

Profil microbiologique sur la qualité du *Kom*, *Mawé* et *Djamou*, pâtes fermentées traditionnelles produites à base de maïs au Bénin

Aziana Reine ZINSOU¹, Brice PATINVOH¹, Basile SOGNIGBE², Alphonse Sako AVOCEFOHOUN², Fidèle Paul TCHOBO¹ et Nicodème CHABI^{2*}

¹ Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire, Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA)

² Université d'Abomey-Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de Génie de Technologie Alimentaire, Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), 01 BP 2009 Cotonou 01, Bénin

(Reçu le 18 Avril 2024 ; Accepté le 22 Août 2024)

* Correspondance, courriel : nicodeme.chabi@gmail.com

Résumé

L'objectif de ce travail était d'étudier le profil microbiologique du « *Kom* » issu des produits intermédiaires (*Mawé*, *Djamou*) dérivés traditionnels du maïs, au Bénin. Le matériel biologique utilisé dans cette étude a été composé de trois produits fermentés à savoir *Mawé*, *Djamou* et *Kom* collectés auprès des producteurs-vendeurs de trois localités à savoir Abomey-Calavi, Comè et Lokossa. Les données ont été analysées grâce au logiciel Minitab14 les moyennes et les écartypes ont été calculés au seuil de 5 %. Les résultats ont montré une présence de la flore totale dans tous les échantillons, qui a varié de 5,72 à 7,65 Log₁₀UFC/g. Le dénombrement des coliformes thermotolérants a varié de 0 à 3,5 Log₁₀UFC/g. La charge microbienne en *Staphylococcus spp* a montré que les échantillons de Comè et de Lokossa ont présenté les plus faibles charges (respectivement 0,5 et 0,65 Log₁₀UFC/g). De plus, les bactéries lactiques et levures identifiées dans les différents échantillons ont présenté des charges respectives de 3,84 à 5,25 Log₁₀UFC/g et > 300. Enfin des moisissures à savoir *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizopus* et *Penicillium* ont été identifiées. Une absence totale des Bonnes Pratiques Hygiéniques (BPH), le non-respect du temps de fermentation et des traitements thermiques adéquats (combinaison du couple temps température) dans le processus de fabrication du *Kom* par les producteurs-vendeur a été prouvé.

Mots-clés : maïs, *Kom*, profil microbiologique, Bénin.

Abstract

Microbiological profile on *Kom*, *Mawé* and *Djamou* qualities of fermented past traditionally produced with maize in Benin

The objective of this work was to study the microbiological profile of *kom* derived from intermediate products (*Mawé*, *Djamou*) traditionally derived from corn in Benin. The biological material used in this study was composed of three fermented products namely *Mawé*, *Djamou* and *Kom* collected from producer-sellers in three localities namely Abomey-Calavi, Comè and Lokossa. The data were analyzed using Minitab14

software; the means and standard deviations were calculated at the 5 % threshold. The results showed the presence of total flora in all samples, which varied from 5.72 to 7.65 Log₁₀CFU/g. The count of thermotolerant coliforms varied from 0 to 3.5 Log₁₀CFU/g. The microbial load in *Staphylococcus* spp showed that the samples of Comè and Lokossa had the lowest loads (respectively 0.5 and 0.65 Log₁₀UFC/g). In addition, the lactic bacteria and yeasts identified in the different samples had respective loads of 3.84 to 5.25 Log₁₀UFC/g and >300 UFC/g. Finally, molds namely *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizopus* and *Penicillium* were identified. A total absence of Good Hygienic Practices (GHP), non-compliance with the fermentation time and adequate heat treatments (combination of the time temperature couple) in the *Kom* manufacturing process by the producers-sellers was proven.

Keywords : *corn, Kom, microbiological profile, Benin.*

1. Introduction

Les denrées alimentaires préparées à partir des céréales (maïs) et /ou des racines tubéreuses (manioc) sont des préparations produites par des méthodes traditionnelles en Afrique de l'Ouest. Leur disponibilité est d'une importance et leur consommation par la population béninoise sous formes de pâtes traditionnelles représente 80 % [1]. Ces pâtes fermentées ou non ont fait et continuent de faire l'objet d'une multitude d'études un peu partout en Afrique et particulièrement au Bénin. La fermentation naturelle constitue un processus de conservation et d'amélioration de la qualité des aliments de par l'action des microorganismes fermentaires [2]. Ces activités microbiennes ou enzymatiques sur les ingrédients alimentaires ont tendance à faire fermenter les aliments, entraînant des changements biochimiques souhaitables responsables de la modification significative de l'aliment [3]. Elle joue un rôle important dans la fermentation des aliments en montrant des changements dans les propriétés chimiques et physiques des aliments. Les aliments fermentés présentent plusieurs avantages illustrés par plusieurs auteurs [4, 5]. Ainsi, les produits qui en découlent acquièrent des caractéristiques sanitaires et nutritionnelles bénéfiques pour les consommateurs [6]. Les pâtes fermentées produites à l'échelle domestique par fermentation lactique ont des propriétés antimicrobiennes suffisantes pour limiter les contaminations microbiennes pendant la période de conservation [7]. Plusieurs études sont consacrées à la recherche de flore microbienne caractérisée par des propriétés physiologiques et métaboliques particulières pour leur utilisation comme ferments de culture [4, 8]. Le développement de ce nouveau procédé de fermentation, en utilisant un starter adapté au substrat et permettant de développer les propriétés organoleptiques souhaitées afin d'initier, d'accélérer et de contrôler la fermentation, constitue une bonne solution. La stratégie « des cultures starters » comprend plusieurs étapes dont la première est la caractérisation microbiologique des microorganismes fermentaires présents dans les produits issus d'une fermentation artisanale [9]. L'identification microbiologique et moléculaire des espèces bactériennes ou des souches ayant des fonctionnalités spécifiques importantes dans les aliments traditionnels fermentaires a déjà été rapportée [10]. Au Bénin, *Kom*, une pâte fermentée à base de maïs cuite à la vapeur ainsi que des pâtes intermédiaires (*Mawè et Djamou*), sont très importantes dans la gastronomie béninoise notamment pour leur goût et la valeur ajoutée induite dans la chaîne de production. Pour mieux comprendre les contributions des différents produits fermentés à l'alimentation quotidienne et valoriser le « *Kom* » produit au Bénin, il est crucial de stabiliser leur qualité. Il est donc nécessaire d'étudier le « *Profil microbiologique sur la qualité du Kom, Mawé et Djamou, pâtes fermentées traditionnelles produites à base de maïs au Bénin* ».

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Le matériel biologique utilisé dans cette étude est composé de trois produits fermentés à savoir *Mawé*, *Djamou* et *Kom* collectés auprès des producteurs-vendeurs (**Figure 1(a), (b) et (c)**). Les zones d'étude pour la collecte des données de terrain sont localisées au Bénin, qui est un pays de l'Afrique de l'Ouest avec 12 départements. Le Sud- Bénin est une zone composée de 06 (six) départements dont 02 (deux), Atlantique et Mono. Les communes d'Abomey-Calavi, de Comé et Lokossa sont retenues dans ces départements pour cette étude compte tenu de la densité de la population, de leur aire ethnique, des us et coutumes et des activités de transformation des produits céréaliers menées par les producteurs-vendeurs pour leurs épanouissements.

2-2. Échantillonnage

L'enquête a été menée sous forme d'entretiens individuels à l'aide d'un questionnaire semi-structuré. Ce questionnaire a été conçu à partir d'un sondage préliminaire, permettant de formuler les questions en fonction des objectifs visés. La moyenne du nombre interrogés dans chaque localité a été calculée par la **Formule** suivante [10] :

$$N_i = 4 P_i (1 - P_i) / d^2 \tag{1}$$

N_i : le nombre total de producteurs -vendeurs enquêtés dans la localité *i* ; *P_i* : le nombre moyen de producteurs - vendeurs recensés par quartier de la localité *i* ; *d* : l'erreur marginale anticipée et qui est fixée ici à 5 %. En appliquant la formule ci-dessus, 100 acteurs ont été sélectionnés, soit 80 transformateurs et 20 consommateurs.

