les amylases n'agissent pas, bien que les microorganismes qui les produisent aient été dénombrés (Akinrele, 1970; Collard et Levi, 1959). Cette situation peut être expliquée par la diminution du pH observée au cours de ces fermentations. A des valeurs de pH inférieures à 4, l'activité des amylases est profondément réduite (Mlingi, 1988; Adeyemi et Beckley 1986; Mbugua, 1987). L'amidon n'est par conséquent que faiblement dégradé, n'entraînant qu'une faible réduction de la viscosité des produits fermentés.

Par ailleurs, l'activité amylase est généralement caractéristique des levures. Cette microflore est peu représentée au cours du rouissage du manioc et semble plutôt être une flore post fermentaire. On peut ainsi comprendre la faible dégradation de l'amidon au cours de la fermentation du manioc et de maïs.

Le problème des procédés traditionnels réside dans le fait que la fermentation s'effectue de façon spontanée par l'action de la microflore naturelle. Or, il est bien connu que l'activité optimale des microorganismes se réalise dans des conditions physico-chimiques bien précises (pH, température, potentiel redox...). Donc, pour influencer sur la dégradation de l'amidon lors des fermentations traditionnelles, il faut définir entre autres les conditions qui favorisent l'activité des amylases.

Les perspectives d'amélioration des fermentations traditionnelles doivent être perçues à deux niveaux, ateliers de production et ménages. Si quelques techniques sont déjà appliquées au niveau ateliers de production (apport d'amylase de commerce, prégermination des grains ....), les solutions transférables au niveau des ménages, notamment en milieu rural ne sont pas encore éprouvées. Il s'agit dans ce dernier cas, de trouver des solutions qui ne s'écartent pas de la tradition.

Il est donc nécessaire d'étudier les fermentations traditionnelles sur le plan physico-chimique, microbiologique et de déterminer les conditions optimales du déroulement de ce phénomène. Ceci afin de formuler dans un premier temps des recommandations sur les modalités de fermentation au niveau des menages.

Pour réaliser ce travail, différentes voies de recherche peuvent apporter des informations utiles :

- Mesure des activités des amylases dans les fermentations traditionnelles et de leur variation au cours du temps pour déterminer leur origine;

- isolement et sélection de souches (lactiques et amylolytiques en particulier) à partir des fermentations traditionnelles pratiquées au Congo et des écosystèmes divers. Signalons qu'une souche présentant une forte activité amylolytique, supérieure à celles des souches de référence telles que les Streptococcus equinus et Lactobacillus amylophilus a été isolée dans notre laboratoire à partir d'un rouissage de tubercules de manioc (Giraud et al, sous presse).

- détermination des conditions optimales de croissance des microorganismes impliqués et de leur activité amylasique;

- détermination des conditions de production massive des souches sélectionnées dans des fermenteurs;

- définition d' inocula performants pour optimiser la dégradation de l'amidon au cours de la fermentation.

### **Bibliographie**

Adeyemi I.A.; Beckley O., 1986. Effect of period of maize fermentation and souring on chemical properties and amylograph pasting viscosity of ogi. *Journal of cereal Science* **4** : 353-360.

Akinrele I.A.I, 1970. Fermentation studies on maize during the preparation of traditional African food. *Journal of Science of Food and Agriculture* **21** : 619-625.

Ashworth A.; Draper A., 1990. The potential of traditional technologies for increasing the energy density of weaning foods. Center for Human Nutrition. London WC1H 0BT.

Brown K.H.; Dickin K.L.; Bentley M.E.; Oni G.A.; Obasaju V.T.; Esrey S.A.; Mebrahtu S.; Alade I.; Stallings R.Y.; 1989. In " Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe: une technologie à la portée des menages. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya du 12 au 16 Octobre 1987. Ottawa, Ont. IDRC-256f, 310-326

Collard P.; Levis S., 1959. A two-stage fermentation of cassava. *Nature* **183**: 620-621.

Cornu A. et al, 1990. Enquête nationale sur l'état nutritionnel des enfants d'âge préscolaire au Congo. Editions ORSTOM. Paris.

Hakimjee M.; Lindgren S., 1989. Les produits à base de manioc fermenté en tanzanie. In " Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe: une technologie à la portée des menages. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya du 12 au 16 Octobre 1987. Ottawa, Ont. IDRC-256f, 252-260.

Jungqvist B.G.; Mellander O.; Svanberg U.; 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. I. A problem description. *Journal of Tropical Pediatrics*, **27**: 68-73.

Karlsson A.; Svanberg U.; 1982. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. IV. Effect of digestive enzymes on viscosity of starch based weaning foods. *Journal of Tropical Pediatrics*, **28**: 230-234.

