

Caractérisation des microorganismes isolés à partir d'une boisson traditionnelle fermentée, produite en Casamance au sud du Sénégal : le Boumkaye

by Jana Publication & Research

Submission date: 02-Jul-2025 05:21PM (UTC+0700)

Submission ID: 2692516671

File name: IJAR-52579.docx (1.19M)

Word count: 4162

Character count: 23607

Caractérisation des microorganismes isolés à partir d'une boisson traditionnelle fermentée, produite en Casamance au sud du Sénégal : le Boumkaye

Résumé

¹ Le Boumkaye est une boisson fermentée à base de mil, originaire de la Casamance au Sénégal. Elle est encore consommée pour ses vertus thérapeutiques et nutritionnelles, attribuées à l'utilisation des lianes d'*Abrus pulchellus* dans son procédé de fabrication. Des études antérieures sur cette boisson ont révélé une double fermentation alcoolique et lactique, due à ¹ la présence de levures et de bactéries lactiques. ¹⁷ L'objectif de cette étude est de suivre et d'identifier les levures et bactéries lactiques présentes lors de la fermentation du Boumkaye. Les résultats ont montré une prédominance des bactéries lactiques par rapport aux levures après 10 jours de fermentation à température ambiante. Les bactéries lactiques représentent 17.10^8 UFC/ml de Boumkaye, tandis que les levures font 1.10^8 UFC/ml. Les bactéries lactiques identifiées à l'aide de la galerie API 50 CH et par la technique MALDI-TOF MS sont *Weissella confusa*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactococcus garvieae*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus agilis*, et *Lactococcus lactis*. Pour les levures, la galerie API 20 C AUX a permis d'identifier *Trichosporon asahii*, *Candida krusei/inconspicua*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Kodamaea ohmeri*, *Candida zeylanoides*, *Geotrichum klebahnii*, et *Kloeckera spp.* Cependant, la technique MALDI-TOF MS n'a permis d'identifier que trois levures : *Pichia kudriavzevii*, *Kodamaea ohmeri*, et *Geotrichum candidum*. Il est important de noter que ces microorganismes pourraient être utilisés pour la formulation de starters.

Mots clés : 1 : Boumkaye, 2 : microorganismes, 3 : boisson traditionnelle, 4 : fermentation

Abstract

Boumkaye is a fermented millet-based beverage from the Casamance region of Senegal. It is still consumed for its therapeutic and nutritional virtues, attributed to the use of *Abrus*

pulchellus lianas in its manufacturing process. Previous studies on this beverage have revealed a double alcoholic and lactic fermentation, due to the presence of yeasts and lactic acid bacteria. The aim of this study is to monitor and identify the yeasts and lactic acid bacteria present during the fermentation of Boumkaye. The results showed a predominance of lactic acid bacteria over yeasts after 10 days of fermentation at room temperature. Lactic acid bacteria accounted for $17,10^8$ cfu/ml of Boumkaye, while yeast accounted for $1,10^8$ cfu/ml. Lactic acid bacteria identified using the API 50 CH gallery and MALDI-TOF MS are *Weissella confusa*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactococcus garvieae*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus agilis*, and *Lactococcus lactis*. For yeasts, the API 20 C AUX gallery identified *Trichosporon asahii*, *Candida krusei/inconspicua*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Kodamaea ohmeri*, *Candida zeylanoides*, *Geotrichum klebahnii*, and *Kloeckera spp.* However, the MALDI-TOF MS technique only identified three yeasts: *Pichia kudriavzevii*, *Kodamaea ohmeri*, and *Geotrichum candidum*. It is important to note that these microorganisms can be used to formulate starters.

Key words: 1 : Boumkaye, 2 : microorganisms, 3 : traditional beverage, 4 : fermentation

1. Introduction

La préparation de boissons fermentées à partir de maïs, de sorgho ou de mil, ou de divers mélanges de ces céréales, est une pratique courante chez les populations autochtones dans de nombreuses régions du monde (Benjamin et al., 2015 ; Ekundayo, 1969 ; F. Lyumugabe et al., 2012). Ces boissons jouent un rôle important dans les cultures locales et sont souvent liées aux traditions d'hospitalité et de convivialité des peuples (Cissé, 2017 ; Dahouenon-Ahoussi et al., 2012). C'est notamment le cas en Casamance (région du sud du Sénégal), où une

