

CARACTERISATIONS PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES D'UNE PATE TRADITIONNELLE "GOWE" FABRIQUEE A BASE DE MAÏS AU BENIN

TCHEKESSI C. K. C.¹, BOKOSSA YAOU I.^{2*}, BANON J.³, AGBANGLA C.⁴,
ADEOTI K.⁵, DOSSOU-YOVO P.⁶, ASSOGBA E.⁷

1- Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires (LA.MI.T.A) du Département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) ; 04BP 1107 Cotonou ; Bénin ;
Tel. ++229 97 81 00 40 ; *e-mail* : *tchecokice@yahoo.fr*;

2- Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires (LA.MI.T.A) du Département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC); 04BP 1107 Cotonou; Bénin;
Tel. ++229 95 96 29 42 ; *e-mail* : *innobokos@gmail.com*;

3- Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires (LA.MI.T.A) du Département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) ; 04BP 1107 Cotonou ; Bénin ;
Tel. ++229 97 02 92 52; *e-mail* : *bbanonjultesse@yahoo.fr*;

4- Laboratoire de Génétique et des Biotechnologies de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC);
BP. 526- Commune d'Abomey-Calavi; Bénin;
Tel. ++229 66 44 50 07; *e-mail* : *Clement.agbangla@gmail.com*;

5- Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires (LA.MI.T.A) du Département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC); 04BP 1107 Cotonou ; Bénin ;
Tel. ++229 975813 60; *e-mail* : *zoulade@yahoo.fr*;

6- Laboratoire de Recherche en Traitement et Conservation des Produits Halieutiques du Département de Chimie de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC); BP 1270 Abomey-Calavi ; Bénin ;
Tel. ++229 93 79 72 39 ; *e-mail* : *pidam57@yahoo.fr*;

7- Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires (LA.MI.T.A) du Département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) ; 04BP 1107 Cotonou ; Bénin ;
Tel. ++229 95 36 52 40; *e-mail* : *assogbaestelle85@gmail.com*;

* Auteur correspondant : BOKOSSA YAOU I.
Tél. + + 229 21 03 82 39 ; GSM 229 95 96 29 42 ; *E-mail*: *innobokos@gmail.com*

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

RESUME

Gowé est une pâte fermentée obtenue à base de maïs pré-germé. Il est généralement consommé, après dilution, dans l'eau sous forme de boisson par une importante couche de nos populations aussi bien en milieu rural qu'urbain. Aussi, les conditions de sa production restent-elles toujours traditionnelles et très peu étudiées. La présente étude a consisté à évaluer les paramètres physico-chimiques et la microflore au cours de la

fermentation de cette pâte. Elle a été conduite en deux phases dont l'une consacrée au processus de la préparation de ladite pâte et l'autre, aux analyses physico-chimique et microbiologique de cette pâte au laboratoire. Les résultats obtenus à l'issue de ces expériences montrent que : les bactéries lactiques, les levures et moisissures constituent la microflore dominante de *gowé* ; l'évolution de la population des bactéries lactiques est inversement proportionnelle à la diminution du pH et de la matière sèche au cours de la fermentation. Par ailleurs, les analyses microbiologiques du produit fini ont montré que *gowé* ne contient pas de coliformes totaux, fécaux et d'*Escherichia coli*. Quant aux caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles, le produit fini a révélé en moyenne un pH de 4,3, une acidité de 7,2%, une matière sèche de 38,01%, une teneur en protéines de 8,75% BMS et est plus riche en magnésium qu'en calcium et en fer.

Mots clés : *Gowé*, maïs, fermentation, pâte, microflore.

ABSTRACT

Gowe is a fermented paste gotten to basis of pre-germinated corn. It is generally consumed, after dilution, in water as drink by an important layer of our populations as well in farming environment that urban. Also, the conditions of its production remain them always traditional and very little to study. The present survey consisted in valuing the physico-chemical parameters and the microflora during the fermentation of this paste. It has been driven in two phases of which one dedicated to the process of the preparation of the aforesaid dough and the other, to the analyses physico-chemical and microbiological of this paste to the laboratory. The results gotten to the descended of these experiences show that: the lactic bacteria, the yeasts and mildews constitute the dominant microflora of *gowé*; the evolution of the population of the lactic bacteria is inversely proportional to the reduction of the pH and the dry matter during fermentation. Otherwise, the microbiological analyses of the product finished showed that *gowé* doesn't contain total, fecal coliforms and *Escherichia coli*. As for the characteristic physico-chemical and nutritional, the finished product revealed a pH of 4.3 on average, an acidity of 7.2%, a dry matter of 38.01%, a content in proteins of 8.75% BMS and is richer in magnesium than in calcium and in iron.

Key words: *Gowé*, corn, fermentation, paste, microflora, drying.