2-3. Collecte des données

Les échantillons ont été collectés auprès des producteurs-vendeurs sélectionnés en fonction de la spécificité de leur technologie dans les zones d'études. Les échantillons ont été conditionnés dans les sachets alimentaires et conservés au congélateur à -20°C pour les différentes analyses.

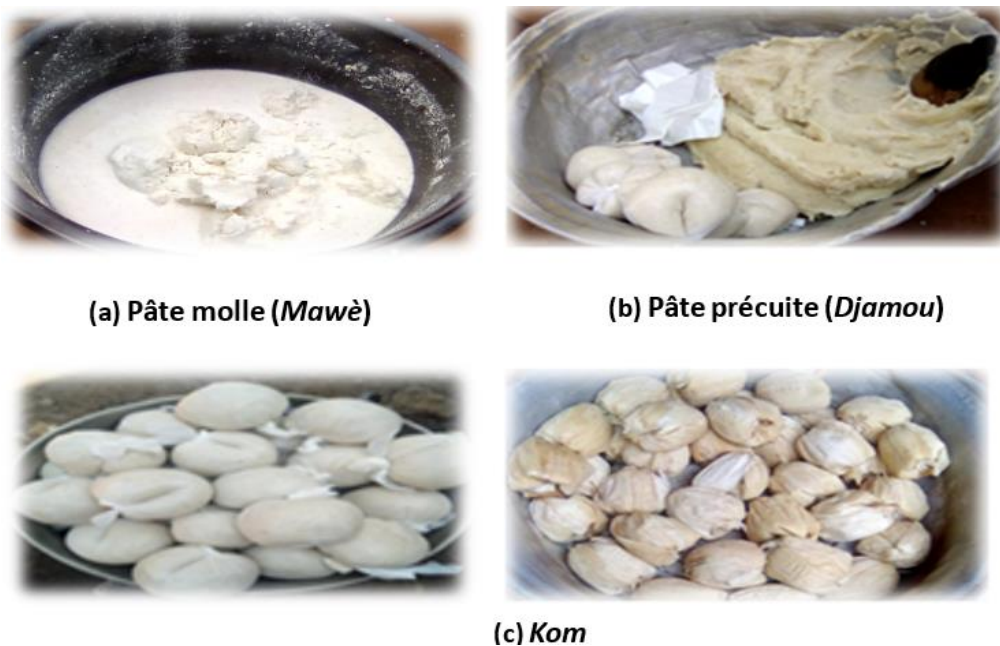


Figure 1 : Photo illustrant l'aspect macroscopique du Kom (c) et des différents produits intermédiaires (*Mawé*, *Djamou*) (a et b)

2-4. Caractérisation microbiologique

Les principales espèces de microorganismes recherchées sont les levures et moisissures, les bactéries lactiques et les entérobactéries. Ces espèces ont été dénombrées respectivement sur milieu gélosé Potato Dextrose Agar (PDA), la gélose Tryptone-Bile-Glucuronate (TBX), la gélose Baird Parker (BP), la gélose Man Rogosa et Sharpe (MRS) et sur la gélose Bile au Rouge Violet Lactose Agar (VRBGLA) avec les méthodes classiques de dénombrement [12, 13].

2-4-1. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales successives

Un mélange de 10 g de chaque échantillon avec 90 ml de solution stérile de Tryptone sel (0,1 % peptone, 0,8 % NaCl, pH 7,0) a été homogénéisé au STOMACHER pendant 2 minutes pour obtenir la solution mère (dilution 10^{-1}). Après 40 minutes de repos pour revivifier les bactéries, des dilutions décimales successives ont été réalisées. 1 ml de la solution mère, homogénéisée avec un vortex pendant 5 à 10 secondes, a été ajouté à 9 ml de Tryptone Sel pour obtenir une dilution 10^{-2} . Cette opération a été répétée jusqu'à obtenir une dilution de 10^{-5} .

2-4-2. Recherche et dénombrement des principaux microorganismes

- **Dénombrement de la Flore Mésophile Totale** : La flore mésophile totale est dénombrée sur milieu PCA en ensementant 1 ml de la suspension mère ou des dilutions décimales, puis incubée à 30°C pendant 24 à 72 heures suivant la technique décrite par la référence de la norme [13].
- **Dénombrement des Entérobactéries** : Les entérobactéries sont dénombrées sur milieu VRBGLA en ensementant 1 ml de la suspension mère ou des dilutions décimales, puis incubée à 37°C pendant 24 ± 2 heures. Les colonies présumées sont confirmées par des tests de fermentation de glucose et d'oxydase, avec les coliformes apparaissant en rouge violacé [14].
- **Dénombrement des Escherichia coli (E. coli)** : Les *E. coli* sont dénombrés sur milieu TBX en ensementant 1 ml de la suspension mère ou des dilutions décimales, puis incubés à 44°C pendant 24 heures. Les colonies caractéristiques sont bleues [14].
- **Dénombrement des Staphylococcus aureus** : Les *S. aureus* sont dénombrés sur gélose Baird Parker en étalant 0,1 ml de la suspension mère ou des dilutions décimales, puis incubés à 37°C pendant 48 heures. Les colonies présomptives sont noires brillantes ou grises foncées [15].
- **Dénombrement des levures et moisissures** : Les levures et moisissures sont dénombrées sur milieu PDA en ensementant 1 ml de la dilution de la suspension mère ou des dilutions décimales, puis incubées à 25°C pendant 5 à 7 jours. Les colonies de levures sont blanches ou colorées, lisses et crémeuses, tandis que celles des moisissures sont filamenteuses [16].
- **Dénombrement de la flore lactique** : Les bactéries lactiques sont dénombrées sur milieu MRS Agar contenant 0,1 % de natamycine. Un volume de 0,1 ml de la suspension mère et des dilutions (10^{-3} à 10^{-6}) est étalé en surface, puis incubé à 30°C pendant 3 à 4 jours. Les boîtes contenant 15 à 300 colonies sont utilisées pour calculer le nombre d'UFC par gramme. *Streptococcus thermophilus* est dénombré sur milieu M17 agar après incubation à 37°C pendant trois jours. Les résultats sont exprimés en Log 10 UFC/g [17].

2-4-3. Expression des résultats

Pour les différents germes recherchés, le nombre d'UFC/ml de suspension mère est déterminé selon la **Formule** [18] :

$$N = \frac{\sum c}{d(n_1+0,1n_2) V} \quad (2)$$

2-4-4. Identification des souches bactériennes

- *Etude morphologique et microscopique*: L'analyse morphologique a révélé l'apparence des colonies. Grâce à la coloration de Gram, l'examen microscopique a permis d'observer la forme et le mode d'association des bactéries et des moisissures.

- *Observation à l'état frais*: Quelques gouttes de suspension bactérienne ont été prélevées de manière stérile à l'aide d'une pipette Pasteur, puis déposées sur une lamelle en évitant soigneusement la formation de bulles d'air. L'observation se fait au microscope photonique avec un grossissement G 400X.

- *Coloration de Gram*: Les lames sont fixées à la chaleur, colorées avec du cristal violet, traitées avec du lugol, décolorées à l'alcool à 70°, puis colorées à la fuchsine. L'observation se fait au microscope avec de l'huile à immersion à un grossissement G 1000X. Les bactéries Gram positives apparaissent en bleu violacé et les Gram négatives en rouge ou rose [19].

2-5. Analyses statistiques

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel statistique MINITAB (MINITAB Inc. Release 14 for windows, 2004). Les données sont exprimées en valeur moyenne \pm écart-type (ET) de trois déterminations distinctes. Les données ont été analysées statistiquement à l'aide d'une ANOVA à un facteur. Le test de Tukey a été utilisé pour comparer les moyennes et la signification a été acceptée à 5 % ($P < 0,05$). Les différents résultats de l'identification des souches bactériennes ont été soumis au processus d'identification des bactéries.

3. Résultats et discussion

3-1. Caractéristiques microbiologiques de pâte molle « Mawè », de pâte précuite « Djamou » et de « Kom » issues des différentes communes.

