

CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DE *ABLO* : UNE PATE FERMENTEE DU BENIN

BOKOSSA YAOU I.^{1*}, BANON S. J.², TCHEKESSI C. K. C.³, DOSSOU-YOVO P.⁴,
ADEOTI K.⁵ & ASSOGBA E.⁶

- 1- Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires - LAMITA, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques Université d'Abomey-Calavi, BP 526 COTONOU, Tél : (+229) 66049269, *E-mail* : innobokos@gmail.com
2. Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires - LAMITA, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques Université d'Abomey-Calavi, BP 526 COTONOU, Tél : (+229) 97029252, *E-mail* : bbanonjultesse@yahoo.fr
3. Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires - LAMITA, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques Université d'Abomey-Calavi, BP 526 COTONOU, Tél : (+229) 97810040, *E-mail* : tchecokice@yahoo.fr
4. Laboratoire de recherche en traitement et conservation des produits halieutiques du département de chimie, FAST/UAC, BP 1270 Abomey-Calavi, *E-mail* : pidam57@yahoo.fr
5. Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires - LAMITA, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques Université d'Abomey-Calavi, BP 526, Abomey-Calavi, *E-mail* : zoulade@yahoo.fr
6. Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires - LAMITA, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques Université d'Abomey-Calavi, BP 526 COTONOU, *E-mail* : assogbaestelle85@gmail.com

* Auteur correspondant : BOKOSSA YAOU I., Tél : (+229) 66049269
E-mail : innobokos@gmail.com

(Reçu le 23 Mai 2013 ; Révisé le 12 Août 2013 ; Accepté le 25 Août 2013)

RESUME

Ablo est une pâte fermentée, légèrement salée et sucrée, cuite à la vapeur et vendue sous forme de boulettes au bord des rues et dans les places publiques similaires. L'objectif de la présente étude est le suivi du processus de fermentation par le dénombrement de la microflore. La méthodologie adoptée a consisté à effectuer des essais de production suivie d'analyses au laboratoire. Les microorganismes qui prédominent au cours de la fermentation sont les bactéries lactiques, les levures et moisissures. *Ablo* comme produit fini a une faible charge microbienne (absence d'entérobactéries). Il est riche en protéines, en fer, en calcium et en magnésium et peut être conseillé aux personnes vulnérables. En dehors de la teneur en protéine de *Ablo* qui est de 7%, il n'existe pas de différence significative au niveau des autres paramètres physico-chimiques entre la pâte fermentée et le produit fini *Ablo*.

Mots clés : *Ablo*, pâte fermentée, fermentation, Bénin, microorganismes.

ABSTRACT

Ablo is a fermented paste slightly salted and sugared, steamed and sold as ball at side and public places. This study aims to detect the microbial flora responsible of fermentation. Our methodology consisted in production tests followed by lab analysis. The microorganisms which are numerous during the fermentation are lactic bacteria, yeasts and moulds. *Ablo* has a weak microbial charge due to its contamination after transformation. *Ablo* contains protein, iron, calcium and magnesium. Apart the protein content of *Ablo* about 7%, there isn't any significant difference with other physic and chemical parameter between the fermented paste and the end product *Ablo*.

Key Words : *Ablo*, fermented paste, fermentation, Bénin, microorganisms.

INTRODUCTION

Au Bénin, comme dans la plupart des pays africains, l'artisanat alimentaire occupe une place prépondérante dans la vie socio-économique des populations. Ainsi les technologies traditionnelles de transformation agro-alimentaire visent la valorisation des produits agricoles locaux. Le savoir faire requis provient des pratiques endogènes et est transmis à travers l'éducation familiale ou le système traditionnel d'apprentissage.

Beaucoup de produits locaux font l'objet de ces transformations. Parmi ces produits, les céréales (maïs, riz, mil sorgho, etc.) occupent une place de choix en raison de la large gamme d'aliments qu'ils permettent d'obtenir. Ces céréales et plus particulièrement le maïs, le mil et le sorgho sont consommés sous forme de bouillie (koko, akloi, akluiyonou) de pâte (tô, owo, makumè, kafa, akassa), de couscous (yèkè-yèkè, ciéré), de boissons (chapkalo, tchoukoutou ou burkutu, dolo), ou de galettes, qui constituent les plats coutumiers de ces régions. Ces produits céréaliers apportent dans la ration alimentaire l'énergie nécessaire et certaines protéines (AHOKPE, 2005).