INTRODUCTION

Des millions de personnes tombent malades et bon nombre d'entre eux souffrent de sérieux malaises, de complications à long terme ou meurent suite à la consommation d'aliments malsains (WHO, 2001). Les maladies diarrhéiques causées par l'aliment et l'eau sont les principales causes des malaises et créent généralement des décès estimés à 2,1 millions de personnes dont la plupart sont des enfants dans les pays en développement (WHO, 2001).

Dans les pays en développement une grande partie des aliments prêts à consommer est vendue dans les rues. Ces aliments sont appelés « aliments de rue », et sont largement consommés par les populations à faibles revenus qui constituent la couche majoritaire. Les procédés de préparations et de conservation de ces aliments bénéficient de très peu d'attention au plan hygiénique et leur

susceptibilité à provoquer des maladies a été rapportées (ANONYMOUS, 2001). Très souvent ces aliments une fois préparée, ne sont plus réchauffés avant d'être servi aux clients même après plusieurs heures (BABA-MOUSSA *et al.*, 2006). Selon FAO, (1990), les aliments de rue sont définis comme étant des aliments et des boissons prêts à être consommés, préparés et/ou vendus par des vendeurs, spécialement dans les rues et dans les autres lieux publics similaires.

Les aliments de rue sont divers et classés en trois catégories à savoir : les plats cuisinés (bouillies et pâtes à base de céréales ou de tubercules, sauces...), les snacks (gâteaux, confiseries, produits laitiers, produits à base de viande et de poisson...) et les boissons (eau, boissons fermentées, boissons chaudes aromatisées...) (NAGO, 1992). Parmi ces aliments de rue se trouve *gowé* qui est une pâte traditionnelle fermentée à base de céréales germées (Maïs, Mil et Sorgho) très appréciée

au sud et au centre du Bénin. Selon MICHODJEHOUN *et al.*, (2005), la pâte traditionnelle fermentée à base des céréales germées est *gowé*. *Gowé* serait une pâte gélatinisée, maltée, fermentée et cuite, préparée à partir de sorgho, de mil ou de maïs d'après la définition de PALLET en 2011. Cependant, l'enquête que nous avons menée en janvier 2012 dans les régions du Centre Bénin (Abomey, Bohicon et Covè) considérées comme des régions à forte production, vente et consommation de *gowé*, a révélé que la pâte fermentée à partir de céréales germées appelée en langue locale Fon *gowé*, ne peut s'obtenir qu'à partir de maïs surtout blanc germé. C'est d'ailleurs cette couleur blanche du maïs à partir duquel ce produit est généralement préparé qui lui confère ce nom *gowé*. Par contre, la pâte fermentée issue de sorgho germé est appelée *abotin* (en langue locale Fon) et non *gowé*.

La plupart des études réalisées sur le *gowé* produit au Bénin, se sont révélées être faites sur du *gowé* préparé à base de sorgho. Il est à noter que, le sorgho est une céréale moins cultivée et moins consommée que le maïs au Bénin. Ces études ont montré que la boisson obtenue de cette pâte fermentée dénommée aussi « *gowé* » est une boisson de couleur rougeâtre avec un arôme agréable, une saveur légèrement sucrée et acide. Il est un aliment riche en protéines (11,3%), en vitamines et en sels minéraux (MICHODJEHOUN, 2000).

Quant au *gowé* à base de maïs, on note très peu d'études. En effet, *gowé* est une boisson rafraîchissante couramment consommée au Bénin notamment en zone urbaine où elle est très appréciée. Le secteur de la production de *gowé* joue un grand rôle dans l'économie béninoise. Il génère des emplois à de milliers de personnes surtout les femmes. En plus de son importance socio-économique, *gowé* présente un intérêt nutritionnel de par non seulement la richesse de la farine non tamisée en fer, en vitamines B, et autres minéraux (DANA, 1985), mais aussi les nombreux avantages liés à la fermentation des céréales. Au Bénin, c'est un aliment préféré des enfants, des femmes enceintes, des malades et des personnes âgées (PALLET, 2011). Une

demande de plus en plus forte pour une meilleure qualité de *gowé* est exprimée par les consommateurs. Cependant, plusieurs productrices et vendeuses ne connaissant pas les bonnes pratiques d'hygiène alimentaire utilisent des matières premières et des ingrédients de mauvaise qualité microbiologique, voire en état de décomposition, d'eau non potable sous forme de boissons diverses ou sous forme de glace, d'additifs alimentaires non autorisés ou en quantité impropre, de vaisselles et emballages impropres en contact avec les aliments ou mal nettoyés (DAWSON et CANET, 1991). Ce qui expose les consommateurs à des risques de toxi-infections alimentaires. Donc, des études approfondies pour une optimisation et une standardisation des paramètres de fabrication et un contrôle de la qualité de *gowé* permettront-elles d'assurer la qualité sanitaire et nutritionnelle de ce produit. D'où l'initiation du présent travail intitulé « Caractérisations microbiologiques et physico-chimiques d'une pâte traditionnelle "gowé" fabriquée à base de maïs au Bénin » ayant pour objectif principal d'évaluer la microflore et les paramètres physico-chimiques de cette pâte alimentaire fermentée.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL

La variété de maïs utilisée est le maïs (*Zea mays L.*) de couleur blanche localement appelée *Adjakouin* ou *Nikkikouin* (en langue Fon) reconnue et choisie à cet effet par les productrices de *gowé*. Le lot de maïs a été acheté au marché de Bohicon.