3-1-1. Évaluation de la flore contaminant les échantillons de pâte molle « Mawè », de pâte précuite « Djamou » et de « Kom » issues des différentes communes

Le **Tableau 1** ci-dessous présente les résultats de l'évaluation de la flore contaminant les échantillons de pâte molle « Mawè », de pâte précuite « Djamou » et de « Kom » issues des différentes communes. En ce qui les échantillons de pâte molle « Mawè », la flore mésophile totale (FMT) varie de 4,69 à 6,61 Log10UFC/g, avec Abomey-Calavi ayant la charge la plus élevée (6,61) et Lokossa la plus faible (4,69). Ceux de pâte précuite « Djamou », la FMT varie de 5,89 à 6,61 Log10UFC/g, avec Lokossa ayant la charge la plus élevée (6,61) et Abomey-Calavi la plus faible (5,89). Des échantillons de « Kom » après 5 heures, la FMT varie de 5,72 à 7,65 Log10UFC/g, avec Abomey-Calavi ayant la charge la plus faible (5,72) et Comè la plus élevée (7,65) tandis que « Kom » après 12 heures, la charge microbienne varie de 4,89 à 6,80 Log10UFC/g, avec Abomey-Calavi ayant la charge la plus faible (4,89) et Comè la plus élevée (6,80). Les charges microbiennes des pâtes « Mawè » et « Djamou » sont inférieures aux normes directives ($< 10^7$ UFC/g) [16] et aux valeurs obtenues dans d'autres pâtes comme *Eblima* (9,51-10,86 Log10UFC/g) et la pâte de mil fermentée ($8,5 \times 10^7$ UFC/g) [20, 21]. De plus, la baisse de la charge microbienne entre 5 et 12 heures pourrait être due à une auto-contamination lors de la vente, malgré les bonnes conditions de conservation. La flore aérobie mésophile peut provenir de l'environnement de production ou des équipements de transformation en cas de non-respect des règles d'hygiène. Les opérations artisanales et la fermentation spontanée du « Mawè »,

ainsi que l'introduction de produits dérivés du manioc, peuvent aussi être des sources de contamination. La flore mésophile totale, composée d'entérobactéries, Bacilles, Staphylocoques, Pseudomonas et bactéries lactiques, est la principale source de contamination alimentaire [20]. Sa présence au-delà des normes indique des problèmes d'hygiène et de conservation. Les coliformes thermotolérants varient de 0 à 3,5 Log10UFC/g, avec Abomey-Calavi ayant la charge la plus faible (0) et Comè la plus élevée (3,5). Ils ne sont pas présents dans tous les échantillons, notamment ceux d'Abomey-Calavi et de Lokossa. La charge en coliformes thermotolérants des échantillons de Comè est inférieure à celle des coliformes dans la farine de mil (5×10^7 Log10UFC/g) [21]. Les coliformes totaux dans les pâtes précuites (Pp) varient de 0,74 (LoPp) à 3,19 (CoPp) Log10UFC/g, et sont présents dans tous les échantillons de pâte molle. Ces résultats sont inférieurs à ceux des pâtes de mil fermentées (5×10^3 UFC/g) [21]. Tandis que la charge microbienne des pâtes précuites AbPp, CoPp et LoPp dépassent les normes [22] ($\leq 10^3$ UFC/g), indiquant un défaut d'hygiène. Les échantillons de « Kom » après 5h et 12h présentent des charges en coliformes thermotolérants de 0 à 2,75 Log10UFC/g et de 4,28 à 5,48 Log10UFC/g respectivement. Après 5h, certains échantillons de « Kom » d'Abomey-Calavi ne contiennent pas de coliformes thermotolérants, sauf ceux de Comè et Lokossa. Après 12h, l'échantillon d'Abomey-Calavi a la charge la plus faible (4,28 Log10UFC/g) et celui de Comè la plus élevée (5,48 Log10UFC/g). Ces résultats sont inférieurs aux normes pour les échantillons de « Kom » après 5h et supérieurs après 12h ; et sont similaires à ceux de Kenkey, une pâte fermentée cuite à la vapeur du Ghana, mais sont plus élevés que ceux des Gowé cuits exempts de coliformes [23 ; 24]. En effet, tous les échantillons de pâte molle (Pm), de pâte précuite (Pp) et de « Kom » (K) analysés ont présenté une absence totale d'*Escherichia coli* (< 1) au niveau des différentes communes. Les mêmes observations ont été faites sur Gowé [24]. Donc, nous sommes en présence de produits fermentés exempts de microorganismes pathogènes (*d'E. coli*) [25]. L'absence d'entérobactéries observée peut se traduire par les bonnes pratiques d'hygiène respectées au cours de la production. Enfin la charge microbienne en *Staphylococcus* spp dans les échantillons de pâte molle a varié entre 2,31 et 3,69 Log10UFC/g. L'échantillon d'Abomey-Calavi a la plus faible charge (2,31 Log10UFC/g) et celui de Lokossa la plus forte charge (3,69 Log10UFC/g).

Les échantillons de pâte précuite « Djamou » ont présenté une charge en *Staphylococcus* spp variant de 0,5 à 1,41 Log10UFC/g. Les échantillons de Comè et de Lokossa ont présenté les plus faibles charges (CoPp : 0,5 Log10UFC/g ; LoPp : 0,65 Log10UFC/g). Ces résultats sont inférieurs à la norme [21] ($5,0 \times 10^3$ UFC/g). La charge des *Staphylococcus* dans « Kom » varie de 1,48 - 3,48 Log10UFC/g. Ces valeurs ont également montré que l'échantillon de Lokossa (LoK') a la charge la moins élevée (1,48 Log10UFC/g) tandis que l'échantillon de Comè (CoK) a la charge la plus élevée (3,48 Log10UFC/g). Les résultats sont supérieurs à la charge des *Staphylococcus* dans Kenkey à temps T0 de fermentation [24]. La présence des *Staphylococcus* dans les échantillons de pâte précuite « Djamou » pourrait s'expliquer par l'inoculation de starter (*Agbéliman*, *Goman*, etc.) ou à la production artisanale et manuelle, indiquant une hygiène corporelle insuffisante des producteurs [1]. La charge microbienne des *Staphylococcus* spp dans les échantillons analysés est inférieure aux normes [26 ; 21] ($< 10^2$ UFC/g et $5,0 \times 10^2$ UFC/g). Cependant, on remarque une forte présence de ces bactéries dans les pâtes molles et une faible charge dans les pâtes précuites et « Kom ». Ainsi leur faible présence dans les échantillons ayant subi des traitements thermiques témoignerait de l'influence des traitements thermiques (couple temps /température) sur les microorganismes d'où la nécessité de sensibiliser les producteurs-vendeurs sur le respect et l'importance des durées et températures des traitements thermiques. La présence des *Staphylococcus* est un indicateur de contamination cutanée et de la flore buccale des producteurs-vendeurs [27]. Les échantillons de « Kom » présentent une forte charge de souches entérobactériennes (FMT : 6,07 ; Coliformes totaux : 5,02 et *Staphylococcus* : 2,22) (Tableau 1). Cette forte présence pourrait provenir soit de la mauvaise conservation ou manipulation d'*agbéliman* introduit à la transformation, soit de la mauvaise hygiène des emballages (sachets recyclés), soit d'une mauvaise conservation soit d'une contamination par l'environnement. L'analyse statistique montre que les charges microbiennes varient selon les types de pâtes et les communes, avec certaines différences significatives.