NAGO, (1989) a ainsi dénombré l'existence d'une quarantaine de recettes à base de maïs, ce qui fait de lui, le produit vivrier qui subit le plus de transformations agro-alimentaires. Les produits dérivés du maïs ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche ces dernières années au Bénin et dans la sous région (AHOLOU-YEYI, 2007).

Ablo, exemple type de produit céréalier, très apprécié au centre et au sud du Bénin, est un pain légèrement salé sucré cuit à la vapeur et vendu dans les rues. Il est préparé à partir du *mawè* qui est une pâte fermentée à base de maïs (NAGO et HOUNHOUGAN, 1998). Les difficultés de production font que les producteurs, pour la plus part des femmes, ont tendance à substituer la farine de riz au *mawè*. Aujourd'hui *Ablo* est consommé partout au Bénin. Il est vendu dans les restaurants et dans les hôtels. Il est également offert au cours des réceptions lors des cérémonies traditionnelles (mariage, baptême, etc.).

On distingue trois procédés de préparation de *Ablo*. Il s'agit de la technologie utilisant uniquement le maïs, la technologie utilisant uniquement le riz et celle utilisant un mélange de maïs et de riz. C'est un produit facile à emballer et à transporter. *Ablo* issu de la technologie à base du riz seul s'avère être le plus apprécié des consommateurs.

Cette pâte fermentée, mis à part une sommaire description de sa préparation par NAGO et HOUNHOUGAN en 1998, l'évaluation des procédés traditionnels de sa préparation par NAGO (1989) et du système technique artisanal de sa préparation par AHOLOU-YEYI en 2007, n'a encore fait l'objet de recherche pour une parfaite maîtrise du processus de sa fermentation.

L'extension des villes et l'éloignement entre le domicile et le lieu de travail favorisent l'accroissement de la consommation hors domicile dans les petits restaurants et plus particulièrement auprès des vendeuses de rue. La FAO en 1989, définit les aliments de rue comme étant des aliments ou boissons prêts à être consommés, préparés et ou vendus par des vendeurs spécialement dans les rues et autres endroits publics similaires.

De nos jours, l'alimentation de rue reçoit une clientèle de plus en plus nombreuse et diversifiée incluant toutes les catégories socioprofessionnelles (BABA-MOUSSA *et al.*, 2006). Elle est un important secteur d'activités impliquant d'importantes sommes d'argent et est pourvoyeuse d'emplois à une large proportion de la population, y compris des femmes et des familles entières (AHOLOU-YEYI, 2007).

La faible productivité de ces entreprises artisanales traditionnelles et la pénibilité de certaines opérations unitaires induisent, en milieu urbain, de profondes modifications au niveau des procédés. Une connaissance approfondie des technologies endogènes de transformations agro-alimentaires et de leurs variabilités contribueraient à leur optimisation.

C'est dans cette logique de valorisation de nos ressources alimentaires que s'inscrit cette étude dont l'objectif est de suivre le processus de fermentation par le dénom-brement de la microflore de fermentation de *Ablo*.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL

MATERIEL VEGETAL

Nous avons utilisé le riz (*Oryza sativa*) recommandé par les productrices assez expérimentées dans la production de *Ablo*. La farine de blé et le sucre ont été également utilisés. Ces matières végétales ont été acquises dans les marchés locaux des villes productrices.

MATERIEL BIOLOGIQUE

Nous avons utilisé la levure commerciale (*Saccharomyces cerevisiae*) de la marque PASHA.

MATERIEL DE LABORATOIRE

Le matériel d'analyse est constitué de matériel classique utilisé pour les manipu-lations microbiologiques et physico-chimiques.

METHODES

La méthodologie adoptée a été axée sur des expérimentations selon la technologie de production décrite par BANON en 2012 et des analyses de laboratoire.

METHODE D'ANALYSE

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les analyses microbiologiques effectuées ont consisté au dénombrement des bactéries et des champignons dans la pâte en fonction de la durée de fermentation et sur les échantillons de *Ablo* collectés au cours de notre étude de cas.

La solution mère a été préparée à partir de 10 g de l'échantillon prélevé aseptiquement dans un sachet stomacher. On y ajoute 90 g d'eau peptonée simple (EPS) et le mélange a été homogénéisé au stomacher pendant une à deux minutes pour obtenir la solution mère. Ensuite les dilutions décimales successives ont été réalisées en prélevant 1 mL de la solution précédente et en l'ajoutant à 9 mL d'EPS tout

en ayant soin de changer chaque fois de pipette.

Les bactéries lactiques ont été dénombrées après incubation en anaérobiose à 30°C pendant 72 heures sur du Man, Rogosa and Sharpe (MRS) OXOID (CM 0361). Concernant les entérobactéries nous avons inoculé des boîtes de pétri contenant du Violet Red Bile Agar (VRBA) OXOID (CM 0107) avec 1 mL de chacune des dilutions décimales. La technique de double couche a été utilisée. Le temps d'incubation est de 24 heures à 37°C. Pour le dénombrement des levures et moisissures nous avonsensemencé des boîtes de pétri contenant le milieu de culture Sabouraud Dextrose Agar OXOID (CM 0041). Les boîtes ont été incubées à 25°C pendant 3 à 5 jours. Les germes aérobies mésophiles ont été dénombrés directement sur les boîtes de pétri après ensemencement et culture sur le milieu de culture Plate Count Agar (PCA) OXOID (CM 0325) à 30°C pendant 72h. Le dénombrement a été effectué directement sur les boîtes de pétri en choisissant celles qui contiennent entre 30 et 300 colonies. Les analyses microbiologiques ont été réalisées en trois répétitions sur chaque échantillon.

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

La teneur en matière sèche a été déterminée suivant la méthode AACC, (1984). Le pH et l'acidité titrable ont été déterminés suivant la méthode modifiée de NOUT *et al.*, (1989). La teneur en protéines brutes a été déterminée suivant la méthode de Kjeldahl (AACC, 1984) et en utilisant le facteur de conversion 6,25. La teneur en cendres a été déterminée suivant la méthode AACC, (1984). La teneur en micro éléments a été déterminée suivant la méthode de KANNINKPO, (2011). Les analyses physico-chimiques ont été réalisées en trois répétitions sur chaque échantillon.

METHODE EXPERIMENTALE

Les essais de production ont été réalisés en milieu réel par l'aide d'une productrice afin de respecter les mêmes conditions de production. Chaque essai a été répété trois fois au laboratoire. La fermentation a durée six heures. Nous avons réalisé des prélèvements à chaque deux heures à partir du temps zéro (t0). Les

différentes analyses microbiologiques et physico-chimiques ont été effectuées sur ces prélèvements.

ANALYSE STATISTIQUE

Les résultats issus des expériences et des analyses de laboratoire ont été saisis et mises en forme grâce au logiciel Word. Le logiciel Excel a été utilisé pour effectuer les calculs. Le logiciel MINITAB a servi à analyser les données et a permis de faire les analyses de variance (ANOVA) pour la comparaison des moyennes. Le niveau de signification retenu est de 5% ($p < 0,05$).

RESULTATS ET DISCUSSION

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

La figure 1 montre l'évolution des levures et moisissures et des bactéries lactiques au cours de la fermentation de la pâte suivant la technologie utilisant le riz. La figure 2 montre l'évolution des entérobactéries au cours de la fermentation. Les quantités de levures et moisissures et de bactéries lactiques varient significativement au cours de la fermentation de la pâte.

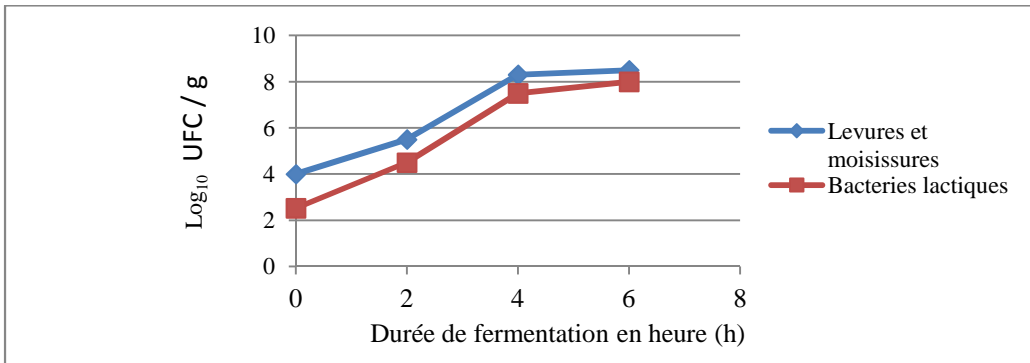


Figure 1 : Evolution du nombre de levures et moisissures et de bactérie lactiques présentes dans la pâte en fonction de la durée de fermentation

La charge en entérobactérie chute rapidement au cours de la fermentation. Cette chute devient très intéressante après quatre heures de fermentation.

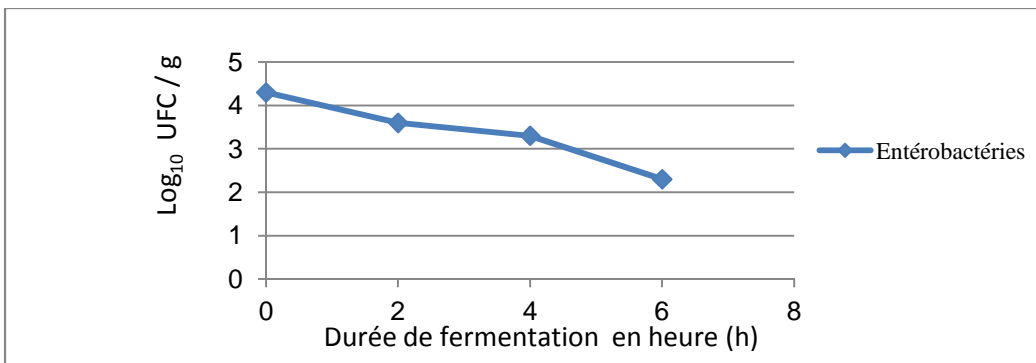


Figure 2 : Evolution du nombre d'entérobactéries présentes dans la pâte en fonction de la durée de fermentation

La charge en germes aérobies mésophiles s'accroît pendant les deux premières heures de fermentation puis elle connaît au-delà de cette durée une réduction importante.

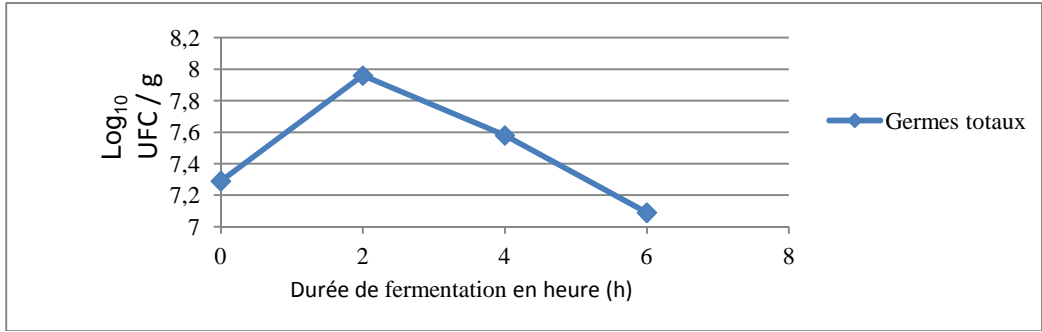


Figure 3 : Evolution du nombre de germes aérobies mésophiles présents dans la pâte en fonction de la durée de fermentation

Le tableau I présente les caractéristiques microbiologiques de la farine de riz ayant servi à préparer la pâte et de *Ablo* après cuisson. Les germes aérobies mésophiles, les levures et

moisissures et les bactéries lactiques sont présents dans la pâte et sur *Ablo*. Les entérobactéries retrouvées dans la pâte sont absentes au niveau du produit fini (*Ablo*).

Tableau I : Caractéristiques microbiologiques de la farine de riz et de *Ablo* en (Log₁₀ UFC /g).