L'eau de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) a été également utilisée.

METHODES

Expérimentation

L'expérimentation a porté sur la production de *gowé* et les analyses de laboratoire.

Schéma technologique

La production de *gowé* a été faite suivant le diagramme technologique de la figure 1. Ainsi, 3 Kg de grains de maïs sont pesés, triés et lavés. 2 des 3 Kg sont trempés pendant 18 heures à la température ambiante (28-30°C) dans 2 litres d'eau de robinet (P/V=1/1).

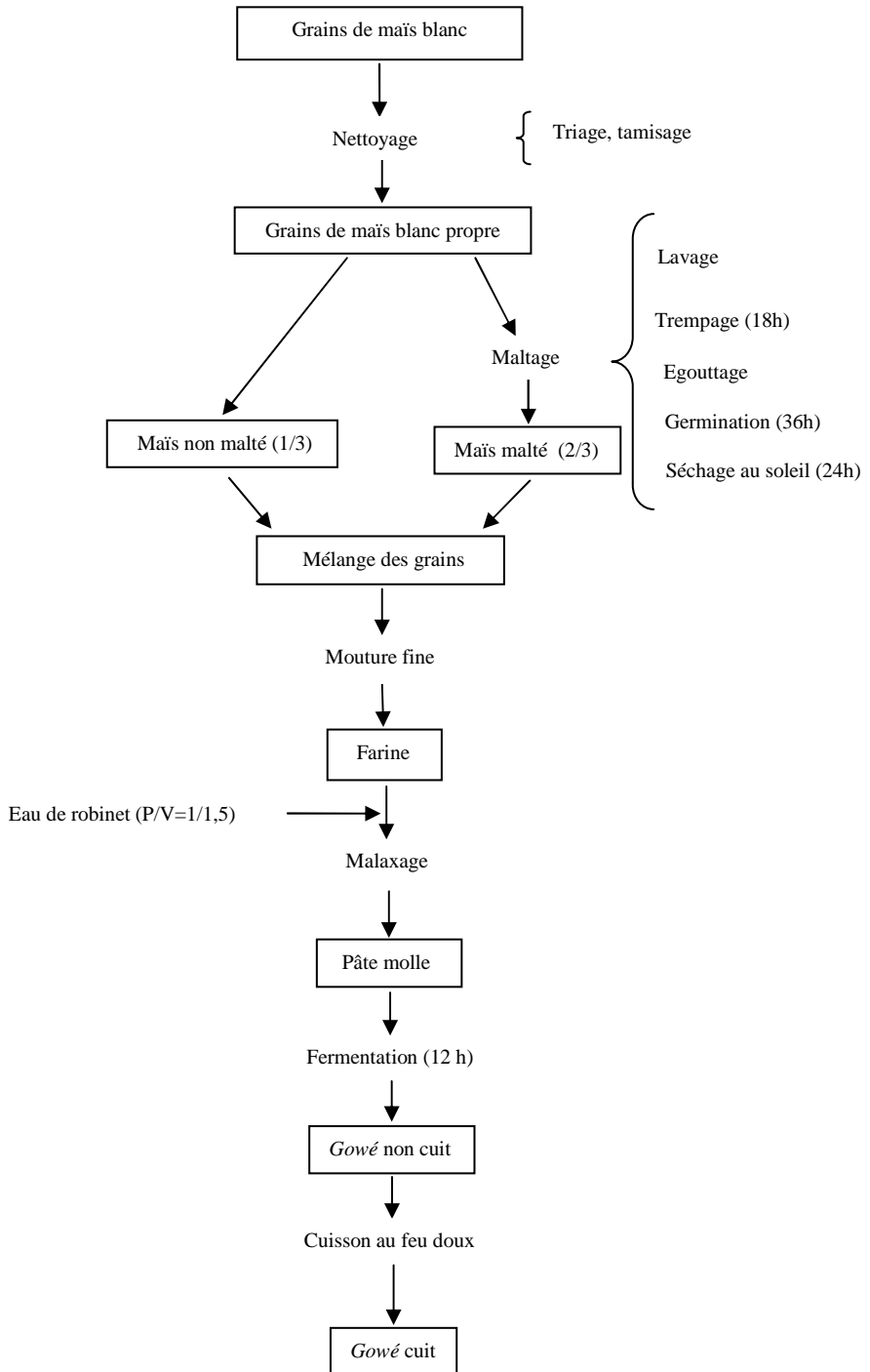


Figure 1 : Technologie de production de gowé par cuisson

Ensuite, les grains trempés sont égouttés et mis en germination pendant 36 heures dans un panier sur un sac de polyéthylène bien lavé. Les 2 Kg de grains de maïs germés sont étalés sur un tamis ordinaire (sassado en langue locale Fon) pour être séchés au soleil pendant 24 heures.

Ces 2 Kg de maïs germés séchés sont mélangés au 1Kg non germé pour être écrasés au moulin à disque. Après la mouture, on laisse la farine se refroidir et on ajoute à cette farine 4,5 litres d'eau de robinet ($P/V=1/1,5$) pour former, dans un sceau en plastique hermétiquement fermé, une pâte molle non cuite qui est mise en fermentation pendant 12 heures. Après fermentation, la pâte obtenue a été cuite au feu doux.

Analyses microbiologiques

Les milieux et conditions de culture utilisés sont les suivants: - PCA (Plate Count Agar) pour la microflore mésophile totale, cultiver à 30°C pendant 48 à 72 heures; - Milieu MRS-Agar pour les bactéries lactiques, ensemencement en double couche et incubation à 30°C pendant 48 à 72 heures; - Milieu Sabouraud Dextrose Agar - Oxoid CM 0041 pour les levures et moisissures, incubation à 25°C pendant 3 à 5 jours; - Milieu VRBA - Oxoid CM 0107 (Violet Red Bile Agar) pour les coliformes totaux et fécaux, cultiver à 37°C pendant 24 heures pour les coliformes totaux et à 44°C pendant 24 à 48 heures pour les coliformes fécaux.

Expression des résultats d'analyses microbiologiques

Les calculs ont été réalisés suivant la méthode décrite par BOKOSSA en 2007.

Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été faites afin de connaître le pH, les teneurs en eau, en cendres, en protéines brutes, en acidité titrable et en microéléments. Ainsi, la teneur en eau et

le taux de matière sèche ont été déterminés par la méthode AACC, (1984), à partir de 5g de produit, par dessiccation et par pesée différentielle.

La teneur en cendres a été déterminée à partir de la matière sèche par calcination à 550°C pendant 12 heures. La teneur en protéines brutes ($N \times 6,25$) a été déterminée par la micro méthode de Kjeldahl. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre à sonde électronique préalablement étalonné avec des solutions tampons de pH 7 et pH 4 à la température de 28°C. Cette mesure a été prise sur 25 mL de l'échantillon. L'acidité titrable a été déterminée par la méthode modifiée de NOUT *et al.*, (1989). Les microéléments ont été dosés par spectro-photométrie d'absorption atomique. Toutes les analyses ont été répétées trois fois et la moyenne des valeurs obtenues a été considérée.

Analyses statistiques des données

Les données collectées ont été saisies et mises en forme grâce au logiciel Word. Le logiciel Excel a été utilisé pour effectuer les calculs. Le logiciel MINITAB 14 a servi à analyser les résultats d'analyses physico-chimiques et microbiologiques; ce même logiciel 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

RESULTATS

Caractéristiques microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont consistées à la recherche et au dénombrement des germes aérobies mésophiles, des levures et moisissures, des bactéries lactiques et des coliformes totaux et fécaux.

Evolution de la microflore au cours de la fermentation de gowé

La figure 2 traduit l'évolution des différentes microflores au cours de la fermentation de gowé.

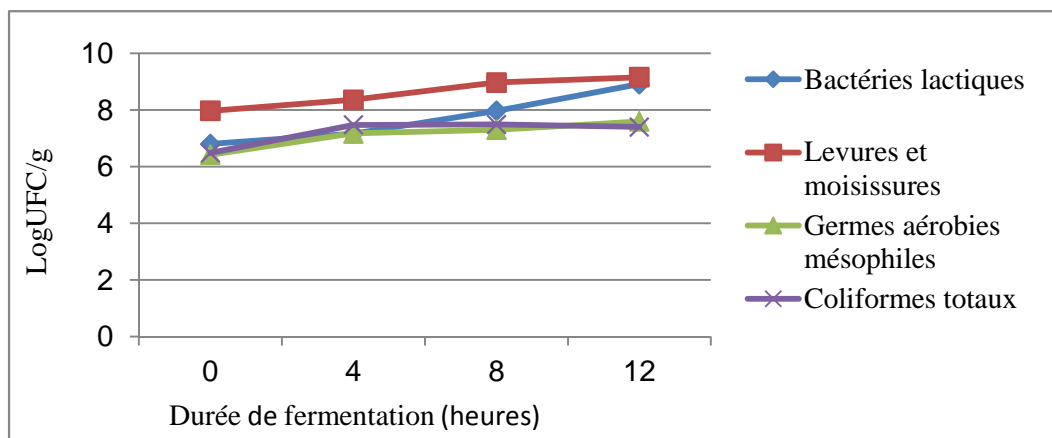


Figure 2: Evolution des différentes microflores au cours de la fermentation de *gowé*