Tableau 1 : Évaluation de la flore microbienne dans les différents échantillons de pâte molle « Mawè », de pâte précuite « Djamou » et de « Kom » issues des différentes communes

Produits	Echantillons	FMT	Coliformes totaux	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus Aureus</i>
<i>Mawè</i>	AbP _m	6,61 ± 0,23 ^b	0 ^a	<1 ^a	2,31 ± 3,26 ^a
	CoP _m	6,48 ± 0,03 ^b	3,5 ± 4,95 ^b	<1 ^a	2,5 ± 3,54 ^a
	LoP _m	4,69 ± 2,39 ^a	0 ^a	<1 ^a	3,69 ± 5,23 ^b
<i>Djamou</i>	AbP _p	5,89 ± 0,58 ^a	3,02 ± 4,27 ^b	<1 ^a	1,41 ± 1,99 ^b
	CoP _p	6,61 ± 0,01 ^a	3,19 ± 4,51 ^b	<1 ^a	0,5 ± 0,71 ^a
	LoP _p	6,14 ± 0,41 ^a	0,74 ± 1,04 ^a	<1 ^a	0,65 ± 0,91 ^a
¹ <i>Kom (5H)</i>	AbK	5,72 ± 0,60 ^a	0 ^a	<1 ^a	2,14 ± 3,03 ^b
	CoK	7,65 ± 0,01 ^c	2,74 ± 3,87 ^b	<1 ^a	0 ^a
	LoK	6,3 ± 1,41 ^b	1 ± 1,41 ^b	<1 ^a	0,59 ± 0,83 ^a
² <i>Kom (12H)</i>	AbK'	4,89 ± 2,25 ^a	4,28 ± 3,03 ^a	<1 ^a	1,70 ± 1,20 ^a
	CoK'	6,80 ± 1,20 ^b	5,48 ± 3,87 ^b	<1 ^a	3,48 ± 2,46 ^c
	LoK'	6,52 ± 1,67 ^b	5,30 ± 3,75 ^b	<1 ^a	1,48 ± 1,04 ^a

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.¹*Kom (5H) (K)* : prélèvement 5heures après production ;²*Kom (12H) (K')* : prélèvement 12heures après production ; Pm : Pâte molle ; Pp : Pâte précuite ; Ab : Abomey-Calavi ; Co : Comè ; Lo : Lokossa, FMT : Flore Mésophile Total.

3-2. Évaluation des paramètres physico-chimiques des échantillons de pâte molle (Pp) « Mawè », de pâte précuite « Djamou » et de « Kom » issues des différentes communes

Le pH des échantillons de pâte molle (Pm) varie de 4,3 à 4,75. L'échantillon de Comè (CoPm) présente le pH le plus faible (4,3) tandis que l'échantillon de Lokossa (LoPm) présente le pH le plus élevé (4,75). Les pH des pâtes molles sont inférieurs au pH (6,07) des Farines humides d'Ablo à base de maïs [29]. La matière sèche (MS) des pâtes molles varie de 41,05 - 87,33 %. L'échantillon d'Abomey-Calavi (AbPm) présente la matière sèche la plus faible (41,05 %) tandis que l'échantillon de Lokossa (LoPm) présente la matière sèche la plus élevée (87,33 %). Ces résultats sont inférieurs aux matières sèches (67,13 %) des Farines humides d'Ablo à base de maïs [28]. L'analyse statistique des variances a montré qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % entre les pH des échantillons de pâtes molles « Mawè » issues des différentes communes contrairement à celle de les matières sèches où la variation est un peu faible dans les échantillons de pâtes molles « Mawè ». Quant au pH des échantillons de pâtes précuites « Djamou », il a oscillé de 3,79 à 4,48 Log 10U FC/g. L'échantillon de Comè (CoPp) présente le pH le plus faible (3,79) tandis que l'échantillon d'Abomey-Calavi (AbPm) présente le pH le plus élevé (4,48). Les pH des pâtes précuites sont inférieurs au pH (4,78) des pâtes fermentées d'Ablo à base de maïs [28]. La matière sèche (MS) a varié de 24,57- 55,11 %. L'échantillon de Comè (CoPp) présente la matière sèche la plus faible (24,57 %) tandis que l'échantillon de Lokossa (LoPp) présente la matière sèche la plus élevée (55,11 %). Ces résultats sont supérieurs aux matières sèches (33,7 %) des pâtes fermentées d'Ablo à base de maïs [28]. L'analyse statistique des variances a montré qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % entre les pH des échantillons de pâtes précuites « Djamou » issues des différentes communes contrairement à celle des matières sèches où il y a de différences significatives entre les échantillons de pâtes précuites « Djamou » issues des différentes communes. Enfin, le pH des échantillons de « Kom » a oscillé de 4,21 à 4,45. L'échantillon de Comè (CoK) présente le pH le plus faible (4,21) tandis que l'échantillon de Lokossa (LoK) présente le pH le plus élevé (4,45). Ces pH des différents échantillons sont pour la plupart inférieurs ou égaux à 4,5 [24].

Le faible pH peut s'expliquer par une acidification des pâtes fermentées. Ainsi, ces résultats sont conformes à ceux d'autres auteurs [6, 28 - 30]. La matière sèche (MS) a varié de 24,04 à 39,6 %. L'échantillon de Comè (CoK) présente la matière sèche la plus faible (24,04 %) tandis que l'échantillon de Lokossa (LoK) présente la matière sèche la plus élevée (39,6 %). Ils corroborent ceux d'Ablo à base de riz (MS : 38,79 %) [28]. L'analyse statistique des variances a montré qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % entre les pH des échantillons de « Kom » issus des différentes communes contrairement à celle des matières sèches où la variation n'est pas significative dans les échantillons de « Kom » issus des différentes communes (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Évaluation des paramètres physico-chimiques des échantillons de pâte molle « Mawè », de pâte précuite « Djamou » et de « Kom » issues des différentes communes

Produits	Échantillons	pH	MS (%)
Mawè	AbP _m	4,72 ^a	41,05 ± 0,40 ^a
	CoP _m	4,3 ^a	48,4 ± 12,46 ^b
	LoP _m	4,75 ^a	87,33 ± 0,45 ^c
Djamou	AbP _p	4,48 ^a	33,84 ± 1,68 ^b
	CoP _p	3,79 ^a	24,57 ± 3,24 ^a
	LoP _p	4,3 ^a	55,11 ± 0,26 ^c
Kom	AbK	4,35 ^a	31,22 ± 0,14 ^b
	CoK	4,21 ^a	24,04 ± 5,13 ^a
	LoK	4,45 ^a	39,6 ± 0,43 ^c

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. MS : Matière Sèche ; Pm : Pâte molle ; Pp : Pâte précuite ; Ab : Abomey-Calavi ; Co : Comè ; Lo : Lokossa.

3-3. Évaluation de la flore fermentaires dans les différents échantillons de pâte molle « Mawè », de pâte précuite « Djamou » et de « Kom » issues des différentes communes

Les bactéries lactiques identifiées dans les différents échantillons ont présenté une charge variant de 3,84 à 5,25. La charge en bactéries lactiques de la commune de Lokossa (LoPm) est la plus faible (3,84) et celle d'Abomey-Calavi (AbPm) est la plus élevée (5,25). En ce qui concerne les flores fongiques, les résultats ont montré une présence de levures dans tous les échantillons de pâtes molles « Mawè » (> 300), un taux de contamination faible par les moisissures dans les pâtes molles « Mawè » et une quasi absence dans les pâtes précuites « Djamou » et « Kom » dans les trois communes. L'analyse statistique des variances a montré qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% entre les échantillons de pâtes molles « Mawè » issues des différentes communes pour les paramètres bactéries lactiques, ce qui n'étant pas les cas des flores fongiques (levures et moisissures). Les résultats en bactéries lactiques dans les pâtes molles obtenus sont inférieurs à la charge en bactéries lactiques des pâtes d'Agbélina (8,01-8,99), d'Eblima (7,03-7,77) et d'Epoma (≤ 7,04) à l'exception d'Epoma de Hanoukopé (3,16) [21] qui a une charge en bactéries lactiques inférieures à celle des pâtes molles obtenues. Tandis que la charge en levures dans les pâtes molles obtenues (> 300) est supérieure à celle trouvée dans les pâtes d'Agbélina (1,63-2,08), d'Eblima (2,31-5,93) et d'Epoma (2,44-3,33). Enfin, la charge en moisissures des pâtes d'Agbélina d'Agoé-assiyéyé (0,65), d'Eblima d'Adidogomè, d'Agoé-assiyéyé et d'Akodésséwa (0,36, 0,47 et 0,77) et d'Epoma d'Adidogomè, d'Agoé-assiyéyé (0,16 et 0,20) est inférieure aux valeurs de la charge dans les pâtes molles « Mawè » [21]. La microflore dans les pâtes précuites « Djamou » varie selon les communes, avec des bactéries lactiques allant de 4,95 à 5,89 Log10UFC/g. Abomey-Calavi a la plus faible concentration (4,95) et Comè la plus élevée (5,89). Les levures sont présentes en grande quantité (> 300), tandis que les moisissures sont rares (<1)

(Tableau 3). Une analyse statistique montre des différences significatives entre les échantillons des différentes communes, mais pas entre les charges en bactéries lactiques et en flores fongiques. Les résultats pour «*Djamou*» sont supérieurs à ceux des pâtes *Eblima, Agbélima et Epoma* (3,16-8,99) en termes de bactéries lactiques et de levures [21]. La charge en bactéries lactiques dans «*Kom*» produit 5 heures après varie de 4,87 à 6,16 Log10UFC/g, avec Abomey-Calavi ayant la plus faible (4,87) et Comè la plus élevée (6,16). Les levures sont supérieures à 300 (> 300) et les moisissures inférieures à un (< 1). Il n'y a pas de différence significative entre les charges des levures et des moisissures, mais des variations significatives existent pour les bactéries lactiques entre les communes. La charge en bactéries lactiques et en flores fongiques dans *Ablo* est inférieure à celle du «*Kom*» produit 5 heures après. Pour le «*Kom*» produit 12 heures après, la charge en bactéries lactiques varie de 3 à 6,30, avec Abomey-Calavi ayant la plus faible (3) et Comè la plus élevée (6,30). L'échantillon d'Abomey-Calavi a la charge bactérienne la plus faible (3) et celui de Comè la plus élevée (6,30). Les levures sont > 300 et les moisissures < 1, indiquant une forte présence de levures et une absence de moisissures. Il n'y a pas de différence significative entre les charges de levures et de moisissures, mais des variations significatives existent pour les bactéries lactiques entre les communes.

Tableau 3 : Évaluation de la flore fermentaires dans les différents échantillons de pâte molle «*Mawè*», de pâte précuite «*Djamou*» et de «*Kom*» issues des différentes communes

Produits	Echantillons	Bactérie Lactiques (Log10UFC/g)	Flores fongiques	
			Levures (UFC/g)	Moisissures (UFC/g)
<i>Mawè</i>	ABP _m	5,25 ± 0,67 ^a	>300 ^a	2 ^a
	COP _m	5,75 ± 0,04 ^a	>300 ^a	4 ^b
	LOP _m	3,84 ± 2,60 ^a	>300 ^a	5 ^c
<i>Djamou</i>	ABP _p	4,95 ± 0,49 ^a	>300 ^a	<1 ^a
	COP _p	5,89 ± 0,02 ^a	>300 ^a	<1 ^a
	LOP _p	5,14 ± 0,41 ^a	>300 ^a	<1 ^a
<i>Kom (5H)</i>	ABK	4,87 ± 0,38 ^a	>300 ^a	<1 ^a
	COK	6,16 ± 0,68 ^b	>300 ^a	<1 ^a
	LOK	5,54 ± 1,75 ^b	>300 ^a	<1 ^a
<i>Kom (12H)</i>	ABK'	3,0 ± 0,99 ^a	>300 ^a	<1 ^a
	COK'	6,30 ± 0,49 ^c	>300 ^a	<1 ^a
	LOK'	3,65 ± 3,75 ^b	>300 ^a	<1 ^a

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.¹ *Kom (5H) (K)* : prélèvement 5heures après production ;² *Kom (12H) (K')* : prélèvement 12heures après production ; *Pm* : Pâte molle ; *Pp* : Pâte précuite ; *Ab* : Abomey-Calavi ; *Co* : Comè ; *Lo* : Lokossa.

3-4. Identification microbiologique des souches de moisissures isolées

Les résultats des observations macroscopiques et microscopiques des pâtes fermentées (pâte molle «*Mawè*», pâte précuite «*Djamou*» et produit fini «*Kom*») ont montré la présence de quatre genres microbiens à savoir *Aspergillus, Fusarium, Rhizopus et Penicillum*. Sept espèces ont été identifiées, dont trois espèces d'*Aspergillus* et une espèce dans les autres cas (*Fusarium, Rhizopus et Penicillum*) représentées. L'identification des moisissures du genre *Aspergillus, Fusarium, Rhizopus et Penicillum* a été observée (**Figures 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8**). Ces moisissures sont des champignons courants trouvés dans les produits fermentés [18]. Les germes *Aspergillus et Penicillum* sont généralement retrouvés dans les aliments pauvres en eau au cours du stockage [35, 36]. Ils ont également été identifiés à travers d'autres études antérieures sur les produits fermentés [37, 38]. Ces auteurs ont constaté la présence d'*Aspergillus*

flavus et d'*Aspergillus niger* responsables de toxi-infections alimentaires [39, 40]. Les moisissures comme *Aspergillus flavus* et *Aspergillus fumigatus* sont des souches productrices d'aflatoxines résistantes à la chaleur [40], pouvant rendre le consommateur malade. Les microorganismes *Aspergillus* et *Rhizopus*, qui sont des mycéliums participent à la synthèse des glucides par production des enzymes telles que : l'amyloglucosidase, l' α -amylase, la maltase, la pectinase, l'invertase, la cellulase, les protéases alcalines, la lipase et la galactosidase lors de la fermentations [41]. En effet, la présence de ces moisissures productrices potentielles d'aflatoxines contaminant des grains de céréales (maïs) serait due à la longue durée de stockage des grains (50 % avant stockage et 90 % après trois mois de stockage) expliquant leur présence dans les échantillons analysés. La zone de collecte et le type de variété des céréales (maïs) sont sans effet significatif [42, 43].