Groupes de microorganismes	Farine de riz	<i>Ablo</i>
Germes aérobies mésophiles	7,13 ± 0,28	7,04 ± 0,24
Levures et moisissures	3,31 ± 0,30	3,21 ± 0,02
Bactéries lactiques	2,30 ± 0,50	3,90 ± 0,56
Entérobactéries	3,09 ± 0,31	< 1

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

La figure 4 présente l'évolution du pH ou de l'acidité titrable en fonction de la durée de fermentation. De même, le tableau II renseigne sur les caractéristiques physico-chimiques de la pâte fermentée (après 6h) et de *Ablo*.

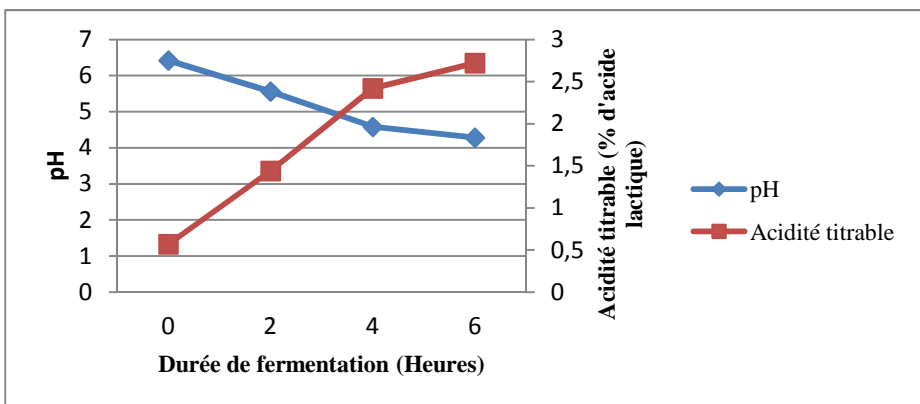


Figure 4 : Evolution du pH et de l'acidité titrable en fonction de la durée de fermentation

Tableau II: Caractéristiques physico-chimiques de la pâte fermentée (6h) et de *Ablo*

Paramètres	Pâte fermentée (6h)	<i>Ablo</i>	P-value
Matière sèche (% MS)	39,737 ± 0,23	39,470 ± 1,33	0,826 ^{NS}
pH	4,28 ± 0,035	4,230 ± 0,09	0,598 ^{NS}
Acidité titrable (%)	2,720 ± 0,33	1,080 ± 0,29	0,119 ^{NS}
Protéine (%)	10,240 ± 0,21	7,000 ± 0,16	0,037 ^S
Cendre (%)	1,040 ± 0,028	0,60 ± 0,31	0,295 ^{NS}
Fe en mg/Kg (MS)	29,038 ± 0,7778	32,056 ± 0,1979	0,119 ^{NS}
(%) Ca (MS)	0,05521 ± 0,0141	0,08482 ± 0,0065	0,226 ^{NS}
(%) Mg (MS)	0,01845 ± 0,0003	0,01816 ± 0,0015	0,833 ^{NS}

Légende : NS = différence non significative au seuil de 5%
S = différence significative au seuil de 5%

DISCUSSION

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Les analyses physico-chimiques montrent que le pH décroît rapidement au cours des quatre premières heures de fermentation ; puis, cette diminution devient très lente le reste du processus fermentaire. Parallèlement, on assiste à un accroissement de l'acidité titrable suivant un rythme analogue à celui de la diminution du pH. En effet le pH passe de 6,42 à 4,58 en quatre heures de fermentation tandis que la l'acidité titrable varie de 0,56 à 2,37 pour la même durée (Figure 4).

Ces résultats sont en accord avec ceux de KANNINKPO en 2011 et ceux de MUGULA *et al.*, (2002) sur des produits fermentés. La baisse progressive du pH et l'accroissement de l'acidité titrable qui sont observés au cours de la fermentation sont caractéristiques des farines de céréales en fermentation (MICHODJEHOUN, 2000 ; HOUNHOUIGAN, 1994). Ces observations sont comparables à celles de ODUNFA et ADELEYE, (1985) qui expliquent la baisse du pH observée au cours de la fermentation du « kankey » (pâte fermentée d'origine ghanéenne à base de maïs)

par l'accroissement du nombre de bactéries lactiques. Ainsi les bactéries métabolisent les sucres fermentescibles pour produire de nombreux métabolites dont l'acide lactique qui engendre une augmentation de l'acidité titrable puis une baisse du pH au cours de la fermentation. Ceci explique la diminution du pH au cours du processus fermentaire (Figure 4).