L'analyse de la courbe montre qu'au cours des quatre premières heures, les levures et moisissures ainsi que les bactéries lactiques se sont multipliées faiblement. Mais à partir de la huitième heure, cette multiplication, surtout celle des bactéries lactiques, est beaucoup plus élevée. Ce qui a fait que la charge des bactéries lactiques a augmenté de $6,803 \pm 0,086^a$ Log UFC/g à $8,923 \pm 0,042^b$ Log UFC/g de 0h à 12h et celle des champignons de $7,975 \pm 0,062^a$ Log UFC/g à $9,159 \pm 0,091^b$ Log UFC/g également de 0h à 12h. Les différences observées sont significatives au seuil de 5%. Cependant, il a été remarqué une faible augmentation de la flore totale et des coliformes totaux pendant les douze (12) heures de fermentation. Ainsi, les

charges de la flore totale et des coliformes totaux qui étaient respectivement $6,425 \pm 0,163^a$ Log UFC/g et $6,489 \pm 0,175^a$ Log UFC/g à zéro (0) heure ont passé respectivement à $7,603 \pm 0,130^a$ et à $7,404 \pm 0,208^a$ à la fin de la fermentation (12h).

Caractéristiques microbiologiques de la farine de maïs et de *gowé*

Les analyses microbiologiques de la farine et du produit fini ont consisté à la recherche et au dénombrement de la flore mésophile totale, des levures et moisissures, des bactéries lactiques et des coliformes totaux et fécaux. Les résultats sont présentés dans le tableau I.

Tableau I : Caractéristiques microbiologiques de la farine de maïs et de *gowé*

Echantillons	Microorganismes recherchés Log UFC/g				
	Bactéries lactiques	Levures et moisissures	Germes aérobies mésophiles	Coliformes totaux	Coliformes Fécaux
Farine de maïs	$7,32 \pm 0,132^a$	$8,098 \pm 0,137^a$	$6,618 \pm 0,145^a$	$3,40 \pm 1,080$	Absent
<i>gowé</i> cuit	$5,129 \pm 0,971^a$	$5,400 \pm 0,104^b$	$2,05 \pm 0,030^b$	Absent	Absent
P-value	0,195	0,029	0,021	-	-

Les valeurs moyennes portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ($p < 0,05$).

Caractérisations physico-chimiques et microbiologiques d'une pâte traditionnelle "gowé" fabriquée à base de maïs au Bénin

L'analyse de ces résultats montre qu'il y a une différence significative entre les charges des levures et moisissures de même que celles des coliformes totaux de la farine et de gowé. Donc la cuisson a éliminé une bonne partie des germes. Ce qui se remarque par leur absence ou leur forte diminution dans le produit fini.

Caractéristiques physico-chimiques de gowé
Changements physico-chimiques au cours de la fermentation de gowé

Une baisse significative du pH a été observée au cours de la fermentation ; il a passé de 5,4 au début de la fermentation à 3,9 à la fin de la fermentation. Ce qui a entraîné une augmentation de l'acidité qui a passé de 7,6% au début

à 13,31% à la fin de fermentation. Une baisse de la matière sèche et de protéines a été également observée au cours de la fermentation (Figure 3).

Evolution des bactéries lactiques et du pH au cours de la fermentation de gowé

Les bactéries lactiques augmentent au cours de la fermentation. Par contre, on remarque une diminution du pH pendant la fermentation (Figure 4).

Caractéristiques physico-chimiques de gowé avant et après cuisson

Les résultats des paramètres physico-chimiques de gowé sont donnés dans le tableau II.

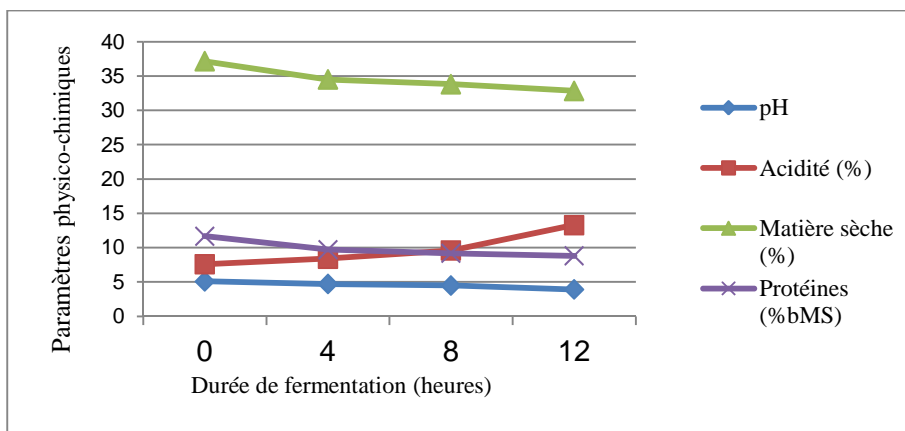


Figure 3 : Evolution des paramètres physico-chimiques au cours de la fermentation de gowé

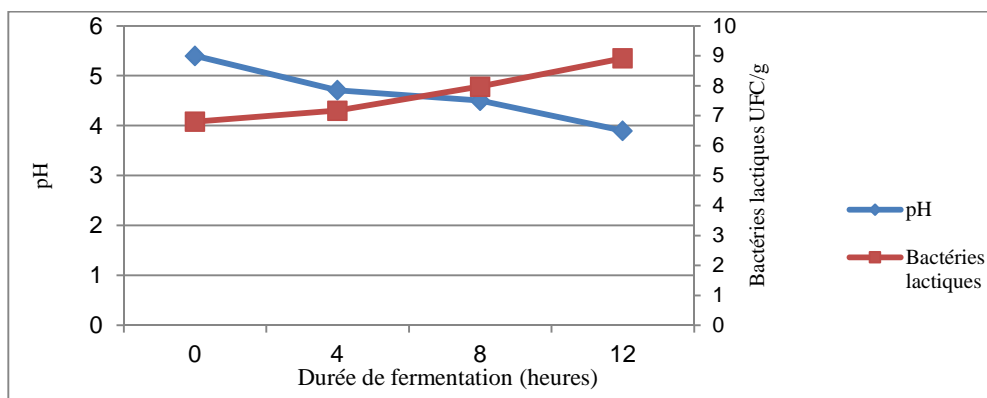


Figure 4: Evolution des bactéries lactiques et du pH au cours de la fermentation de gowé

Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques de *gowé* avant et après cuisson

Echantillons	pH	Acidité titrable %	Matière sèche %	Cendre % bMS	Protéines % Bms
<i>Gowé</i> non cuit	3,9±0,11 ^a	13,31±3,71 ^a	32,85±1,95 ^a	1,00±01 ^a	9,18±0,09 ^a
<i>Gowé</i> cuit	4,3±0,2 ^a	7,20±0,40 ^a	38,01±0,44 ^a	1,50±0,40 ^a	8,75±1,75 ^a
P-value	0,199	0,262	0,17	0,328	0,78

Les valeurs moyennes portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ($p < 0,05$).

Malgré les variations observées entre les valeurs des différents paramètres physico-chimiques des *gowés* avant et après cuisson, il n'y a aucune différence significative au seuil de 5% entre les paramètres physico-chimiques de ces *gowés* car les p-values sont supérieures à 0,05.

Caractéristiques nutritionnelles de *gowé* avant et après cuisson

Le tableau III ci-dessous montre les résultats

d'analyses nutritionnelles de *gowé* avant et après cuisson. L'analyse des résultats montre qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% entre le calcium et le magnésium avant et après cuisson. Cependant, on remarque une légère diminution du calcium et une légère augmentation du magnésium après cuisson. Les valeurs en mg/100g du fer indiquent qu'il y a une différence significative au seuil de 5% entre *gowé* avant et après cuisson.

Tableau III : Caractéristiques nutritionnelles de *gowé* avant et après cuisson

Echantillons	Microéléments		
	Ca mg/100g (bMS)	Fer mg/100g (bMS)	Mg mg/100g (bMS)
<i>Gowé</i> non cuit	36,11±4,84 ^a	20,24±0,20 ^a	76,55±22,2 ^a
<i>Gowé</i> cuit	28,22±29,5 ^a	18,28±1,07 ^b	84,72±21,4 ^a
P-value	0,167	0,025	0,166

Les valeurs moyennes portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ($p < 0,05$).

DISCUSSION

Les analyses microbiologiques révèlent que la microflore dominante de *gowé* est constituée de bactéries lactiques avec une valeur maximale de 8,923±0,042^b Log UFC/g à 12 h et des levures et moisissures qui croissent et atteignent 9,159 ± 0,091^b Log UFC/g à 12 h (Figure 2). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par LOUEMBE *et al.*, 2003 et VIEIRA-DALODE, 2008. Plusieurs auteurs ODUNFA, 1985, HOUNHOUIGAN *et al.*, 1993a, HOUNHOUIGAN *et al.*, 1993b,

LARRY, 1995, LOUEMBE *et al.*, 2003 ont d'ailleurs montré que l'association des levures et des bactéries lactiques est retrouvée dans les fermentations spontanées à base de maïs et beaucoup d'autres céréales. Selon STEINKRAUS, 1996, ceci serait le résultat d'une association symbiotique entre les levures et les bactéries lactiques. En effet, il montre que les bactéries lactiques créent un environnement acide favorable à la prolifération des levures qui produisent à leur tour des vitamines et d'autres composés de croissance pour les bactéries. La même

dynamique de fermentation a été rapportée par LOUEMBE *et al.*, 1996 qui ont observé une augmentation significative de la charge de bactéries lactiques et de levures pendant les 15h du processus de fermentation du "poto-poto".

L'évolution de la population des bactéries lactiques est inversement proportionnelle à la diminution du pH de fermentation (Figure 4). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par LOUEMBE *et al.*, 2003 et HOUNHOUGAN *et al.*, 1993a. La baisse significative du pH avec une augmentation concomitante de l'acidité titrable au cours du temps de la fermentation de *gowé* obtenue est similaire aux résultats obtenus par LOUEMBE *et al.*, 2003 et VIEIRA-DALODE, 2008. HOUNHOUGAN *et al.*, 1994 ajoutent que c'est une caractéristique de la fermentation des céréales. Le pH a baissé jusqu'à 3,9 à la fin de la fermentation ce qui indique que le milieu s'acidifie plus. Cette acidification constitue du point de vue hygiénique un atout majeur. Car elle prévient la croissance de la plupart des germes pathogènes et assure ainsi la conservation de *gowé*. NOUT *et al.*, 1989 ont d'ailleurs montré que les bouillies à $\text{pH} \leq 4$ réalisées à l'échelle domestique par fermentation lactique ont des propriétés antimicrobiennes suffisantes pour limiter les contaminations par les microorganismes. La survie des microorganismes pathogènes en dessous de cette valeur devient impossible. Ce qui explique la chute des coliformes totaux après quatre heures de fermentation et la légère variation de flore totale au cours de la fermentation. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par LOUEMBE *et al.*, 2003 au cours de la préparation de *poto-poto*, un produit congolais fermenté à base de maïs germé, MUGULA *et al.*, 2003a lors de la préparation de *togwa*, un produit tanzanien fermenté à base de maïs, de mil ou de sorgho et VIEIRA-DALODE, 2008 au cours de la préparation de *gowé* à base de sorgho. La différence significative au seuil de 5% observée entre les charges microbiennes de la farine de maïs et de *gowé* (Tableau I) est due aux processus de fermentation et de cuisson qu'a subie cette farine pour donner *gowé*. L'analyse du produit

fini a montré que *gowé* avec une charge de flore mésophile totale de $2,05 \pm 0,030^b$ Log UFC/g ne contient ni de coliformes totaux, ni fécaux (Tableau I) et par conséquent ni d'*Escherichia coli*. Donc les bonnes pratiques d'hygiène sont respectées au cours de la production de *gowé*.

L'analyse physico-chimique montre que les grains de maïs utilisés pour la production ont une teneur en eau de 7,6% pour les grains non germés et de 13,92% pour les grains germés. Ce résultat du maïs germé est conforme à celui (14%) obtenu par LOUEMBE *et al.*, 2003, alors que celui de grains non germés est inférieur à celui obtenu par AHO et KOSSOU, 1997. La diminution de taux de matière sèche au cours de la fermentation est semblable aux résultats obtenus par VIEIRA-DALODE, 2008. Une diminution qui est due à une utilisation de la matière puis une production d'eau par les bactéries lactiques et les levures au cours des réactions métaboliques (HOUNHOUGAN *et al.*, 1993a). *Gowé* non cuit comporte moins de matière sèche (32,85%) que *gowé* cuit (38,01%) (Tableau II). Une différence qui s'explique par une réduction de la teneur en eau par la cuisson.

L'évaluation des caractéristiques nutritionnelles indique sur la base des matières sèches que *gowé* non cuit contient en moyenne 9,19% de protéines, 36,11mg/100g de calcium, 20,24mg/100g de fer et 76,55mg/100g de magnésium. Par contre, après la cuisson ces teneurs ont subi de changements ; les protéines, le fer et le calcium ont diminué alors que le magnésium a augmenté (Tableau III). Seule la diminution de la teneur en fer est significative au seuil de 5%. La diminution des protéines s'explique par la dénaturation des protéines lors de la cuisson. Celles du fer et de calcium s'expliquent par une combinaison de ces micro-éléments à d'autres éléments lors du traitement thermique. L'augmentation du magnésium après la cuisson provient d'une contamination. Donc cette augmentation peut être due à l'eau utilisée pour la cuisson. Malgré la diminution des minéraux après la cuisson, *gowé* demeure riche en magnésium (84,72mg/100g).

CONCLUSION

Les résultats de ce travail montrent que la microflore dominante de *gowé* est constituée de bactéries lactiques et de levures et moisissures. Ensuite, l'évolution des bactéries lactiques est inversement proportionnelle à la diminution du pH, de la matière sèche et des protéines au cours de la fermentation. Par ailleurs, les analyses microbiologiques du produit fini ont

montré que *gowé* ne contient ni de coliformes totaux, ni fécaux et par conséquent ni d'*Escherichia coli*. L'évaluation des paramètres physico-chimiques et nutritionnels indique que *gowé* contient de protéines, de calcium, de fer et est riche en magnésium. On peut donc conseiller la consommation de *gowé* aux enfants, aux femmes enceintes et aux personnes âgées pour suppléer le manque de micro-éléments.