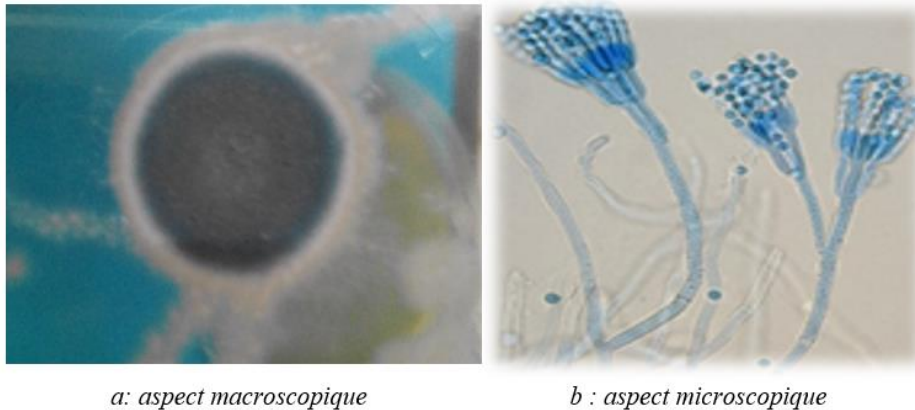


Figure 2 : *Aspergillus fung*

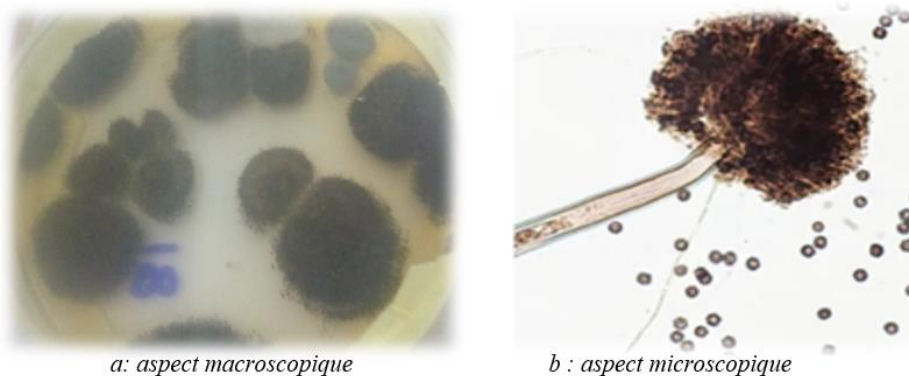


Figure 3 : *Aspergillus niger*

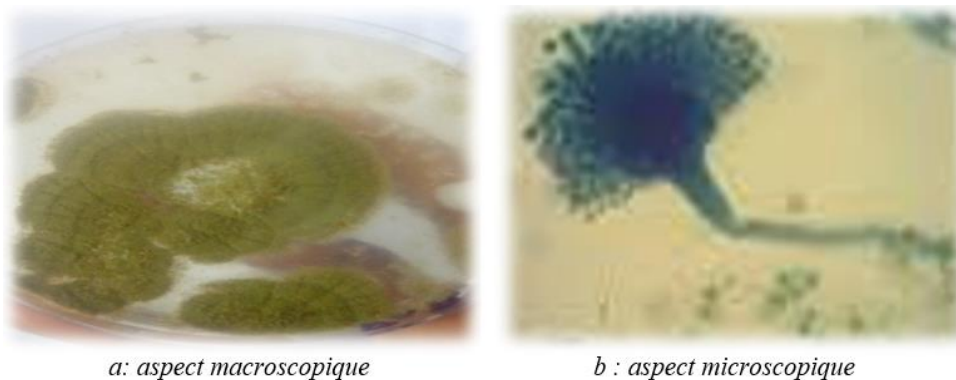


Figure 4 : *Aspergillus flavus*

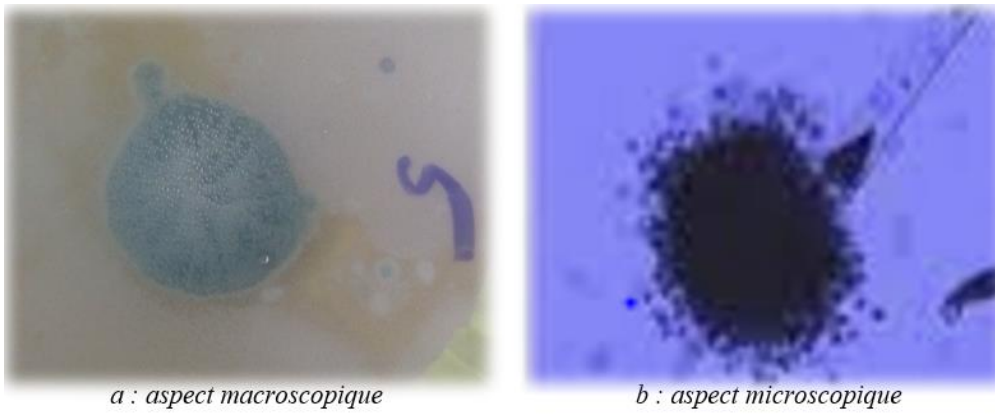


Figure 5 : *Aspergillus Fumigatus*

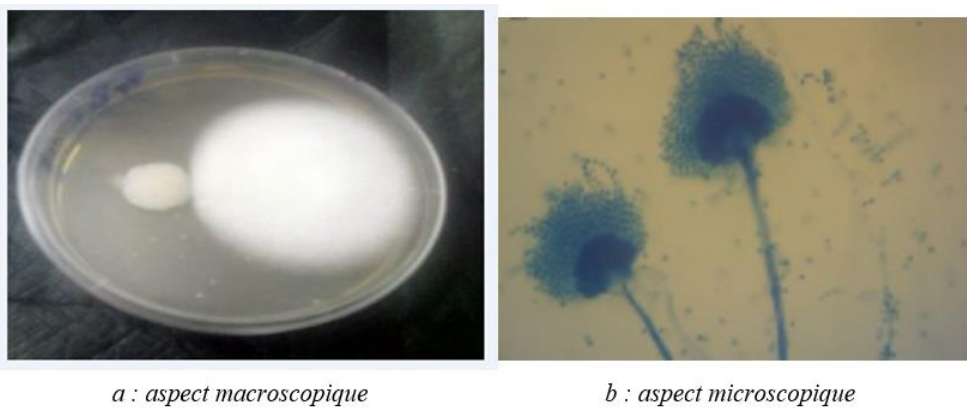


Figure 6 : *Fusarium oxysporum*

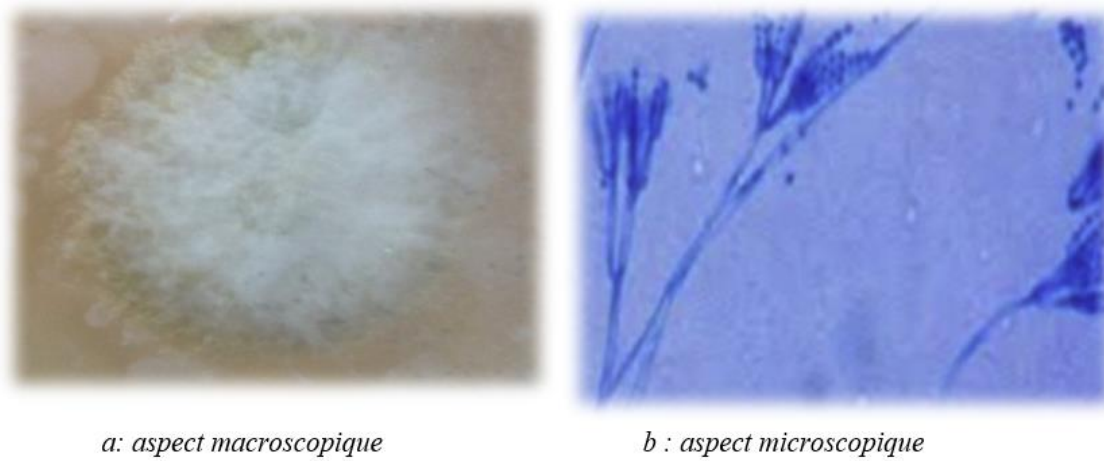
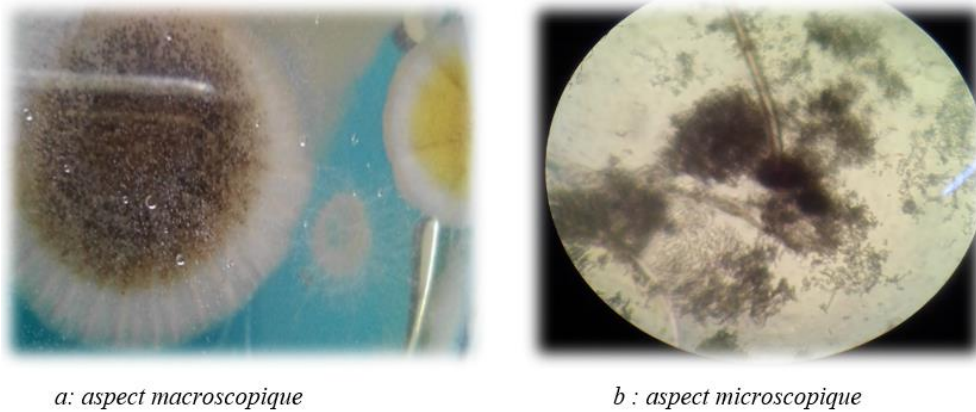