La pâte fermentée a un taux de matière sèche compris entre (39-40%) et un pH de 4,28 alors qu'ils sont respectivement de 39,47% et de 4,23 pour *Ablo*. Cela signifie que la pâte et *Ablo* sont acides. Ils contiennent également de la cendre, de la protéine, du fer, du calcium et du magnésium qui ont des rôles biologiques très importants (Tableau II). Nous pouvons donc proposer le produit aux personnes vulnérables. Les paramètres physico-chimiques tels que le pH, l'acidité titrable, la matière sèche, la cendre, le fer, le calcium et le magnésium ne varient pas entre la pâte fermentée et le produit fini. Par contre, il y a une différence significative de la teneur en protéine entre la pâte fermentée et *Ablo*. Cette différence serait due à la cuisson qu'a subie *Ablo*.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les analyses microbiologiques montrent que le nombre de levures et moisissures et de bactéries lactiques varient significativement au cours de la fermentation de la pâte. En effet, les levures et moisissures en nombre important (10^4 UFC/g) en début de la fermentation ont un accroissement lent jusqu'à deux heures de fermentation. Après ce temps, cet accroissement devient important puis diminue progressivement après quatre heures de processus fermentaire (Figure 1). En effet, les bactéries lactiques de par leurs métabolismes glucidiques provoquent l'acidification de la pâte qui devient alors favorable au développement des levures. Les mêmes observations ont été faites sur le « mawè » familial par MICHODJEHOUN en 2000.

Les bactéries lactiques ont un accroissement exponentiel au cours des quatre premières heures de fermentation puis après cette durée on note une diminution progressive de cet accroissement (figure 1). Ainsi, la fermentation se réalise en milieu naturel à la température de 28-30°C, température favorable à leur développement.

La charge en entérobactéries chute rapidement au cours de la fermentation. Cette chute devient très intéressante après quatre heures de fermentation (Figure 2). Par contre, la charge en germes aérobies mésophiles s'accroît pendant les deux premières heures de fermentation puis elle connaît au-delà de cette durée une réduction importante (Figure 3). Cette chute de la charge en entérobactéries et en germes aérobies mésophiles est due à la baisse du pH au cours de la fermentation.

Cette dynamique de la population microbienne de fermentation de la pâte est comparable aux résultats de MUGULA *et al.*, en 2002 et de NCHE *et al.*, en 1994 sur d'autres produits fermentés.

On note une réduction de la charge microbienne sur le produit fini. Ceci s'explique par le fait que les microorganismes ont été en partie détruits par la forte température (100 -

110°C) lors de la cuisson. ADJIGBEY-TASAS, (2003) avait en effet montré qu'un traitement thermique de quelques secondes à 72°C est suffisant pour détruire les formes végétatives des microorganismes rencontrés dans les produits alimentaires.

Les microorganismes les plus rencontrés sur *Ablo* sont les levures, les moisissures et les bactéries lactiques (Tableau I). Ces microorganismes proviendraient de la levure commerciale ajoutée mais aussi du non respect strict des règles d'hygiène pendant la production. Ils proviendraient également de la contamination de la farine lors de la mouture. L'absence d'entérobactéries est un bon indicateur du niveau d'hygiène acceptable lors de la production des aliments. Les entérobactéries sont témoins des contaminations après traitements thermiques. Leur présence en grand nombre indique une hygiène défailante lors de la production mais également une aptitude du produit à favoriser leur développement (LECLERC *et al.*, 1977). L'ensemble des microorganismes pathogènes se développent dans les milieux où le pH est supérieur à 4,5. En dessous de cette valeur, toute vie devient impossible pour cette catégorie de microorganismes (ADJIGBEY-TASAS, 2003). Au regard de leur nombre (inférieur à 1) dans le produit et de la valeur du pH de ce dernier ($4,23 \pm 0,09$) nous pouvons donc affirmer que *Ablo* est un aliment sain, tout au moins au plan microbiologique.

La présence de germes aérobies mésophiles sur le produit fini est due à la contamination de *Ablo* après la cuisson. En effet *Ablo* est manipulé avec la main avant et pendant la vente.