Keregero M.M., Kurwijila. 1989. La fermentation de produits de sevrage a base de céréales et de légumineuses. In " Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe: une technologie à la portée des menages. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya du 12 au 16 Octobre 1987. Ottawa, Ont. IDRC-256f, 228-237.

Mbugua S.K., 1987. The nutritional and fermentation characteristics of ugi produced from dry milled maize flour (unga bardi) and whole wet milled maize. *Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel*, **10**: 154-161.

Mensah P. A., Tomkins A. M., Drasar S. B., Harrison T.J. *The Lancet*, July **21**, 1990.

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 menages. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya du 12 au 16 Octobre 1987. Ottawa, Ont. IDRC-256f, 239-251.

Steinkraus, 1983. *Handbook of Indigenous fermented foods*. Marcel Dekker., New York.

Svanberg U., 1989. Le gros volume alimentaire des produits de sevrage et son effet sur l'apport énergétique et nutritionnel. In " Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe: une technologie à la portée des menages. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya du 12 au 16 Octobre 1987. Ottawa, Ont. IDRC-256f, 310-326.

Tomkins A.; Alnwick D.; Haggerty P.; 1989. L'emploi des produits fermentés pour 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 menages. Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya du 12 au 16 Octobre 1987. Ottawa, Ont. IDRC-256f, 156-192.

Trèche S., Giamarchi, 1991. Utilisation des enzymes produites industriellement pour l'amélioration de la densité énergétique des bouillies de sevrage. In " *Seminaire - atelier sur les Bouillies de sevrage en Afrique Centrale*". Ministère des Affaires sociales, UNICEF et Orstom. Brazzaville ( Congo)

Trèche S., Giamarchi, 1991. Utilisation du sorgho malté pour améliorer la densité énergétique des bouillies de sevrage à base de manioc. In " *Seminaire - atelier sur les Bouillies de sevrage en Afrique Centrale*". Ministère des Affaires sociales, UNICEF et Orstom. Brazzaville ( Congo).