Figure 7 : *Penicillium chrysogenum*



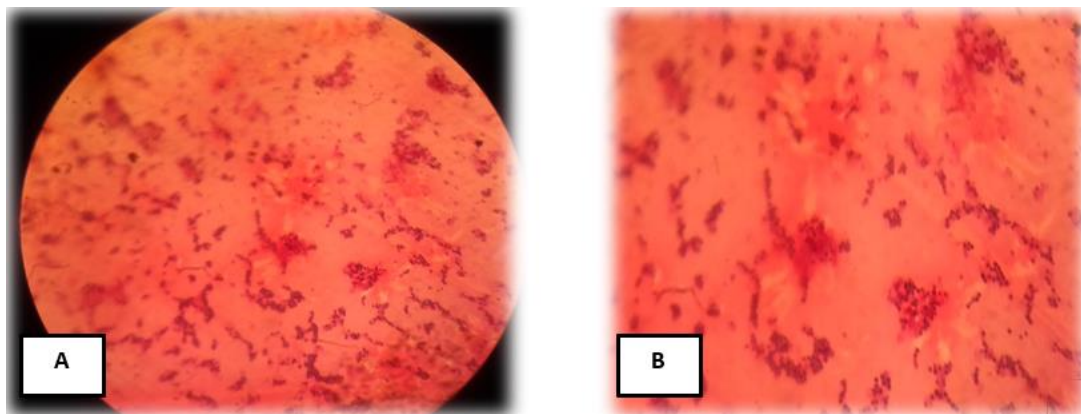
a : aspect macroscopique

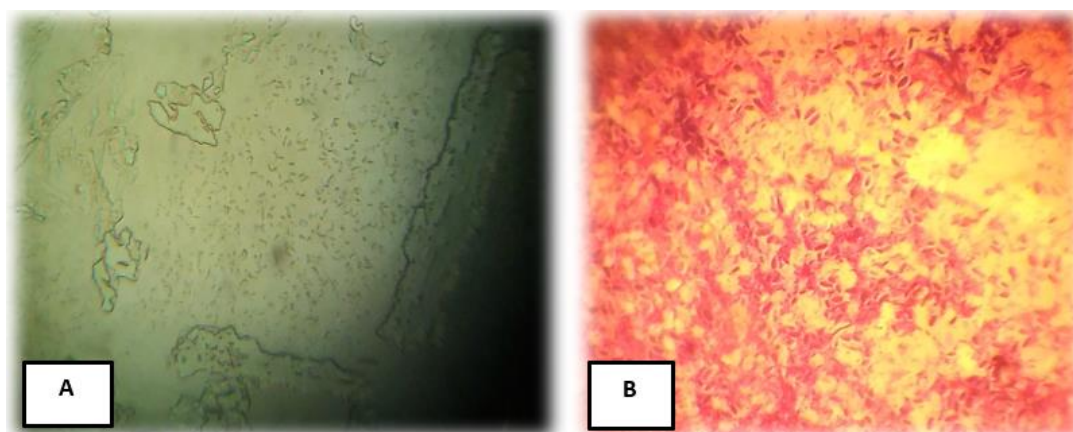
b : aspect microscopique

Figure 8 : *Rhizopus Oryzae*

3-5. Identification microbiologique des bactéries lactiques

Une étude de la morphologie des bactéries a permis une première identification des bactéries lactiques. Sur milieu solide MRS, les colonies de ces bactéries ont été observées comme circulaires, à contour régulier, surface lisse, de couleur blanchâtre avec un aspect laiteux, et d'un diamètre variant entre 0,5 et 1,5 mm. L'analyse microscopique, après observation à l'état frais et coloration de Gram, a révélé deux formes principales : des coques (0,5 à 2 μm de diamètre) et des bâtonnets (0,5 à 2 μm de diamètre ; 1 à plus de 10 μm de long). Elles sont Gram positif (Gram+), apparaissant en violet, et Gram négatif (Gram-), apparaissant en rose. Leur mode d'association, visible sur les **Figures 9 et 10**, montre des cellules isolées, en paires, en tétrades, en amas irréguliers, ou en chaînettes longues ou courtes, spécifiques à chaque genre bactérien. Les résultats des examens macroscopique et microscopique de la flore fermentaire observée sont similaires à ceux décrits pour le genre *Lactobacillus* par les auteurs [1, 44]. En technologie alimentaire, les *Lactobacillus* constituent les bactéries dominantes de la flore microbienne très utilisée comme starter [45].

**Figure 9 : Bactéries lactiques sous forme de cocobacilles ou de cocci (X1000)**



A : état frais

B : Coloration de Gram

Figure 10 : Bactéries lactiques sous forme de bâtonnets

4. Conclusion

Au Bénin, la transformation du «Kom», principalement réalisée par les femmes est un processus artisanal long et pénible. La fermentation, dominée par des bactéries lactiques et des levures, produit une pâte acide (pH < 4,5). Cependant, la fermentation naturelle présente des risques sanitaires, avec la présence de bactéries pathogènes et de moisissures. Les pratiques hygiéniques insuffisantes et le non-respect des temps de fermentation et des traitements thermiques adéquats compromettent la qualité du «Kom». Une sensibilisation des producteurs-vendeurs aux bonnes pratiques d'hygiène est nécessaire pour améliorer la qualité du produit fini.

Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement tous les acteurs du secteur production du «Kom» au Bénin qui ont permis la réalisation de la première étape de ce travail (enquête et Suivi technologique).

Références

- [1] - MR CAPO - CHICHI, "Diversité de cultivars, techniques d'inactivation et procédés de production de agbélina, dérivé des racines de manioc [(Manihot esculenta Crantz (Euphorbiaceae))] produit au Sud-Bénin", Thèse unique, université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2009)
- [2] - HG. OUATTARA, S. REVERCHON, SL. NIAMKE et W. NASSER, "Molecular identification and pectate lyase production by Bacillus strains involved in cocoa fermentation", *Food Microbiology*, Vol. 28, N° 1 (2011) 1 - 8 p.
- [3] - SAUBADE FABIEN, "Potentiel nutritionnel du microbiote d'aliments fermentés à base de céréales : le cas des folates", Alimentation et Nutrition. Université Montpellier, (2016)
- [4] - J. OWUSU-KWARTENG, F. AKABANDA et DS. NIELSEN, "Identification of lactic acid bacteria isolated during traditional *fura* processing in Ghana". *Food Microbiology*, 32 (1) (2012) 72 - 78
- [5] - AA. SORO-YAO, K. BROU et R. KOFFI-NEVRY, "Microbiologie des produits fermentés Ivoiriens" : *A Review. Asian Journal of Agriculture and Food Science*, 1 (2) (2013) 37 - 47