boisson fermentée à base de mil appelée Boumkaye est préparée lors des cérémonies traditionnelles. Cette boisson fermentée est produite grâce à l'utilisation de lianes, une plante appartenant à la famille des *Fabaceae*, du genre *Abrus*, appelée *Abrus pulchellus*, qui lui conférerait des vertus thérapeutiques (Cissé, 2015, 2020). Cependant, un certain nombre de contraintes freinent le développement de ce secteur d'activité. Les caractéristiques organoleptiques irrégulières de cette boisson la rendent moins attrayante que la bière occidentale. Il est évident que toute amélioration de ces critères doit s'appuyer sur la connaissance des processus physiques, chimiques et microbiologiques impliqués dans le procédé de fabrication. L'étude de la maturation des boissons à base de mil a montré qu'elles sont associées à une double fermentation, lactique et alcoolique, confirmée par la présence de bactéries lactiques et de levures (Cissé, 2015, 2017; Coulibaly et al., 2014). Cette étude a pour objectif d'identifier les différentes souches de levures et de bactéries lactiques présentes dans le Boumkaye. Il s'agira notamment de suivre leur évolution au cours de la maturation de cette boisson à base de mil, dans le but d'améliorer le contrôle de la fermentation.

20

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Les échantillons analysés proviennent du Boumkaye, une boisson produite au sein du Laboratoire de Microbiologie Appliquée et de Génie Industriel (MAGI) de l'École Supérieure Polytechnique de Dakar.

2.2. Méthodes

2.2.1. Préparation du Boumkaye

Le procédé de fabrication se compose de trois étapes majeures et distinctes : d'abord, la production d'un extrait aqueux par macération des lianes d'*Abrus pulchellus* ; ensuite, la

préparation de la bouillie de mil ; et enfin, une dernière phase de fermentation pour obtenir le Boumkaye.

2.2.1.1. Extrait aqueux par macération des lianes d'*Abrus pulchellus*

²⁷ Il s'agit d'une étape préliminaire dans la fabrication du Boumkaye. Elle débute par une macération qui facilite l'extraction des principes actifs de la plante lors de la trituration. Cette trituration est réalisée de manière répétitive dans un mortier, où les lianes sont écrasées, puis trempées dans de l'eau (Figure 2). L'extrait aqueux obtenu à partir de la figure 1 est ensuite filtré et utilisé dans l'étape suivante.

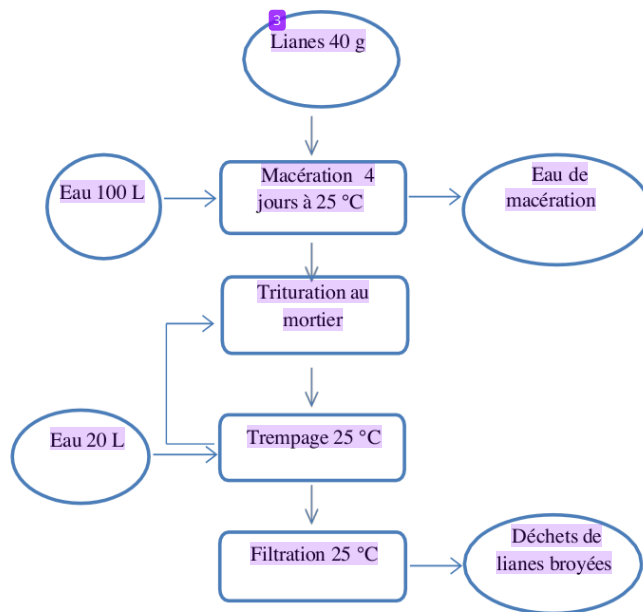


Figure 1 : Diagramme d'obtention de l'extrait aqueux des lianes d'*Abrus pulchellus*



Figure 2 : Lianes d'*Abrus pulchellus* avant (a) et après (b) trituration-trempage et extrait aqueux (c) (Cissé et al., 2016)

¹ 2.2.1.2 Préparation et phase de fermentation

La farine de mil est mise en pâte dans un ratio de 10 kg / 20 L au cours d'une première phase de cuisson : c'est l'empattage qui dure 25 à 30 minutes et amène la pâte à une température maximale de 75°C. L'eau utilisée au cours de cette phase est l'eau de macération. La deuxième phase de cuisson est amorcée après ajout de 25 litres d'extrait des lianes d'*Abrus pulchellus* (figure 3). La cuisson est réalisée à 95°C pendant 40 minutes et permet d'obtenir après refroidissement un « Boumkaye brut » qui peut être consommé. Cependant, ce produit intermédiaire a subi une fermentation à la température ambiante pendant 4 à 10 jours pour donner le « Boumkaye » proprement-dit (Figure 4).