CONCLUSION

Les microorganismes qui prédominent lors de la fermentation de la pâte sont les bactéries lactiques, les levures et les moisissures. Cette pâte fermentée a un taux de matière sèche de l'ordre de 39-40% et un pH de 4,28. Elle renferme des éléments nutritifs tels que la protéine, le fer, le calcium et le magnésium.

La charge en microorganismes de *Ablo* est surtout due à la contamination après la cuisson et nécessite alors une industrialisation de la production. *Ablo* contient de la protéine et des

micros éléments (fer, calcium, magnésium) et peut être recommandé aux personnes vulnérables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AACC, 1984. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th ed. St Paul, MN, USA.
2. ADJIGBEY-TASAS R., 2003. Contribution à la valorisation des aliments traditionnels béninois. Etude comparative de deux technologies à base de sorgho malté pour la production de gowé. *Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA / UAC, 65p.*
3. AHOKPE K. F., 2005. Valorisation des aliments traditionnels locaux : Evaluation des procédés traditionnels de préparation de Ablo, une pâte fermentée cuite à la vapeur. *Thes. Maît., FAST/UAC, 51p.*
4. AHOLOU-YEYI A. M., 2007. Evaluation du système technique artisanal de production de Ablo, un pain cuit à la vapeur. *Thèse Ing. Agr, FSA/UAC, 61p.*
5. BABA-MOUSSA L., BOKOSSA Y., BABA-MOUSSA F., AHISSOU H., ADEOTI Z., YEHOUEYOU B., MAMADOU A., TOUKOUROU F. et SANNI A., 2006. Etude des possibilités de contamination des aliments de rues au Bénin : cas de la ville de Cotonou. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), Série A, 8(2), 149-156.*
6. BANON S. B. J., 2012. Evolution de la flore microbienne au cours de la fermentation d'un produit alimentaire fermenté du Bénin : cas de *Ablo*. *Mémoire de Master, FAST / UAC. 70p.*
7. FAO, 1989. *Food and Nutrition Paper No.46: Street Foods. FAO, Rome, Italy.*
8. HOUNHOUIGAN D. J., 1994. Fermentation of maize (*Zea mays* L.) meal for mawè production in Benin: Physical, chemical and microbiological aspects. *PhD Thesis, Agricultural University, Wage-ningen, The Netherlands, 99p.*
9. KANNINKPO C., 2011. Appareillage et mode opératoire du dosage des métaux par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique; laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE / CRA Agonkanmey / INRAB); *Synthèse de document de travail, 2p.*
10. LECLERC H., BUTTIAUX R., GUILLAUME J. ET WATTRE P., 1977. *Microbiologie appliquée. Doin Editeurs, Paris.*
11. MICHODJEHOUN L., 2000. Système technique et caractérisation du gowé, une pâte fermentée à base de céréales. *Thèse d'ingénieur, UAC / FSA, 75p.*
12. MUGULA J. K., NNKO S. A. M., NARVHUS J. A. AND SORHAUG T., 2002. Microbiological and fermentation characteristics of togya, a Tanzanian fermented food. *Int. J. Food Microbiol, 80, 187-199.*
13. NAGO C. M. ET HOUNHOUIGAN D. J., 1998. La transformation alimentaire des céréales au Bénin. *Les publications du CERNA, 150p.*
14. NAGO C. M., 1989. Technologies traditionnelles et alimentation au Bénin : aspects techniques, biochimiques et nutritionnels. Identification et caractérisation des principales filières et technologies du secteur traditionnel de transformation alimentaire. *Document FSA / UNB, Abomey-Calavi, Bénin, 97p.*
15. NCHE P. F., NOUT M. J. R. AND HAVELAAR A., 1994. The effect of cowpea

supplementation on the quality of kenkey, a traditional Ghanaian fermented food. *J. Cereal Sci.* 19, 191-197.

16. NOUT M. J. R., ROMBOUITS F. M. AND HAVELAAR A., 1989. Effect of accelerated natural lactic fermentation of infant food ingredients on some pathogenic micro-

organisms. *Int. J. Food Microbiol.*, 8, 351-361.

17. ODUNFA S. A. AND ADELEYE S., 1985. Microbiological changes during the traditional production of ogi-baba, a west-african fermented sorghum gruel. *J. Cereal Sci.*, 3, 173-180.