- [6] - G. VIEIRADALODÉ et L. JESPERSEN, "Lactic acid bacteria and yeasts associated with gowe' production from sorghum in Benin". *Journal of Applied Microbiology*, 103 (2) (2007) 342 - 349
- [7] - D. LOUEMBE, S. KELEKE, SC. KOBALIWA et JP. NZOUZI, "Bactéries lactiques de la pâte fermentée de maïs au Congo". *TROPICULTURE*, 21 (1) (2003) 3 - 9
- [8] - FA. OGUNTOYINBO et A. NARBAD, "Caractérisation moléculaire des bactéries lactiques et expression in situ l'amylase au cours de la fermentation traditionnelle des aliments" céréalières. *Food Microbiology*, 31 (2) (2012) 254 - 262
- [9] - KOGNO ESSOZIMMA, KOKO ANANI, BOURAÏMA DJERI, KOUASSI SONCY, ESSODOLOM TAALE et YAONI AMEYAPOH, "Profil microbologique de l'Agbelima, de l'Eblima et de l'Epoma, trois produits fermentés traditionnels" au TOGO, (2017)
- [10] - W. H. HOLZAPFEL, P. HABERRER, R. J. GEISEN, BJORKROTH and U. SCHILINGER, "Taxonomy and important features of probiotic microorganisms" in *food and nutrition American Journal of Clinical Nutrition*, 73 (2001) 365 - 373
- [11] - FJ. CHADARE, J. D. HOUNHOUGAN, A. R. LINNEMANN, M. J. R. NOUT et M. A. J. S. VAN BOEKEL, Food products in Benin, Publication status, Publisher, (2008)
- [12] - MJR. NOUT, FM. ROMBOUTS et A. HAVELAAR, "Effect of accelerated natural lactic fermentation of infant food ingredients on some pathogenic micro-organisms". *Inte -Journal of Food Microbiology*, 8 (1989) 351 - 361
- [13] - D. J. HOUNHOUGAN, M. I. R. NOUT, C. M. NAGO, J. H. HOUBEN et F. M. ROMBOUTS, "Composition and microbiological and physical attributes of mawè, a fermented maize dough from Benin". *Int. J. Food Sciences and Technology*, 28 : 513-517. *Int. J. Food Sd. Et Technol.*, 28 (1993) 513 - 517
- [14] - ISO 21528-2:2004 (F). Spécifie une méthode, sans pré-enrichissement, pour le dénombrement des Enterobacteriaceae. Elle est applicable aux produits destinés à l'homme
- [15] - NF EN ISO 6888-1:2021(F) - les résultats de l'étude inter laboratoires (provenant des données de fidélité de l'ISO 6888-1:1999 / Amd1, (2003)
- [16] - AFNOR, (NF ISO 15214-1998) : Microbiologie des aliments- méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles
- [17] - WF. HARRIGAN et ME. MCCANCE, Méthodes de laboratoire en alimentation, Academic Press London, (1976)
- [18] - ISO n° 7218 de mai 1996 : <https://law.resource.org/pub/eac/ibr/eas.68.1.2006>
- [19] - C. N'TCHA, G. VIEIRA-DALODE, B. P. AGBOBATINKPO, A. P. P. KAYODE, A. D. ADEYEMI, J. T. C. CODJIA and L. BABA-MOUSSA, "Caractérisation physicochimique et microbiologique du « kpètè-kpètè », un ferment des bières traditionnelles produites au Bénin". *Annales des sciences agronomiques*, 19 (2) (2015) 69 - 88
- [20] - A. KEBEDE, G. X. TESSEMA, M. SKOVE, C. SCHNEIDER and H. SAFAR, Resistivity and Magnetic Susceptibility of Mixed Phase BiSCCO Superconducting Whiskers: Bulletin of APS, Vol. 41, N° 1, March (1996)
- [21] - C. BONNEFOY, F. GUILLET, G. LEYRAL et E. VERNES BOURDAIS, Population contaminant altérant la qualité sanitaire et marchande. In *Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires*. Collection Biosciences et Techniques, Série Sciences des Aliments, (2002) 248 p.
- [22] - AW. N'GORAN, SORO DOUDJO, AKAKI KOFFI DAVID et ASSIDJO NOGBOU EMMANUEL, "Evaluation Des Caractéristiques Physico-Chimiques Et Microbiologiques D'un Beignet Traditionnel A Base De Mil Fermente (*Gnomy*)" Commercialise Dans la Ville De Yamoussoukro (Cote D'ivoire), (2017)
- [23] - AFNOR, Une manipulation, une transformation et une vente inadéquates de produits carnés ont entraîné une contamination microbienne responsable de la plupart des maladies infectieuses d'origine alimentaire humaine, (1996)
- [24] - IF. FADAHUNSI, EO. GARUBA, AO. FAWOLE and AKINLAWON, "Production of kenkey (A Ghanaian Starch-Based Food) Using Starter Cultures", *Journal of food Technology*, 10 (4) (2012) 124 - 132

- [25] - TCK. CÉLESTIN, J. BANON, I. SENI, J. GANDEHO, C. AGBANGLA, P. AZOKPOTA, A. ANGELOV and BOKOSSA I. YAOU, "Socio-economic study of a Fermented Drink "Dèguè" made with Milk and Cereals in Benin", *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, (2014)
- [26] - CK. CARSTENS, JK SALAZAR et C DARKOH, "Multistate outbreaks of foodborne illness in the United States associated with fresh produce from 2010 to 2017 *Frontières en microbiologie*, (2019)
- [27] - WADE, "étude des possibilités de contaminations des aliments de rues au Bénin" cas de la ville de Cotonou. *Journal de recherche scientifique de Lomé*, 8 (1992) 149 - 156
- [28] - AFSSA, Agence française de sécurité sanitaire des aliments, "analyse de risque qui sera menée par la DdecPP", (2016)
- [29] - WA. ASSOGBA, VY. BALLOGOU et J. MANFUL, "Effet des technologies de production traditionnelle sur la qualité de "ablo" : un pain cuit à la vapeur au Bénin" *Annales des sciences*, 20 (2) (2016) 35 - 56, 2016 ISSN 1659 - 5009
- [30] - L. BABA-MOUSSA, YI. BOKOSSA et F. BABA-MOUSSA, *Sci. Univ. Lomé*, (2006)
- [31] - D. LOUEMBE, S. KELEKE, SC. KOBALIWA et JP. NZOUZI, *TROPICULTURA*, "Bactéries lactiques de la pâte fermentée de maïs au Congo", (2003)
- [32] - YI. BOKOSSA, SJ. BANON et CK. TCHEKESSI, Caractérisation physico-chimique et microbiologique de ablo : Une pate fermentée du Bénin - *J Rech Sci Université*, (2013)
- [33] - JK. MUGULA, JA. NARVHUS et T. SORHAUG, "Use of starter cultures of lactic acid bacteria and yeasts in the preparation of « togwa » a Tanzanian" *food. Revue internationale de l'alimentation*, 83 (2003) 307 - 318
- [34] - KH. STEINKRAUS, *Handbook of Indigenous Fermented Foods*. 2nd Edition Revised and Enlarged. New York, NY : Marcel Dekker, (1996) 776 p.
- [35] - F. MELINI, V. MELINI, F. LUZIATELLI, S. A. FICCA et M. RUZZI, Composants favorisant la santé dans les aliments fermentés : une revue systématique à jour. *Nutriments*, 11 (2019) 1189
- [36] - M. CASTEGNARO et A. PFOHL-LESZKOWICZ, "Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine, dans *La sécurité alimentaire du consommateur*", Lavoisier, (2002)
- [37] - JI. PITT et BF. MISCAMBLE, *Journal of Food Protection*, Relations aquatiques d'*Aspergillus flavus* et d'espèces étroitement apparentées, (1995)
- [38] - G. B. GNONLONFIN, K. HELL, P. FANDOHAN et A. B. SIAME, "Mycoflora and natural occurrence of aflatoxins and fumonisin B1 in cassava and yam chips from Benin", *West Africa. International Journal of Food Microbiology*, (2007) 104 - 109
- [39] - JE. AMADI et MO. ADEBOLA, *Journal Africain de Biotechnologie*, (2008)
- [40] - D. GARRIDO, M. JODRAL et R. POZZO, Mould flora and aflatoxin producing strains of *Aspergillus flavus*. *Indian J. Mycol. Plant Pathol.*, 21 (1992) 211 - 212
- [41] - A. TIDJANI, M. AGASSOUNON DJIKPO TCHIBOZO, Y. AMEYAPHOH et C. FATOU DE SOUZA TOUKOUROU, "Essais de conservation des viandes séchées « kilichi » commercialisées au Tchad : Etude de la stabilité microbiologique". *J. Recherche. Sci. Univ.*, (2007)
- [42] - M. J. R. NOUT et K. E. AIDOO, "Aliment fermenté fongique asiatique". Dans *les Applications Industrielles* ; Springer : Berlin/Heidelberg, Allemagne, (2002) 23 - 47 p.
- [43] - PA. HOUSSOU, BC. AHOHUENDO, P. FANDOHAN, K. KPODO, D. J. HOUNHOUIGAN et M. JAKOBSEN, "Natural infection of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) by toxigenic fungi and mycotoxin contamination in Benin", *West Africa. Journal of Stored Products Research*, 45 (2009) 40 - 44
- [44] - D. KOUAME, "Etude de la Qualité du maïs (*Zea mays* L.) Stocke de différentes Régions de la Coté d'Ivoire : Valeur marchande, Qualité sanitaire et Potentiel nutritionnel" Thèse soutenue pour l'obtention du diplôme de Docteur à l'Université Félix HOUPHOUËT – BOIGNY, (2023)
- [45] - T. ANNAN, M. OBODAI, G. ANYEBUNO, K. TANO-DEBRAH et W. K. AMOA-AWUA, " Caractérisation des microorganismes dominants responsables de la fermentation des grains de maïs décortiqués en Nsiho au Ghana", *Rev. Afrique de biotechnologie*, *Sci. Univ. du Ghana*, (2015)
- [46] - A. MAMI, "Recherche des bactéries lactiques productrice des bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des impliqués dans les toxi-infections alimentaires en Algérie", Thèse de doctorat de l'université d'Oran, (2013)