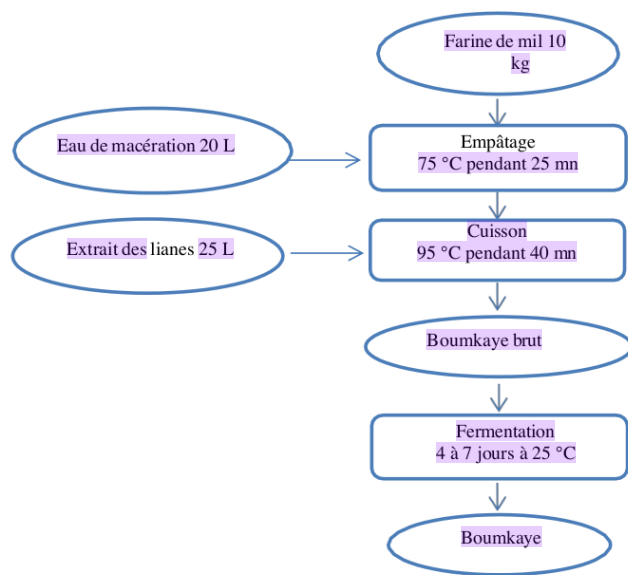


Figure 3 : Diagramme de fabrication du Boumkaye



Figure 4 : La boisson « Boumkaye »

2.2.2 Suivi des levures et bactéries lactiques

²¹ L'objectif de cette partie est de suivre l'évolution des levures et ⁴⁰ des bactéries lactiques présentes dans le Boumkaye, depuis T0 (juste après la production) jusqu'à T6 (10 jours après la production). Des prélèvements périodiques (0 h, 4 h, 23 h, 27 h, 47 h, 149 h et 215 h) ont été effectués sur le Boumkaye en fermentation à température ambiante. Pour chaque prélèvement, 10 ml de Boumkaye sont mélangés avec de l'eau peptonée tamponnée afin d'obtenir une dilution de 10^{-1} . Une série de dilutions en cascade allant de 10^{-1} à 10^{-8} est ensuite réalisée. Un millilitre de chaque dilution choisie est ensemencé en profondeur ² dans une boîte de Pétri, puis recouvert de milieu gélosé Man, Rogosa et Sharpe (MRS) pour les bactéries lactiques, et de milieu Sabouraud au chloramphénicol pour les levures. Les boîtes sont bien agitées pour faciliter la dispersion de la suspension. Après ³⁰ 72 heures d'incubation à 30°C, les colonies sont dénombrées.

2.2.3. Identification des bactéries lactiques

Les caractéristiques microbiologiques et biochimiques des bactéries lactiques ont été déterminées à l'aide de méthodes d'identification classiques : observation de la morphologie, examen ¹⁹ à l'état frais, coloration de Gram, tests de catalase et d'oxydase, recherche du type respiratoire et fermentaire, culture en bouillon MRS avec des concentrations croissantes en NaCl, et utilisation des kits de tests de la galerie API 50 CH (BioMérieux, France). Le profil biochimique ainsi obtenu a été comparé à la base de données de la clé d'identification API 50 CHL Medium BioMérieux SA, à la référence (SNEATH & HOLT, 1986), ainsi qu'au site web BacDive (Bacterial Diversity). L'identification a été complétée par la technologie moderne MALDI-TOF MS. Cette méthode consiste à déposer directement la colonie bactérienne sous forme d'un fin frottis sur la surface d'une plaque métallique, appelée cible, puis à la recouvrir d'une matrice appropriée. Jusqu'à 96 souches peuvent être étudiées simultanément avec le système Bruker, et jusqu'à 384 avec le système Shimadzu. La cible est

ensuite introduite dans le système MALDI-TOF MS, et en moins de 2 minutes, le premier spectre de masse est produit et analysé. Par comparaison avec la base de données, le logiciel informatique propose l'identification la plus probable. Les scores d'identification vont de 1 à 3 représentant respectivement une identification impossible ($\text{score} < 1$), une faible identification ($1 < \text{score} < 2$), une bonne identification ($2 \leq \text{score} < 3$) et une excellente identification ($\text{score} \geq 3$).

2.2.4. Identification des levures

L'identification des levures se fait sur des colonies obtenues après dénombrement sur un milieu gélosé. Elles sont isolées et purifiées par ré-isolément sur un milieu gélosé SABOURAUD contenant du chloramphénicol, puis ³¹incubées à 30 °C pendant 72 heures. Les colonies pures sont ensuite soumises aux tests suivants : orientation et identification.

- **Observation macroscopique :** Cette étape ¹⁰permet de décrire l'aspect des colonies obtenues sur un milieu solide. La couleur et la forme des colonies à l'œil nu ont été observées après ensemencement des souches sur le milieu PDA (Potato Dextrose Agar).
- **Observation microscopique :** Cette observation concerne la forme des levures au microscope optique ainsi que leur mode de reproduction.
- **Identification avec la galerie API 20 C AUX :** Le profil biochimique des levures a été déterminé par ensemencement des isolats dans la galerie API 20 C AUX. L'identification a été complétée par la méthode MALDI TOF MS, selon la technique décrite pour les bactéries lactiques.

3. Résultats

3.1. Suivi des bactéries lactiques et des levures

Le suivi a été réalisé par ¹¹ dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS et des levures sur milieu SABOURAUD après chaque prélèvement. Les résultats montrent que les bactéries lactiques atteignent $1,7 \cdot 10^8$ UFC/ml dans l'échantillon de Boumkaye, tandis que les levures sont présentes à hauteur de $1 \cdot 10^8$ UFC/ml dans le même échantillon. ³² Ces résultats sont résumés dans la figure 5 ci-dessous.

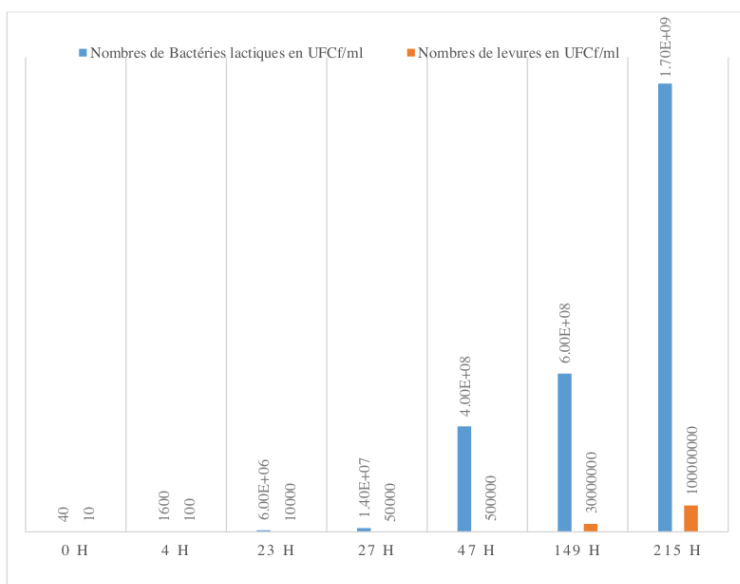


Figure 5 : Suivi des bactéries lactiques et levures du Boumkaye (courbe)

3.2. Identification des bactéries lactiques

Les boîtes utilisées pour le dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS ont permis de sélectionner huit colonies potentiellement distinctes, nommées B11 à B17, et identifiées après purification. Toutes les colonies purifiées sont blanches, de taille moyenne, et sont des bacilles Gram +, catalase -, à l'exception de B1 1 et B1 7 qui sont des *Cocci*. Toutes les

souches sont hétérofermentaires, sauf BI 3, BI 4 et BI 6. Les résultats de la galerie API 50 CH montrent que tous les isolats fermentent le ribose, le galactose, le glucose, le fructose, le N-acétylglucosamine et le maltose, l'esculine est aussi hydrolysée. Seule la souche BI 1 est incapable de fermenter le lactose. La souche BI 5 se distingue par sa capacité unique à fermenter le L-arabinose, le méthyl- α -D-glucopyranoside (MDG) et le potassium-5-cétogluconate, tout en étant la seule à ne pas fermenter le gentiobiose, le mannose et le D-cellobiose. Aucune des bactéries n'est capable de fermenter 24 des 49 substrats constituant la galerie. Ces différences métaboliques observées confirment la diversité des isolats. L'utilisation de la clé d'identification des bactéries lactiques de la galerie API 50 CH, combinée aux informations du ³⁴ *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* et à la base de données BacDive sur la diversité bactérienne, nous a permis d'identifier ces souches. ¹⁵ Les résultats de cette identification sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Noms des bactéries lactiques identifiées par API 50 CH

Numéro de la souche	Nom des souches correspondantes	Pourcentage d'identification avec la galerie)
BI 1	<i>Weissella confusa</i>	(100%)

Bl 2	<i>Lactobacillus fermentum</i>	(91,8%)
Bl 3	<i>Lactococcus garvieae</i>	(91,8%)
Bl 4	<i>Lactobacillus plantarum</i>	(100%)
Bl 5	<i>Lactobacillus brevis</i>	(100%)
Bl 6	<i>Lactobacillus agilis</i>	(100%)
Bl 7	<i>Lactococcus lactis</i>	(89,8%)

3.3. Identification des levures

Les isolements effectués sur milieu Sabouraud au chloramphénicol ont permis d'obtenir treize colonies de levures potentiellement différentes, nommées Lv1 à Lv12. L'étude de la morphologie des colonies sur le milieu Sabouraud a révélé des similitudes entre les souches Lv1, Lv2, Lv5 et Lv6 ; entre Lv7 et Lv11 ; ainsi qu'entre Lv9 et Lv10. Ces résultats, confirmés par la méthode d'ensemencement par piqûre centrale sur milieu PDA, illustrée à la figure 6, ont permis de réduire le nombre d'espèces à identifier de 13 à 7. L'observation au microscope optique montre des cellules arrondies, isolées ou en chaînes, ainsi que des cellules en phase de bourgeonnement (figure 7).

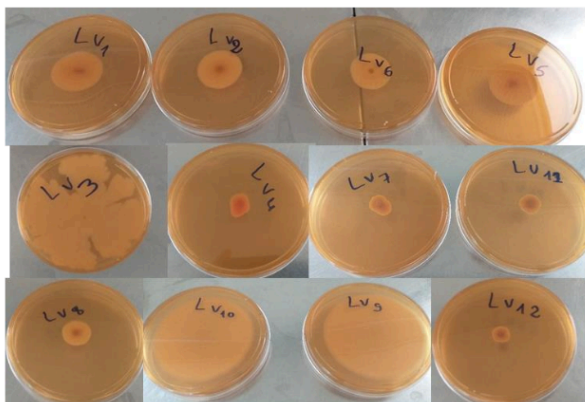


Figure 6 : Morphologie des colonies par Piqûre centrale sur PDA après 5 jours à 30 °C



Figure 7 : Levures au microscope optique Gx40

Les résultats de la galerie API 20 C-AUX montrent que toutes les souches assimilent le glucose. Seule la souche Lv 12 est incapable d'assimiler le glycérol. La souche Lv 1 est la seule qui utilise le lactose. Aucune de ces souches n'est capable d'assimiler l'inositol. La comparaison des résultats avec la clé d'identification de la galerie Api 20 C AUX a permis d'identifier les souches qui sont inscrites dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Noms des levures identifiées par API 20 C-Aux

	Nom des souches correspondantes
Lv 1	<i>Trichosporon ashii</i>
Lv 3	<i>Candida krusei/inconspicua</i>
Lv 4	<i>Rhodotorula mucilaginosa 2</i>
Lv 7	<i>Kodamea ohmeri</i>
Lv 8	<i>Candida zeylanoides</i>
Lv 10	<i>Géotrichum klebahnii</i>
Lv 12	<i>Kloeckera ssp</i>

3.4. Identification de tous les isolats par la technologie MALDI-TOF MS

⁴ L'identification des bactéries lactiques par la technologie MALDI-TOF MS confirme bien celle utilisée par la galerie API 50 CH avec de bons scores. Toutefois, cette technologie n'a pu identifier que trois souches de levures que sont Lv 3, Lv 7 et Lv 10. ²⁵ Les résultats de cette identification sont présentés dans le tableau III suivant.

Tableau 3 : Principaux isolats du Boumkaye identifiés par MALDI-TOF MS

ID de l'échantillon	Organisme (meilleur candidat)	Score Valeur
Bl 1 (standard)	<i>Weissella confusa</i>	2.11
Bl 2 (standard)	<i>Weissella confusa</i>	2.16
Bl 3 (standard)	<i>Pediococcus pentosaccus</i>	1.95
Bl 4 (standard)	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2.18
Bl 5 (standard)	<i>Levilactobacillus brevis</i>	2. 17
Bl 7 (standard)	<i>Weissella cibaria</i>	2.05
LV 3 (standard)	<i>Pichia kudriavzevii</i>	2.09
Lv 7 (standard)	<i>Kodamea ohmeri</i>	1.86
Lv 10 (standard)	<i>Geotrichum candidum</i>	2.14

4. Discussion

Les résultats du dénombrement (**figure 5**) montrent que les bactéries lactiques initient la fermentation et sont majoritaires par rapport aux levures après 10 jours de fermentation (17.10^8 UFC/ml pour les bactéries lactiques et 10^8 UFC/ml pour les levures. Ces résultats confirment ceux obtenus précédemment par CISSE 2020 avec une présence de levures de 55.10^5 à 150.10^5 UFC/ml et des bactéries lactiques de 120.10^6 à 170.10^6 UFC/ml (CISSE, 2020). Ces résultats sont aussi conformes avec ceux de la boisson burkinabé à base de mil le zoom-koom où la flore lactique varie entre moins de 10^8 UFC/ml et 1.10^7 UFC/ml et les levures entre $8,2.10^3$ UFC/ml et $2,310^5$ UFC/ml) (RAZAAK, 2014). Il en est de même pour le potopoto, une pâte fermentée de maïs du Congo avec une flore lactique qui varie entre $1,8.10^{10}$ UFC/ml et $1,3 \cdot 10^{11}$ UFC/ml et les levures entre $3,2.10^7$ UFC/ml à 4.10^9 UFC/ml (Louembe et

al., 2005). Par contre, pour l'ikagage, une bière produite au Rwanda et le tchapalo en Côte d'Ivoire, les levures constituent la microflore dominante avec respectivement $10,15.10^6$ UFC/ml et $1,9.10^8$ UFC/ml (Aka & N'guessan, 2008). Les levures et les bactéries lactiques pourraient être apportées par l'environnement, les matières premières (la farine de mil, les lianes d'*Abrus*, l'eau) et le matériel de travail. L'association de ces deux types de microorganismes est retrouvée dans la fermentation spontanée de beaucoup de céréales (Aka & N'guessan, 2008; Coulibaly et al., 2014).

Les différences observées sur les galeries du point de vue métabolique confirment la diversité des souches identifiées. Les bactéries lactiques identifiées sont retrouvées dans de nombreuses boissons fermentées traditionnelles (Lyumugabe, 2013). C'est l'exemple du Ikigage au Rwanda (L. Lyumugabe et al., 2010), du Tchoukoutou au Bénin (A. Kayodé et al., 2005; A. P. P. Kayodé et al., 2007), du Bili bili ou Amgba au Tchad (Maoura et al., 2005), du Burkutu au Nigéria et au Ghana (Blandino et al., 2003; Van der et al., 2001), du Pito au Ghana (Sefa-Dedeh & Sanni, 1999), du Dolo au Burkina Fasso (Sawadogo-Lingani et al., 2008), du Doro ou Chibuku au Zimbabwe et du Faffir en Afrique du Sud (F. Lyumugabe et al., 2012).

Les variations des espèces retrouvées dans ces boissons pourraient être liées à la méthode d'identification utilisée ou aux ingrédients et ustensiles employés lors de leur préparation.

L'action des bactéries lactiques pendant la fermentation est d'abord associée à l'élaboration de l'arôme et de la texture du produit final, ainsi qu'à la sécurité alimentaire grâce aux acides organiques qu'elles produisent. D'autres effets, tout aussi importants, sont souvent mentionnés, tels que les propriétés probiotiques des bactéries lactiques et leur capacité à inhiber les bactéries pathogènes (Yao et al., 2009). Elles acidifient le milieu, ce qui favorise également le développement des levures. Concernant ces dernières, différents genres ont été

identifiés dans les boissons à base de céréales, et ces genres varient d'une boisson à l'autre. Ces variations pourraient également être dues à la méthode d'identification utilisée ou aux ingrédients et ustensiles employés. Les levures réalisent la fermentation alcoolique, qui constitue la dernière étape du processus de production de cette bière traditionnelle, déterminant ainsi de manière prépondérante les caractéristiques du produit fini (Coulibaly et al., 2014).

L'intérêt œnologique des levures non-*Saccharomyces* a suscité ces dernières années de nombreux travaux et débats. Leur impact a souvent été considéré comme négatif, mais leurs aptitudes technologiques, leur capacité à augmenter la complexité du produit final, à excréter des enzymes d'intérêt et à produire des arômes fermentaires sont autant de potentiels (Zott, 2009). Elles sont beaucoup plus présentes en début de fermentation, où elles initient le processus avant de céder la place à *S. cerevisiae*. Il a été démontré que les espèces non-*Saccharomyces* représentaient 95 % des isolats à 0 heure de fermentation, mais seulement 5 % des isolats à 4 heures de fermentation (Coulibaly et al., 2014). Outre les alcools supérieurs et les esters, les résultats montrent que les levures non-*Saccharomyces* peuvent influencer la production de nombreux métabolites, notamment le glycérol, les acides gras à chaîne moyenne, les thiols, les terpènes, les C13-norisoprénoides et les mannoprotéines (Valera, 2016). Les profils sensoriels peuvent également être très diversifiés, et des différences significatives sont souvent observées par rapport à une fermentation réalisée uniquement avec *S. cerevisiae* (Gobert, 2019). La lenteur de la fermentation du Boumkaye pourrait s'expliquer par la présence de levures ne faisant pas partie du genre *Saccharomyces*.

5. Conclusion

L'objectif de ces travaux était de caractériser les microorganismes présents dans le Boumkaye en suivant l'évolution de la flore lactique et levurienne, ainsi que de procéder à leur

identification. Le suivi ¹² de la flore du Boumkaye au cours de la fermentation a révélé une prédominance des bactéries lactiques après 10 jours de fermentation à température ambiante. Les souches identifiées dans cette étude se retrouvent également dans la plupart des boissons traditionnelles à base de céréales. Cependant, bien que l'identification à l'aide des galeries API 50 CH, API 20 C-AUX, et par la technologie MALDI-TOF MS montre certaines similitudes entre les isolats, des différences significatives apparaissent au niveau des genres et des espèces, ce qui limite la fiabilité de ces techniques. Il serait donc pertinent de procéder à une identification moléculaire des souches pour lesquelles les résultats des galeries ne concordent pas avec ceux ⁴ obtenus par la technologie MALDI-TOF MS. L'exploitation des résultats obtenus pourrait être bénéfique pour améliorer la production du Boumkaye.

6. Références bibliographiques

- Aka, S., & N'guessan, florent. (2008). Variabilité des propriétés physico-chimiques et dénombrement de la flore fermentaire du tchapalo, une bière traditionnelle de sorgho en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 4, 274-286.
- Benjamin, K. K., Casimir, K. A., Masse, D., & Emmanuel, A. N. (2015). Batch Fermentation Process of Sorghum Wort Modeling by Artificial Neural Network. *II*(3), 19.
- Blandino, A., Al-Aseeri M. E., Pandiella S. S., Cantero D., & Webb C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Res. Int*, 36(6), 527-543.
- Cissé, O. I. K. (2015). Production de boisson à base de céréales locale : Le cas du boumkaye [Diplôme d'Ingénieur Technologue Option : Industries Alimentaires], Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- Cissé, O. I. K. (2017). Production et contrôle qualité d'une boisson à base de mil : Le cas du Boumkaye. [Master Analyses physico-chimiques et management de la qualité des produits de santé et des aliments]. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté de Médecine, De Pharmacie Et D'odontologie Département des Sciences

- Cissé, O. I. K. (2020). Les boissons fermentées traditionnelles au Sénégal : Diagnostic des procédés, études de la maturation et essais de stabilisation. [Thèse de Doctorat option Génie des Procédés et Environnement], 185.
- Cissé, O. I. K., Faye, G., Ali, M. S., Ayessou, N. C., Cissé, M., & Diatta, M. (2016). Diagnostic du procédé et caractérisation physico-chimique et biochimique d'une boisson fermentée à base de mil : Le Boumkaye. 8. <http://www.afriquescience.info>
- Coulibaly, W. H., N'guessan, K. F., Coulibaly, I., Djè, K. M., & Thonart, P. (2014). Les levures et les bactéries lactiques impliquées dans les bières traditionnelles à base de sorgho produites en Afrique subsaharienne (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 18(2), 209-219.
- Dahouenon-Ahoussi, E., Degnon, R. G., Adjou, E. S., & Sohounhloue, D. C. K. (2012). Stabilisation de la bière produite à partir de matières amylacées locales (Sorghum bicolor et Musa acuminata) par adjonction de l'huile essentielle de Cymbopogon citratus. 51, 3596-3607.
- Ekundayo, J. A. (1969). The production of pito, a Nigerian fermented beverage. *Int. J. Food Sci. Technol*, 4(3), 217-225. <https://doi.org/doi: 10.1111/j.1365-2621.1969.tb01517.x>.
- Gobert, A. (2019). Etude des besoins en azote des levures non-Saccharomyces en vinification : Impact sur les fermentations séquentielles [Thèse de Doctorat, Université Bourgogne Franche-Comté]. <https://theses.hal.science/tel-02191577>
- J. A. Ekundayo, 1969, « The production of Pito, a Nigerian fermented beverage », *Int. J. Food Sci. Technol*, Vol. 4, N° 3, P. 217-225, Doi : 10.1111/J.1365-2621.1969.Tb01517.X.
- Kayodé, A., Aégbidi, A., Linnemenn A. R., Nout M. J. R., & Hounhouigana J. D. (2005). Quality of farmer's varieties of sorghum and derived foods as perceived by consumers in Benin. *Ecol Food Nutr*, 44(4), 271-294. <https://doi.org/10.1080/03670240500187302>

- Kayodé, A. P. P., Hounhouigan J. D., & Nout M. J. R. (2007). Impact of brewing process operations on phytate, phenolic compounds and in vitro solubility of iron and zinc in opaque sorghum beer. *LWT Food Sci. Technol.*, 40(5), 834-841. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.04.001>
- Louembe, D., Keleke, S., & Kobawila, S. (2005). Des bactéries lactiques tolérantes à l'acidité et aux sels biliaires dans le yonga, une boisson fermentée traditionnelle du Congo. *Sciences des Aliments*, 25(3), 249-253. <https://doi.org/10.3166/sda.25.249-253>
- Lyumugabe, F. (2013). Caractérisation et amélioration de la qualité de la bière traditionnelle rwandaise « ikigage » fabriquée a base de sorgho [Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique]. Académie Universitaire Wallonie – Europe Université De Liège.
- Lyumugabe, F., Gros, J., Nzungize, J., Bajyana, E., & Thonart, P. (2012). Characteristics of African traditional beers brewed with sorghum malt : A review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 16(4), 509-530.
- Lyumugabe, L., Kamaliza G., Bajyana E., & Thonart Ph. (2010). Microbiological and physico-chemical characteristic of Rwandese traditional beer “Ikigage”. *Afr J Biotechnol*, 9(27), 4241-4246.
- Maoura, N., Mbaiguinam M, Nguyen H., Gaillardin C, & Pourquoi J. (2005). Identification and typing of the yeast strains isolated from bili bili, a traditional sorghum beer of Tchad. *Afr J Biotechnol*, 4(7), 646-656. <https://doi.org/10.5897/AJB2005.000-3117>
- Razaak, S. M. A. A. (2014). Utilisation de cultures de *Lactobacillus fermentum* dans la technologie du zoom-koom, une boisson locale a base de mil (*Pennisetum glaucum*) pour améliorer sa qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique [Master en Biologie Appliquée et Modélisation des Systèmes Biologiques]. Université Polytechnique De Bobo-Dioulasso (UPB).

- Sawadogo-Lingani, H., Diawara, B., & Traoré, A. S. (2008). Utilisation de souches sélectionnées de *Lactobacillus fermentum* et un isolat de levure comme cultures starter dans la production du dolo, une boisson fermentée à base de sorgho. 2, 25.
- Sefa-Dedeh, S., & Sanni, A. I. (1999). Yeasts in the traditional brewing of pito in Ghana. *World J. Microbiol. Biotechnol*, 15, 393-597.
- Sneath, P. H. A., & HOLT, J. G. (Éds.). (1986). *Bergey's Manual Of Systematic Bacteriology* (Vol. 2). Williams & Wilkins.
- Valera, C. (2016). The impact of non-Saccharomyces yeasts in the production of alcoholic beverages. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 9861-9874. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7941-6>.
- Van der, A. K. A., Jesperen L., Diawara B, Jakobsen M, & Glover RL. (2001). Identification and characterization of *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from West African sorghum beer. *18*(11), 1069-10799. <https://doi.org/10.1002/yea.756>
- Yao, A. A., Egounlety M., Kouamé L. P., & Thonart P. (2009). Les bactéries lactiques dans les aliments ou boissons amylacés et fermentés de l'Afrique de l'Ouest : Leur utilisation actuelle. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 153(13), 54-65.
- Zott, K. (2009). Les levures non *Saccharomyces* : Dynamique, caractérisation et interaction avec *Saccharomyces* durant les étapes pré-fermentaires et la fermentation alcoolique [Thèse de Doctorat]. Université de Bordeaux, ISVV de Bordeaux, Aquitaine, INRA UMR 1219.

Caractérisation des microorganismes isolés à partir d'une boisson traditionnelle fermentée, produite en Casamance au sud du Sénégal : le Boumkaye

ORIGINALITY REPORT

27%

SIMILARITY INDEX

27%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

beer-studies.com

Internet Source

5%

2

tel.archives-ouvertes.fr

Internet Source

4%

3

www.rescif.net

Internet Source

3%

4

di.univ-blida.dz

Internet Source

1%

5

nanopdf.com

Internet Source

1%

6

popups.ulg.ac.be

Internet Source

1%

7

www.journalijar.com

Internet Source

1%

8

www.beep.ird.fr

Internet Source

1%

9

orbi.ulg.ac.be

Internet Source

1%

10

www.researchgate.net

Internet Source

1%

11

www.ajol.info

Internet Source

1%

12

dicames.online

Internet Source

<1 %

13 bictel.ulg.ac.be
Internet Source

<1 %

14 orbi.uliege.be
Internet Source

<1 %

15 patents.google.com
Internet Source

<1 %

16 ijmm.ir
Internet Source

<1 %

17 law.resource.org
Internet Source

<1 %

18 mafiadoc.com
Internet Source

<1 %

19 e-biblio.univ-mosta.dz
Internet Source

<1 %

20 popups.uliege.be
Internet Source

<1 %

21 www.grafiati.com
Internet Source

<1 %

22 www.m.elewa.org
Internet Source

<1 %

23 [Yeasts in Food and Beverages, 2006.](#)
Publication

<1 %

24 afriquescience.net
Internet Source

<1 %

25 doczz.fr
Internet Source

<1 %

26 www.afriquescience.net
Internet Source

<1 %

27	www.aiinb.nb.ca Internet Source	<1 %
28	www.gmfaylmer.com Internet Source	<1 %
29	www.mccours.net Internet Source	<1 %
30	american-jiras.com Internet Source	<1 %
31	core.ac.uk Internet Source	<1 %
32	doc.rero.ch Internet Source	<1 %
33	docslib.org Internet Source	<1 %
34	riunet.upv.es Internet Source	<1 %
35	vdocumento.com Internet Source	<1 %
36	www.academiapublishing.org Internet Source	<1 %
37	www.facmv.ulg.ac.be Internet Source	<1 %
38	www.issr-journals.org Internet Source	<1 %
39	www.jeuneafrique.com Internet Source	<1 %
40	ethesis.inp-toulouse.fr Internet Source	<1 %
41	hdl.handle.net Internet Source	<1 %

Exclude quotes	On	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		