Fig.1: Evolution du pH des racines au cours du rouissage

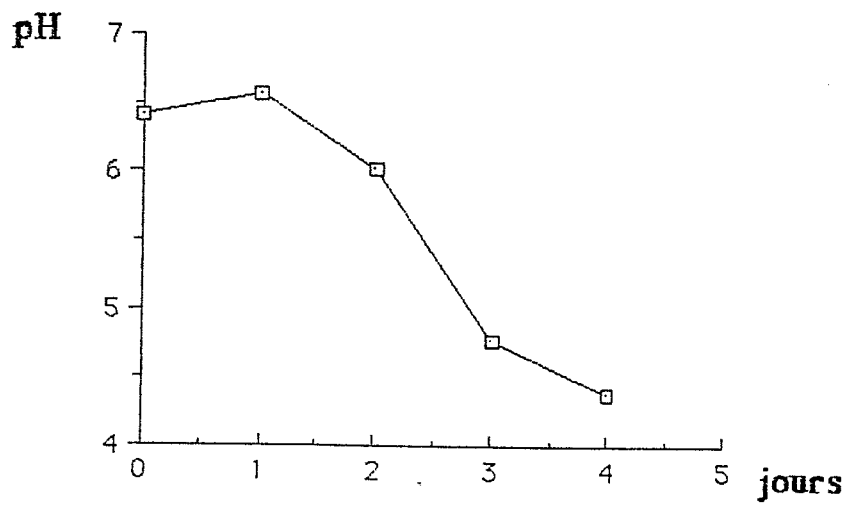


Fig.2: Evolution des composés organiques au cours du rouissage de manioc

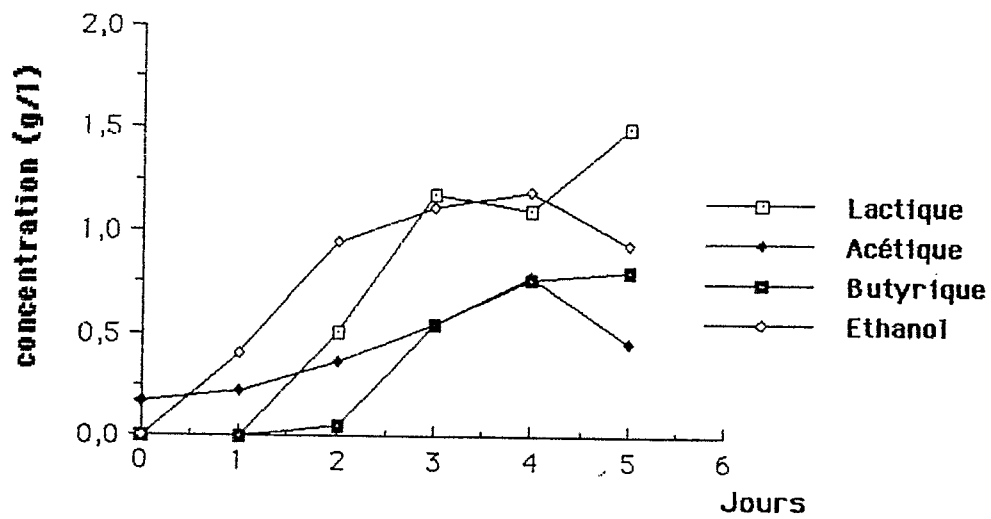


Fig.3: Evolution de la teneur en oxygène dissous au cours du rouissage

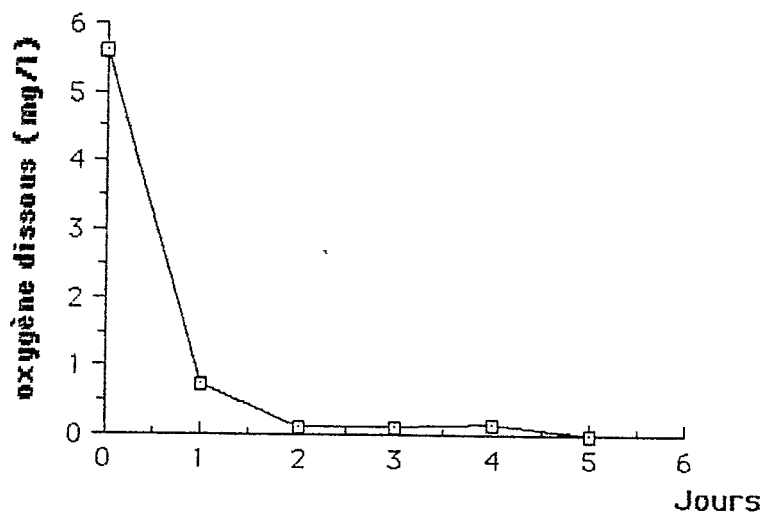


Fig.4: Numération des bactéries Lactiques sur des racines de manioc au cours du rouissage

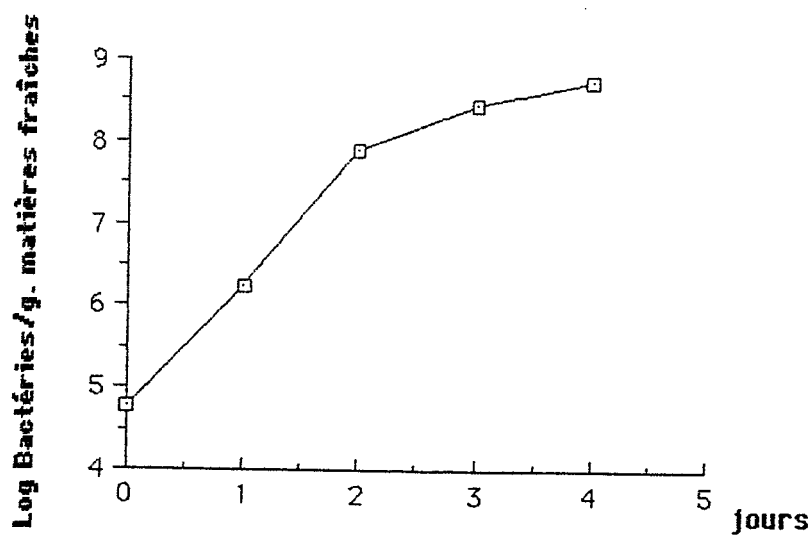


Fig.5: Valeurs moyennes de pH des poto-poto

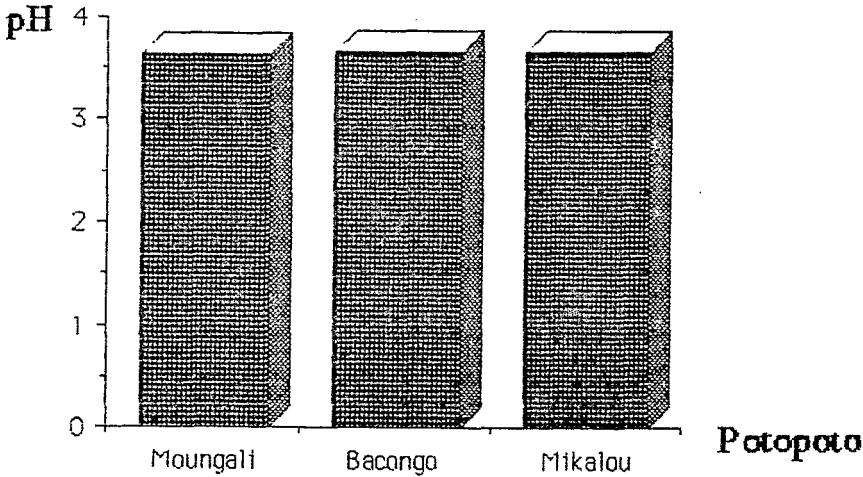
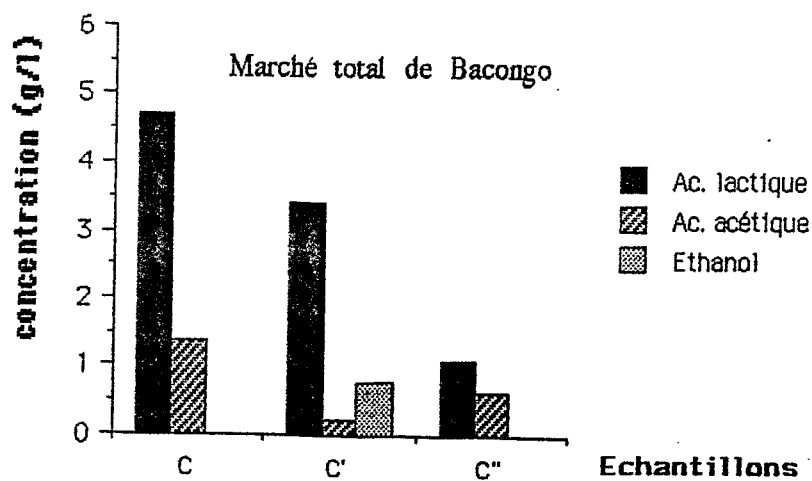
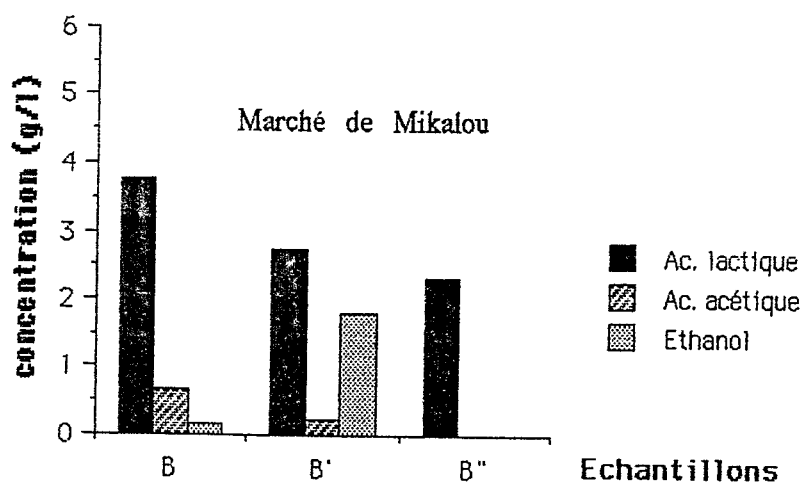
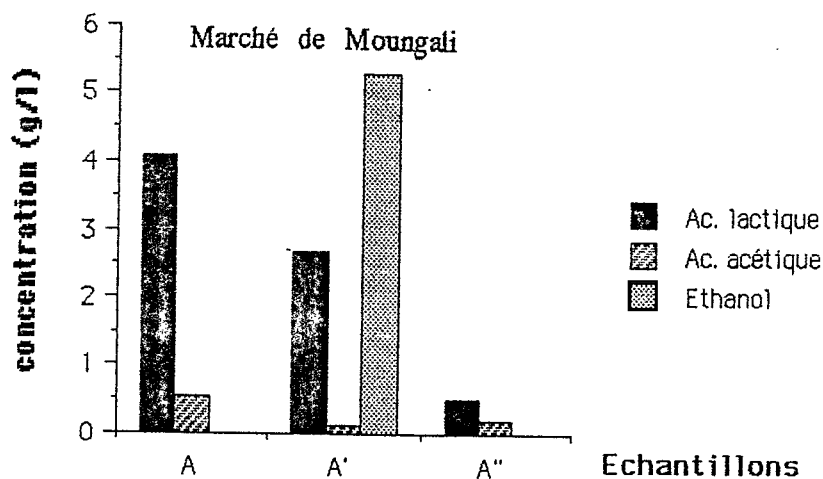
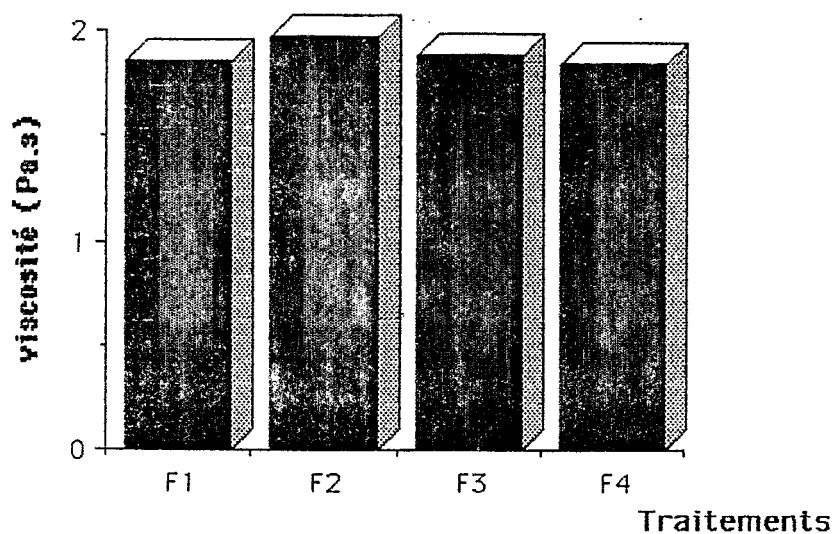


