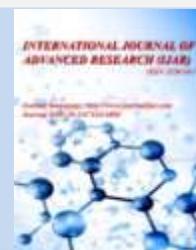




Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

## INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/21201  
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/21201>



### RESEARCH ARTICLE

## CARACTERISATION DES MICROORGANISMES ISOLEES A PARTIR DUNE BOISSON TRADITIONNELLE FERMENTEE, PRODUITE EN CASAMANCE AU SUD DU SENEGAL : LE BOUMKAYE

Khady Sarr<sup>1</sup>, Malick Mbengue<sup>1</sup>, Abdoulaye Thioye<sup>1</sup>, Ndeye Coumba Daga Sarr<sup>1</sup>, Nicolas Ayessou<sup>2</sup> and  
Modou Dieng<sup>1</sup>

1. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Ecole Supérieure Polytechnique, Laboratoire de Microbiologie Appliquée et de Génie Industriel, BP 5085 Dakar-Fann, Dakar, