

Evaluation Des Caracteristiques Physico-Chimiques Et Microbiologiques D'un Beignet Traditionnel A Base De Mil Fermente (*Gnomy*) Commercialise Dans La Ville De Yamoussoukro (Cote D'ivoire)

N'goran-Aw Essan Bla Zita,

Maître-assistant, PhD, Msc, Ing. Biotechnologie

Soro Doudjo,

Maître-assistant, PhD, Msc, Ing. Agronome

Aw Sadat,

Maître-Conférence, PhD, Msc, Ing. Biotechnologie

Akaki Koffi David,

Maître-Conférence, PhD, Msc, Ing. Agronome

Assidjo Noubou Emmanuel,

Professeur Titulaire, PhD, Msc, Ing. Agronome

Institut National Polytechnique Houphouët Boigny (INP-HB), Laboratoire des Procédés Industriels et de Synthèses des Energies Nouvelles (LAPISEN), Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

doi: 10.19044/esj.2017.v13n9p227

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n9p227](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n9p227)

Abstract

Food craft is very active in Ivory Coast. It is mainly sold in the street and show a large variety of products, among them *gnomy*, a traditional donut prepared from fermented and deep fried millet. Evaluation of physical, chemical and microbiological characteristics of this food was the main theme of this study. The results demonstrate that *gnomy* is an acid food with a pH around 5.88 and protein content of 4.7 g/100 g. The absence of *Salmonella* and enumeration of aerobic mesophilic bacteria, Coliforms and Streptococci in the final product show that the *gnomy* produced at the laboratory following good hygiene practices is a food of satisfactory sanitary quality.

Keywords: *Gnomy*, microbiological quality, millet, nutritional quality

Résumé

L'artisanat alimentaire est très actif en Côte d'Ivoire. Il se pratique essentiellement dans la rue et propose une variété de produits différents dont le *gnomy*, un beignet traditionnel à base de mil fermenté. L'évaluation des

caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de cet aliment constitue l'objet de ce travail. Les résultats indiquent que le *gnomy* est un aliment acide avec un pH de 5,88 et une teneur en protéine de 4,7 g/100 g. L'absence de *Salmonella* et le dénombrement des FAM, des Coliformes et des Streptocoques du beignet, en fin de production, montre que le *gnomy* produit au laboratoire suivant les bonnes pratiques d'hygiène est aliment de qualité sanitaire satisfaisante.

Mots clés : *Gnomy*, qualité microbiologique, qualité nutritionnelle, mil

Introduction

Les mils sont depuis des siècles d'importantes denrées alimentaires de base dans les régions tropicales et semi-arides d'Asie et d'Afrique (Goron et Raizada, 2015). Ils sont utilisés dans les préparations de divers produits alimentaires traditionnels et/ou industriels plus ou moins fermentés, de différentes granulométries : porridges, couscous, beignets, boissons alcoolisés... En Côte d'Ivoire, le mil est à l'origine de plusieurs aliments notamment les boissons alcoolisées (*tchapalo*) (Amané et al., 2009) et non alcoolisées (*zoom-koom*) (Bsadjo-Tchamba et al., 2014), les bouillies infantiles (*bakha*) (N'Dri, 2011), le couscous (*bashi*), le beignet (*gnomy ou wommy*).

Le *gnomy* ou beignet de mil est un aliment fermenté produit suivant une technologie traditionnelle, par les femmes du Nord de la Côte d'Ivoire. Il est fréquemment consommé pour la rupture du jeûne pendant la période du carême musulman. Avec l'exode des populations, la consommation du *gnomy* s'est fortement répandue dans l'ensemble du pays et semble d'ailleurs être très appréciée par un public largement diversifié. Le *gnomy* est essentiellement un aliment de rue, car, il est préparé et vendu spécialement dans les lieux publics (Auzias et Labourdette, 2012) à un coût relativement accessible.

A l'instar de tous les aliments de rue, la production du *gnomy* est sujette à de nombreuses contraintes avec pour conséquence une forte variabilité au niveau de la qualité marchande du produit fini, due à la diversité des procédés de production et à la non maîtrise des paramètres technologiques et, surtout au manque de connaissances scientifiques sur les procédés de production, de qualité et d'hygiène.

En effet, malgré l'importance socio-économique du *gnomy* au nord de la Côte d'Ivoire et l'implantation de plusieurs sites de production sur toute l'étendue du territoire national et dans certains pays de la sous-région comme le Mali, le Sénégal, le Niger, la Guinée (Auzias et Labourdette, 2012) ou le Burkina Faso, très peu d'études ont été consacrées à ce produit. Il

convient donc d'identifier et d'évaluer les procédés traditionnels de production du *gnomy*.

La présente étude vise par conséquent, une meilleure connaissance du procédé général de production du *gnomy* et la détermination de sa valeur nutritive. Plus spécifiquement, il s'agit d'identifier les différents procédés traditionnels de confection du *gnomy*, de caractériser les paramètres physico-chimique et microbiologique de ce beignet dans les conditions de production et de commercialisation artisanales proches du procédé traditionnel.

Matériel et méthodes

L'étude est réalisée sur la base d'enquête pour l'identification et la caractérisation des principaux procédés de production du *gnomy*. Puis après avoir déterminé le procédé général de fabrication, le *gnomy* est produit au laboratoire selon les normes requises.

Enquête

L'enquête est menée auprès de 50 vendeuses de *gnomy*, dans les quartiers *Dioulabougou, Habitat, Fondation, Sinzibo village et Assabou* de la ville de Yamoussoukro. Les données de l'enquête sont collectées à l'aide d'un guide d'entretien portant sur les aspects socio-culturels de la production, la nature et la description des opérations unitaires, les matières premières et les facteurs déterminant leur choix, le type de matériel et les paramètres de production. L'enquête a permis d'élaborer le diagramme technologique de production du *gnomy*.

Echantillonnage

Les graines de mil et les différents ingrédients qui entrent dans la fabrication de *gnomy* ont été achetés sur le marché local (grand marché de Yamoussoukro). Le sucre utilisé est de la marque SUCRIVOIRE. Les échantillons à analyser sont issus de la technologie qui utilise seulement le mil (dite d'origine selon les enquêtées). Ainsi, la farine a été produite dans les mêmes conditions que celles des vendeuses auprès d'un meunier du marché, puis les étapes de fabrication de la pâte fermentée et du beignet ont été réalisées immédiatement au laboratoire. Toutes les analyses ont été répétées 3 fois.

Analyses physico-chimiques

Afin d'évaluer l'impact des différentes opérations unitaires sur la qualité nutritionnelle du *gnomy*, les analyses physico-chimiques ont concerné la farine, la pâte avant et après fermentation, et le produit final.

Détermination du taux de matière sèche

Le taux de matière sèche des farines est déterminé par séchage à l'étuve à une température de 105°C jusqu'à obtenir un poids constant. La teneur en matières sèches est évaluée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en matière sèche} = \frac{\text{masse de l'échantillon séché}}{\text{masse initiale de l'échantillon}} \times 100$$

Détermination du taux de cendres

Le taux en cendres des farines est déterminé par incinération des échantillons de farines à une température de 600 °C dans un four à moufle pendant 8 heures selon la méthode (AOAC, 2005).

$$\text{Taux de cendres (\%)} = \frac{\text{masse de cendres}}{\text{masse de l'échantillon}} \times 100$$

Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est déterminée suivant la méthode AACC, 44, 15 A (AOAC, 1984), à partir de 5 g d'échantillon frais, par pesée différentielle, après passage à l'étuve Heraeus T 5042 à 105 °C jusqu'à obtention d'une masse constante.

Teneur en eau

$$= \frac{\text{masse de l'échantillon initial (g)} - \text{masse de l'échantillon séché(g)}}{\text{masse de l'échantillon initial (g)}} \times 100$$

Détermination du pH

Pour l'estimation de l'acidité ou l'alcalinité, un échantillon de 20 g est additionné à une solution de 100 mL d'eau distillée bouillante. Après un refroidissement sous agitation continue, la mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre de type Agimatic-N.

Détermination du taux de protéines

Les protéines brutes sont déterminées à partir du dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldhal (AOAC, 2005). Le pourcentage d'azote est calculé selon l'équation suivante :

$$N(\%) = \frac{(Ve - Vb) \times N \times 0,0014 \times D}{me \times V} \times 100$$

La protéine brute a été obtenue en multipliant la teneur en azote total correspondant par un facteur convention de 6,25.

$$\text{Taux de protéines (\%)} = \%N \times 6.25$$

Analyses microbiologiques

Dans le but de contrôler la pratique de fabrication du *gnomy*, les analyses microbiologiques ont portées sur les germes responsables aussi bien de la qualité commerciale que de la qualité sanitaire. Ainsi, le dénombrement de la flore aérobie mésophile (FAM), des Levures et Moisissures et des

coliformes s'est faite respectivement sur gélose PCA (Plate Count Agar pendant 48h à 30°C, Sabouraud à température ambiante pendant 5 jours et, VRBL à 37°C pendant 48h. La recherche des *Samonella* a été réalisée sur gélose Hektoen à 37°C pendant 24h après les phases de pré-enrichissement et d'enrichissement. Les résultats des numérations sont donnés par la formule (ISO n°7218 de mai 1996) suivante :

$$N = \frac{\sum C}{(n1 + 0,1n2) \times d}$$

Analyses statistiques

Toutes les mesures ont été effectuées en triple et les données présentées sont les moyennes de ces trois déterminations + écart-types. Ces données ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) pour tester les effets des différents facteurs expérimentaux sur les paramètres mesurés. Toutes ces analyses statistiques ont été effectuées à l'aide des logiciels STATISTICA 8.0.

Résultats

Caractéristiques socio-culturelles de la production du *gnomy*

Les résultats de l'enquête menée auprès des vendeuses de *gnomy* montrent qu'en Côte d'Ivoire, c'est un aliment produit exclusivement par les femmes originaires du Nord. La vente de *gnomy* constitue pour ces femmes la principale source de revenu. D'après les renseignements pris auprès des productrices, le *gnomy* est un beignet de mil fermenté de forme ronde, de couleur grise, sucré avec une croûte molle et, une mie légère et élastique. Il peut être consommé à tout moment de la journée mais il convient mieux au goûter de l'après-midi. C'est un aliment présent dans toutes les cérémonies des peuples du nord surtout pendant la période de Carême musulman et les funérailles. Produit d'autoconsommation familiale au départ, le *gnomy* est devenu ces dernières années le goûter privilégié des jeunes élèves. Il est vendu aux abords des écoles primaires et dans les lieux publics à un coût très accessible, même pour les classes démunies. Malgré la dissémination des sites de vente, la production du *gnomy* demeure traditionnelle et réservée aux femmes.

D'un point de vue socio-économique, l'enquête a permis d'identifier 2 catégories de productrices. Les productrices permanentes et les productrices occasionnelles qui ne sont actives que pendant la période du ramadan. A cette époque de l'année, les consommateurs se recrutent dans toutes les classes sociales, faisant de ce beignet l'aliment de rue le plus consommé.

Description et évaluation des procédés de production

Il existe plusieurs variantes technologiques pour la production du *gnomy* mais l'enquête a permis d'en retenir 4 : un procédé originel à base de mil seul, un procédé à base de mil+ riz et 2 procédés incluant la banane douce aux 2 premiers.

De manière générale, le procédé de fabrication du *gnomy* comporte 4 étapes essentielles : la production de la farine de mil et/ou du riz, la confection de la pâte, la fermentation et la cuisson de la pâte fermentée. La production de farine comprend 3 phases à savoir le nettoyage du mil, la préparation du mil pour la mouture et la mouture. L'élaboration de la pâte consiste à précuire entre 90 et 95°C un lait de mil constitué d'eau et du 1/3 de la farine. Cette bouillie ainsi obtenue est mélangée aux 2/3 restants de farine après refroidissement (60°C-65°C). Dans le cas du *gnomy* à base de mil et de riz, la bouillie est obtenue par cuisson de la farine de riz seule. L'étape de fermentation dure selon les enquêtées une nuit (7 à 10h) à température ambiante et ne nécessite pas un apport extérieur de ferments. La cuisson est une opération de friture de la pâte fermentée dans une sorte de moule à madeleine, constitué de plusieurs puits ronds. Chaque puits reçoit une quantité adéquate de pâte de mil qui est cuite sur chaque face dans de l'huile chauffée au point d'ébullition.

La phase de préparation de la pâte est fastidieuse et comporte des risques importants, notamment une trop grande cuisson de la bouillie qui n'est pas sans conséquences sur la qualité marchande du produit ou des brûlures subies par les productrices. Cette étape de fabrication de la pâte peut être remplacée par l'élaboration d'une purée de banane douce. Ainsi la farine (de mil ou mil+ riz) est directement mélangée à la purée de banane douce. La pâte obtenue est mise à fermenter toute la nuit (au moins 8h) puis frite. Cette dernière étape qui donne lieu au produit fini est particulièrement éprouvante et n'offre aucun répit. En effet, aussitôt la pâte déposée dans l'huile, il faut la retourner et la retirer pour éviter que le beignet ne calcine. Les outils de transformations sont simples et identiques, dans leur conception, à ceux de la cuisine domestique. Il s'agit de bassines, de marmite en fonte, de spatule et d'une friteuse compartimentée qui confère au *gnomy* sa forme ovoïde. La cuisson est assurée généralement par un feu de bois sur un foyer de pierre ou d'argile. Les productrices occasionnelles, à cause de l'importance de leur production, utilisent des foyers métalliques alimentés par du gaz butane.

Paramètres technologiques de production du gnomy

Le contexte informel de la production du *gnomy* entraîne une variabilité au niveau du temps de préparation et du rendement de production. En effet, la durée de certaines opérations unitaires (cuisson de la bouillie, fermentation) est soumise à l'appréciation des productrices et à la qualité de

la matière première. Le temps consacré à la production du *gnomy* est difficile à évaluer. Les productrices, pour la plupart des mères au foyer, ont la gestion de la famille (soins des enfants, cuisine, ménage...) parallèlement à leur activité de vendeuse. En dehors de la fermentation qui dure au minimum 6 h, la préparation générale du *gnomy* se fait tout le long de la journée jusqu' à l'heure de vente. Cette fermentation prend fin quand la pâte « bouille » selon les enquêtées. Ce terme est utilisé pour caractériser l'ébullition athermique due à la production de dioxyde de carbone (CO₂). La cuisson du *gnomy* ne nécessite pas beaucoup d'énergie. Une fois l'huile de la poêle suffisamment chaude, elle peut servir pour 2 ou 3 cycles de friture hors du feu. L'inconvénient majeur est l'obtention d'un beignet plus gras. Un feu trop grand entraîne la calcination et la mévente du *gnomy*. De plus en plus, le feu de bois est délaissé au profit du gaz butane. Ce combustible offre l'avantage d'être plus pratique (arrêt contrôlé du feu, pas d'émission de fumée...) et moins contraignant (plus besoin d'activer le feu avec un éventail) surtout avec la mise sur le marché de foyer adapté à ce type d'activité.

Le rendement de production dépend de la qualité de la matière première mais aussi du mode d'exécution des différentes opérations unitaires. En effet, les productrices s'approvisionnent généralement chez le plus offrant et dans les marchés environnants et, ne tiennent donc pas compte de la date de récolte du mil ni de son origine. Selon les enquêtées, une mauvaise fermentation de la pâte produit moins de beignets et le mélange mil+riz+banane douce produit un meilleur rendement que celui du mil seul.

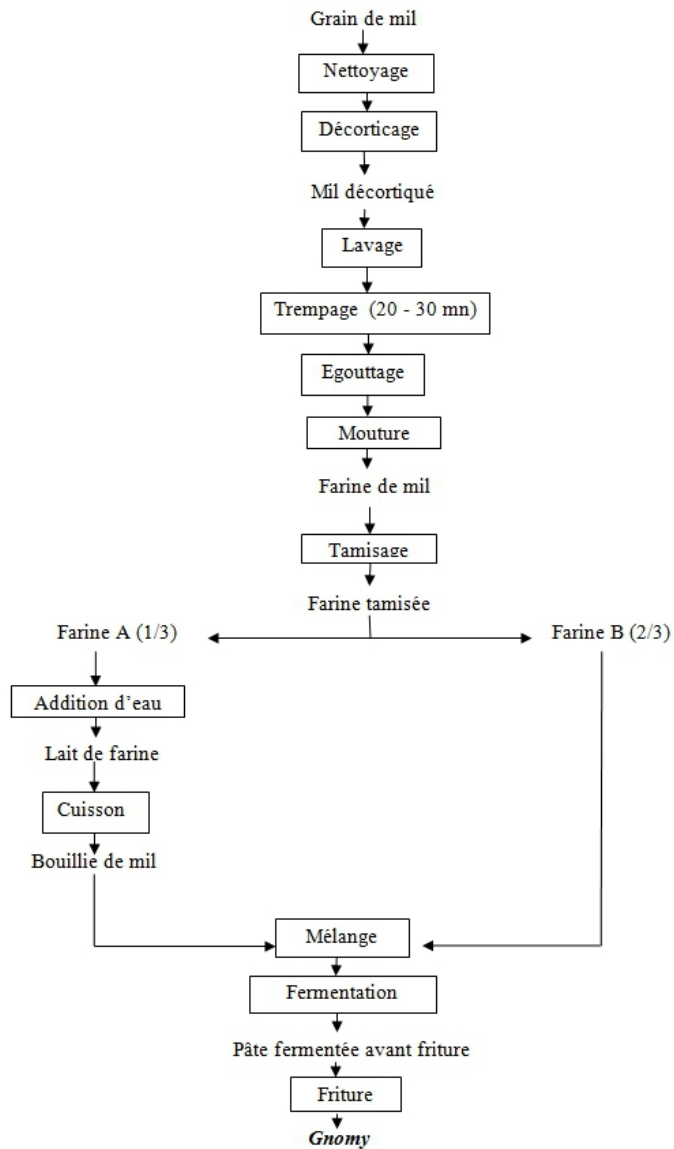


Figure 1 : Diagramme de transformation du *gnomy*
 Evaluation de la qualité sanitaire du *gnomy* au cours de sa production

Afin de suivre l'impact des différentes opérations unitaires sur la qualité microbiologique du *gnomy* au cours de sa production, les germes tels que les FAM, les coliformes totaux, les Streptocoques et les Salmonelles ont été mis en évidence dans la farine de mil, la pâte de mil fermentée et le produit final. L'évolution de la flore microbienne au cours de la production est donnée dans les tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 1 : Evaluation de la charge bactérienne de la farine de mil

	Germes			
	FAM	CT	Strep	Sal
Norme	3.10^5	10^3	-	Absence
CM	2.10^{12}	5.10^7	$1,1.10^3$	Présence
Résultat	NS	NS	-	NS

NS : non satisfaisant ; - : indéterminé ; CM : charge microbienne

Tableau 2 : Evaluation de la charge bactérienne de la pâte de mil fermentée

	Germes			
	FAM	CT	Strep	Sal
Norme	3.10^5	10^3	-	Absence
CM	$8,5.10^7$	5.10^3	3.10^1	Présence
Résultat	NS	NS	-	NS

NS : non satisfaisant ; - : indéterminé; CM : charge microbienne

Tableau 3 : Evaluation de la charge bactérienne du *gnomy*

	Germes			
	FAM	CT	Strep	Sal
Norme	3.10^5	10^3	-	Absence
CM	< 1	< 1	< 1	Absence
Résultat	S	S	-	S

S : satisfaisant ; - : indéterminé; CM : charge microbienne

Les valeurs obtenues pour la farine indiquent un niveau de contamination élevé pour tous les germes étudiés (2.10^{12} pour les FAM, 5.10^7 pour les CT et une présence de Salmonelles). Ces valeurs, largement au-dessus de la norme témoignent de la mauvaise qualité de la matière première et du matériel utilisé pour l'obtention de la farine. Au niveau de la pâte de mil fermentée, la charge microbienne diminue d'un facteur de 100, 10000 et 100 000 respectivement pour les Streptocoques, les Coliformes totaux et les FAM. En fin de fabrication, le tableau 3 révèle un produit fini (*gnomy*) de qualité satisfaisant avec une charge bactérienne largement inférieure à la norme.

L'impact des différentes opérations unitaires sur la qualité nutritionnelle du *gnomy*

La qualité nutritionnelle du *gnomy* a été évaluée au cours de la production et les résultats sont consignés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Paramètres physico-chimiques de la farine, de la pâte fraîche et du beignet de mil

Paramètres	Produits analysés		
	Farine	Pâte fermentée	Beignet
Humidité (%)	$17,32 \pm 0,76$ ns	$38,83 \pm 1,26$ ns	$36,82 \pm 0,87$ ns
Matière sèche (%)	$82,65 \pm 1,35$ ns	$60,96 \pm 1,11$ ns	$63,16 \pm 0,77$ ns
pH	$5,97 \pm 0,22$ ns	$4,47 \pm 0,05$ ns	$5,88 \pm 0,80$ ns

Cendre (%)	1,06±0,34 ns	0,69±0,12 ns	0,96±0,07 ns
Protéines (%)	7,1±0,08 ns	5,9±0,07 ns	4,7±0,07 ns

Les valeurs sont des moyennes± Ecart type pour n=3 ; ns : non significatif à p < 5%

Les propriétés nutritionnelles du *gnomy* évaluées mettent en évidence l'influence d'opérations unitaires telles que la préparation de la bouillie de mil, la fermentation et la friture. Le tableau 1 montre que la matière sèche, le pH, le taux de cendre et de protéines diminuent dans la pâte fermentée et augmente après la cuisson. En revanche, le taux d'humidité connaît une nette augmentation avec des valeurs de 17,32 et 36,82 respectivement pour la farine et le beignet.

Discussion

Le *gnomy* est un beignet à base de mil dont la transformation repose sur un savoir-faire traditionnel purement empirique. La plupart des technologies de production du *gnomy* proviennent du patrimoine culturel local. Il s'agit, en effet, de techniques domestiques, transmises et pérennisées à travers l'éducation familiale, qui ont été progressivement intégrées et utilisées à plus grande échelle dans des activités marchandes (Hofmann et Marius-Gnanou, 2006). La production de *gnomy* est une activité exclusivement féminine détenue par les femmes originaires du nord de la Côte d'Ivoire (N'Guessan et al., 2014 ; Barro et al., 2003). En effet, dans les pays en voie de développement, l'organisation des tâches ménagères est basée sur des attributions sexo-spécifiques. Ainsi, toutes les activités de transformation des aliments sont du ressort des femmes faisant de ces dernières les seules détentrices de savoirs précieux en matière de technique et d'adaptation aux équipements traditionnels (Cerdan et al., 2004).

La commercialisation du *gnomy* permet d'entretenir seulement une économie domestique avec des capacités de productions relativement faibles variant selon les périodes de l'année. En effet, c'est pendant le jeûne musulman que la vente du *gnomy* connaît un franc succès à travers la multiplication des sites de production et des productrices. A la fin du Ramadan, la catégorie de productrices occasionnelles disparaît à cause de la pénibilité du travail.

La production du *gnomy* à l'instar des activités traditionnelles de transformations de céréales est longue et fastidieuse. Comme indiqué dans les résultats, le procédé de fabrication peut durer plus de 8h. Des études similaires rapportent que des étapes telles que le lavage et la mouture nécessitent des temps relativement long (Kouakou, 2008) et beaucoup d'efforts pour le mil et le fonio comparativement au riz et au maïs. Cette difficulté de transformation est due selon Cruz (2012) à la petite taille du mil et du fonio. Les tentatives de mécanisation des opérations unitaires n'ont

concernées que la mouture et ne prennent pas en compte le lavage ou le vannage de ces céréales. En effet, les vendeuses enquêtées soutiennent que le *gnomy* à base de riz est moins difficile à élaborer et donne un rendement meilleur que celui à base de mil. Des résultats similaires ont été rapportés par certains auteurs au cours d'études menées sur l'*Ablo*, un pain humide à base de maïs et/ou de riz (Dossou et al. 2011 ; Ahoulou-Yeyi et al. 2007).

L'évaluation de la qualité microbiologique du *gnomy* au cours de sa préparation a montré l'impact des différentes opérations unitaires sur le produit final. La charge élevée de microorganismes dans la farine s'expliquerait par les conditions de séchage et de stockage des grains de mil. Dans les zones de récolte, principalement les zones rurales, le mil est mis à sécher aux abords des routes à même le sol et conditionné dans des sacs en jute ayant servi plusieurs fois au préalable. De plus, des études ont montré que la flore originelle de la matière première (mil) évoluait positivement lors du trempage et du lavage des grains avant leur mouture (Barro et al., 2007). Cette étape de la production du *gnomy* contribuerait à augmenter l'activité en eau des grains de mil, favorable à une croissance rapide des microorganismes. En effet, selon Siddiqui et Chowdhury (2013) l'humidité est un paramètre important qui affecte de manière significative la durée de conservation et développement de contaminants microbiens dans la farine. Il faut aussi ajouter la probabilité d'une contamination croisée dans les moulins artisanaux qui servent successivement à la production de plusieurs produits différents (maïs, mil, haricots, gombo sec, piment sec, etc.) sans nettoyage après chaque mouture. En ce qui concerne la pâte de mil fermenté, les résultats ont indiqué un degré de contamination inférieure à celui de la farine pour tous les germes étudiés. Ces observations sont compatibles avec les différentes opérations d'obtention de la pâte ou bouillie de mil. En effet, pour obtenir la pâte de mil, le 1/3 de la farine est cuite à 90°C et additionnée aux 2/3 restants après refroidissement à température ambiante. Pendant la cuisson, la charge microbienne baisse considérablement pour connaître une évolution au moment du pétrissage. En effet, cette phase de la production apporte de la farine de mil fraîche de qualité insatisfaisante. L'évolution de ces microorganismes est par la suite prise en charge par la fermentation. Le processus fermentaire du mil s'effectue spontanément (Pedersen et al., 2012) grâce au développement de la microflore épiphyte notamment des bactéries lactiques telles que les Streptocoques. L'action des bactéries lactiques au cours de la fermentation a été associée tout d'abord à l'élaboration de l'arôme et de la texture du produit final mais aussi au maintien d'une bonne sécurité alimentaire grâce aux acides organiques produits (Yao et al. 2009). Ces acides entraînent une baisse du pH (4,47 pour la pâte fermenté de mil) qui inhibent la croissance de certains germes pour l'essentiel des Gram négatifs. Des remarques similaires ont été relatées dans les travaux

d'Owusu-Kwarteng et al. (2012), d'Oguntoyinbo et al. (2011), d'Ahokpè et al. (2005). Enfin, l'évaluation de la charge microbienne du beignet indique que le *gnomy* est un aliment de qualité satisfaisante qui ne contient pas de germes pathogènes à l'instar de tous les aliments traditionnels à base de céréales produits de façon similaire et qui comportent au moins une étape de cuisson (Akaki et al., 2008 ; Barro et al., 2003) ou de décoction (Bayoï et al., 2014).

La farine de mil destiné à l'élaboration du *gnomy* est une farine humide avec un taux d'humidité (17%) largement supérieur au taux (13%) recommandé par l'OMS et la FAO (2007). Ceci s'explique par le fait que cette farine est transformée immédiatement après la mouture et n'est pas destinée à être conservée et donc ne subit pas de séchage. En effet, certains auteurs (Dossou et al., 2011 ; Lestienne et al. 2005) ont montré qu'en Afrique, contrairement à la farine de blé qui est vendue dans le commerce, la plupart des farines (fonio, sorgho, maïs, riz...) servant à l'élaboration des mets ne sont pas des farines disponibles à l'avance. La farine est apprêtée quelques heures avant la préparation des mets.

La détermination des paramètres nutritionnels du *gnomy* au cours de sa production a montré une influence des différentes étapes sur les produits intermédiaires. D'une manière générale, le pH, le taux de cendres et le taux de matière sèche diminuent après la fermentation et augmentent après la friture. Cette réduction de la valeur nutritionnelle est due aux activités telles que la cuisson du lait de mil et la fermentation. Selon Favier (1989), les opérations technologiques de fractionnement des grains de céréales et ceux qui font intervenir l'eau, la chaleur et la fermentation conduisent à des produits dont la composition et les propriétés physicochimiques évoluent avec l'intensité du traitement. Le taux de protéine (7,1%) retrouvé dans la farine de mil est inférieur à celui observé par Békoye (2014) sur 15 variétés de mil dont la teneur moyenne en protéine est de 10,52%. Cette différence peut être attribuée à l'origine inconnue des mils vendus sur le marché et à la durée de conservation de ces derniers. La teneur en protéine baisse d'environ 34% entre la farine et le beignet de mil. Des résultats similaires ont été observés au cours de la fabrication du pain où l'on note une baisse de près de 15% de la valeur protéique du fait de la réaction de Maillard (Dupin, 1992).

Conclusion

Le *gnomy* est un goûter à base de mil très apprécié des Ivoiriens surtout en période de Ramadan où le nombre de sites de production se multiplient. C'est une activité exclusivement féminine qui permet d'entretenir une économie domestique. La préparation du *gnomy* est fastidieuse et empirique. Ce procédé de production traditionnelle réalisé au laboratoire permet d'obtenir un beignet de mil de qualité sanitaire

acceptable. Cependant, il est clairement établi si la contamination microbienne des aliments peut-être contrôlée au laboratoire, elle l'est moins dans les milieux domestiques et sur les sites de commercialisation. Ainsi, l'usage des bonnes pratiques d'hygiène est recommandable de l'acquisition des ingrédients à la vente du gnomy dans la rue.

References:

1. Aboudou, A., Akissoé, N. H. J., Christian Mestres, M., Hounhouigan, D. J., (2014). Optimisation de la fermentation en milieu semi-solide pour la production d'ablo, pain cuit à la vapeur d'Afrique de l'ouest. *Journal of Applied Biosciences* 82:7469– 7480
2. Akaki, K. D., Aw, S., Loiseau G., and Guyot, J-P., (2008). Etude Du comportement des souches de *Bacillus cereus* atcc 9139 et d'*Escherichia coli* atcc 25922 par la méthode des challenge-tests lors de la confection de bouillies à base de pâte de mil fermentée en provenance de Ouagadougou (Burkina-Faso). *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 11 :103 – 117
3. Al-Defiery, M. E., and Merjan, A. F., (2015). Mycoflora of mold contamination in wheat flour and storage wheat flour. *Mesop. Environ. J*, 2015, Vol. 1(2), pp.18-25.
4. Amane, N. D., Assidjo, N. E., Gbongue, M. A., (2009). Caractérisation physico-chimique d'une bière traditionnelle ouest africaine: le Tchapalo. *Agronomie africaine*, vol. 17(2), p. 143-152.
5. Auzias, D., & Labourdette, J. P., (2012). *Pays Dogon*, Edition Petit Futé.
6. Barro, N., Ouédraogo, O., Bello A., R., Philippe, A. N., Ilboudo, A. J., Ouattara, A. S., & Traoré, A. S., (2007). L'impact de la température de vente sur l'altération de la qualite microbiologique de quelques aliments de rue A Ouagadougou (Burkina Faso). *J. Sci.Vol.7(2)*, (2007)
7. Bayoï, J. R., Djoulde, D. R., Maiwore, J., Bakary, D., Essome, J. S., Noura, B., & Etoa, F. X. (2014). Influence du procédé de fabrication sur la qualité microbiologique du jus de «folere» (*Hibiscus sabdariffa*) vendu dans trois villes du Cameroun: Maroua, Mokolo et Mora. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 9(2), 786.
8. Békoye, B. M. (2014). Caracterisation physico chimique et technologique des variétés de mil *Pennisetum glaucum* (l. r. br.) Ouest africaines. *European Scientific Journal*, 10(30).
9. Brou, K., Camara F., N'Dri, Y. D., Akaffou, N. L. M., & Djeni, N.T., (2008). Effect of two milling techniques and flours particle size on

- some physicochemical properties of millet flour. *Journal of Food Technology*, 6: 231-236.
10. Bsadjo-Tchamba, G., Bawa, H. I., Nzouankeu, A., Bonkougou, I. J. O., Zongo, C., Savadogo, A., & Barro, N., (2014). Occurrence and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. isolated from zoom-koom beverage and ice in Ouagadougou, Burkina Faso. *African Journal of Microbiology Research*, 8(35), 3243-3249.
 11. Cruz J. F., Beavogui F., & Drame D. (2012). Valoriser Une Céréale Traditionnelle africaine, le fonio. *Grain de sel n°58, avril-juin 2012*.
 12. Dossou, J., Osseyi, G. E., Ahokpe, F. K. K., & Odjo, S. D. P. (2011). Evaluation des procédés traditionnels de production du ablo, un pain humide cuit à la vapeur, au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(3).
 13. FAO et OMS (2007). **Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales**. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Commission du **Codex Alimentarius** Rome : 2007 pp128.
 14. Favier J. C., (1989). Valeur nutritive et comportement des céréales au cours de leurs transformations in *Céréales en régions chaudes*. AUPELF-UREF, EDS John Libbey Eurotext, Paris, pp. 285-297.
 15. Ferre, T., Doassem, J, Kameni, A., (1999). *Dynamique des activités de transformation des produits agricoles à Garoua, Nord-Cameroun*. Garoua : Irad/Prasac, 1999 ; 89 p.
 16. Goron, T. L., & Raizada, M. N., (2015). Genetic diversity and genomic resources available for the small millet crops to accelerate a new green revolution. *Frontiers in plant science*, 6.
 17. Hofmann, E., & Marius-Gnanou, K. (2006). L'intégration de la dimension «genre» dans une intervention de développement: mythe ou réalité? *Empreintes et inventivités des femmes dans le développement rural*, 47.
 18. Lestienne, I., Mouquet-Rivier, C., Icard-Vernière, C., Rochette, I., & Treche, S., (2005). The effects of soaking of whole, dehulled and ground millet and soybean seeds on phytate degradation and Phy/Fe and Phy/Zn molar ratios. *International journal of food science & technology*, 40(4), 391-399.
 19. N'dri, Y. D., (2011). Potentialités nutritionnelles et antioxydantes de certaines plantes alimentaires spontanées et de quelques légumes et céréales cultivés en cote d'ivoire. (2011). *Thèse de doctorat*. Università degli studi di parma, dipartimento di sanità pubblica.
 20. Nguessan, Y. D., Bedikou, M. E., Megnanou, R. M., & Niamké, S. L. (2014). Local cereal flours repartition on markets and sellers

- approach on production and conditioning in the districts of Abidjan Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 10(24).
21. Barro, N., Ouattara, C. A. T., Nikiema, P. A., Ouattara, A. S., & Traoré, A. S. (2003). Evaluation de la qualité microbiologique de quelques aliments de rue dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé* 12(4):369-74.
 22. Oguntoyinbo, F. A., Tourlomousis, P., & Gasson, M. J. (2011). Analysis of bacterial communities of traditional fermented West African cereal foods using culture independent methods. *International journal of food microbiology*, vol. 145, no 1, p. 205-210.
 23. Owusu-Kwarteng, J., Akabanda, F., Nielsen, D. S., Tano-Debrah, K., Glover, R. L., & Jespersen, L. (2012). Identification of lactic acid bacteria isolated during traditional fura processing in Ghana. *Food microbiology*, 32(1), 72-78.
 24. Pedersen, L. L., Owusu-Kwarteng, J., Thorsen, L., & Jespersen, L. (2012). Biodiversity and probiotic potential of yeasts isolated from Fura, a West African spontaneously fermented cereal. *International Journal of Food Microbiology*, 159, 144-151.
 25. Siddiqui, A. A., & Chowdhury, M. N. A. (2013). physico-chemical & microbiological quality assessment of different popular brands of wheat flour, available in bangladesh. *Journal of SUB*, 4, 57-65.