Fig.6: Identification des composés organiques dans les échantillons de potopoto provenant des différents marché de Brazzaville



**Fig.7: Influence du mode de fermentation sur la viscosité des bouillies de manioc**



- F1: racines rouies non fermentées
- F2: racines rouies pendant 6 jours
- F3: racines rouies pendant 2 jours
- F4: racines de manioc rapées et fermentées à l'air dans un sac en tissu synthétique pendant 3 jours

**Fig.8: Influence du mode de préparation sur la viscosité des bouillies**

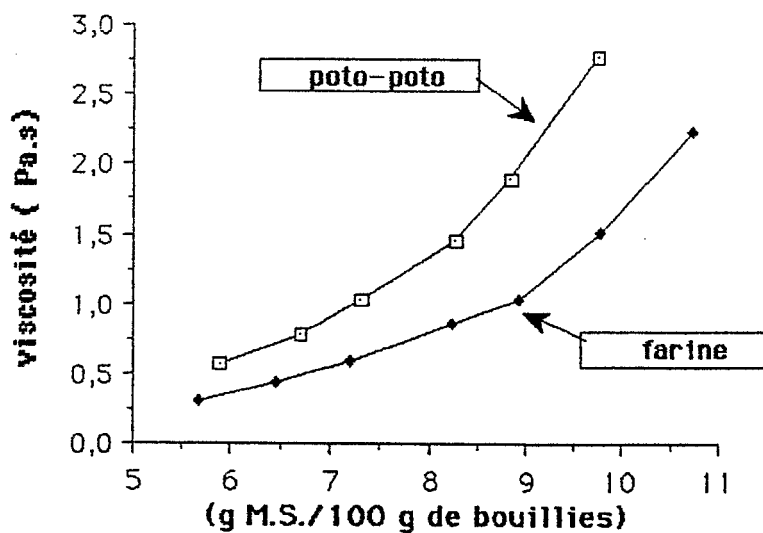


Tableau 1. Numération bactérienne sur des potopoto

	Lactiques	Amylolytiques
A	$3.10^8$	$12.10^6$
B	$3,4.10^8$	$2.10^6$
C	$4.10^8$	$4.10^6$

A. poto-poto provenant du marché de Mikalou

B: poto-poto provenant du marché Total de  
Bacongo

C: poto - poto provenant du Marché de Mougali

Tableau 2: Comparaison des résultats sur la viscosité et la densité énergétique ( Données bibliographiques)

	Viscosité A 10% de MS (Pa.s)	Viscosité à 3 Pa.s		Conc en MS g/100g	Densité énergétique Kcal/g
		MS %	Densité énergétique Kcal/g		
farine de manioc doux non fermenté	5,58	7,4	0,27	-	-
farine de manioc doux fermenté	5,29	7	0,25	-	-
farine de manioc amer non fermenté	4,44	7,85	0,29	-	-
farine de manioc amer fermenté	4,87	8,55	0,32	-	-
farine de maïs fermenté	-	-	-	5,6	0,25
melange manioc amer et manioc doux fermenté à l'air	3,39	-	-	-	-
Mlingi (1989)				BROWN et al (1989)	