REMERCIEMENTS :

Les auteurs adressent leurs vifs remerciements au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESRS) du Bénin pour avoir mis à leur disposition des moyens financiers ayant permis la réalisation de la présente étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AACC, 1984. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 8th Edn. American Association of Cereal Chemists Press, St. Paul, MN., USA.
2. AHO N. et KOSSOU D., 1997. Précis d'agriculture tropicale. Bases et Eléments d'application. Les Editions du Flamboyant, Cotonou - Bénin, 464p.
3. ANONYMOUS, 2001. Food handler safety bytes, 12p.
4. BABA-MOUSSA L., BOKOSSA Y. I., BABA-MOUSSA F., AHISSOU H., ADEOTI Z., YEHOUENOU B., MAMADOU A., TOUKOUROU F. et SANNI A., 2006. Etude des possibilités de contaminations des aliments de rues au Bénin : Cas de la ville de Cotonou. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), Série A*, 8 (2) : 149-156.
5. BOKOSSA YAOU I. P., 2007. Microbiologie Générale : La Mycologie, la Bactériologie et la Virologie. Dépôt légal N° 3288 du 06-03-07 ISBN : -13978-99919-61-97-2. éd. Imprimerie IPI Cotonou, 172p.
6. DANA, 1985. Alimentation et nutriment au Bénin. Le guide de l'enseignant. *INFRE*, 205p.
7. DAWSON R. et CANET C., 1991. International activities in street foods. *Food Control*, 135-139.
8. FAO, 1990. Les aliments vendus sur la voie publique. *Rapport d'une consultation d'experts FAO, Jakarta FAO : Aliment et Nutrition, Rome, n° 46 : 5-9.*
9. HOUNHOUGAN D. J., NOUT M. J. R., NAGO C. M., HOUBEN J. H. and ROMBOUS F. M., 1993a. Characterisation and frequency distribution of species of lactic acid bacteria involved in the processing of mawè, a fermented maize dough from Benin; *International Journal of food Microbiology*, 18, 279-287.
10. HOUNHOUGAN D. J., NOUT M. J. R., NAGO C. M., HOUBEN J. H. and ROMBOUS F. M., 1993b. Microbial changes in mawè during natural fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 10, 410-413.

Caractérisations physico-chimiques et microbiologiques d'une pâte traditionnelle "gowé" fabriquée à base de maïs au Bénin

11. HOUNHOUIGAN D. J., NOUT M. J. R., NAGO C. M., HOUBEN J. H. and ROMBOUITS, F. M., 1994. Microbiological changes in Mawè during natural fermentation. *World journal of Microbiology and biotechnology* 10, 410-413.
12. LARRY R. B., 1995. Application of biotechnology to indigenous fermented foods. *Food Technology*, 1, 97-99.
13. LOUEMBE D., KELEKE S., KOBAWILA S. C. et NZOUZI J. P., 2003. Bactérie lactiques de la pâte fermentée de maïs au Congo. *TROPICULTURA* 21(1), 3-9.
14. LOUEMBE D., BRAUMAN A., TCHICAYA F. et KOBAWIBA S. C., 1996. Etude microbiologique et biochimique de la bouillie de maïs, "Poto-Poto". *Microbiologie. Aliments - Nutrition. Vol 14*, 245-253.
15. MICHODJEHOUN L., HOUNHOUIGAN D. J., DOSSOU J. et MESTRES C., 2005. Physical, chemical and microbio-logical changes during naturel fermentation of gowé, a sprouted sorghum or non sprouted sorghum from west-Africa. *African Journal of Biotechnology* 4(6), 487-496.
16. MICHODJEHOUN L., 2000. Identification et caractérisation des systèmes de production du gowé. *Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA / UAC*, 75p.
17. MUGULA J. K., NNKO S. A. M., NARVHUS J. A. and SORHAUG T., 2003a. Microbiological and fermentation characteristics of togwa, a Tanzanian fermented food. *International Journal of Food Microbiology* 80, 187-199.
18. NAGO C. M., 1992. Street foods in West Africa. *FAO. Rome, Italy*, 83p.
19. NOUT M. J. R., ROMBOUITS F. M. and HAVELEAR A., 1989. Effect of accelerated natural lactic fermentation of infant food ingredients on some pathogenic microorganisms. *International Journal Food Microbiology*, 8, 351-361.
20. ODUNFA S. A., 1985. African fermented foods in Brian J.B.W. *Microbiology of fermented foods. Vol.2. 155-187. Elsevier Appl. Sci. Publ. London*, 292p.
21. PALLET D., 2011. Les produits fermentés à base de céréales : Akpan, Gowe, Kenkey, Kishk Sa'eedi. Cirad, Persyst- UMR Qualisud, Avenue Agropolis - 34398 Montpellier Cedex 5. *Le project African Food Tradition Revisited by Research*.
22. STEINKRAUS K. H., 1996. Handbook of indigenous fermented foods. Vol.9. *Microbiology Series, 2nd Edn. Marcel Dekker. New York-USA*.
23. VIEIRA-DALODE A. G., 2008. Etude de la fermentation de la farine de sorgho pour la production du gowé au Bénin : Aspects physico-chimiques et microbio-logiques. *Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, Bénin*, 90p.
24. WHO, 2001. World Health Organization. *Background paper: Developing a food safetystrategy. WHO Strategic planning Meeting, Geneva*.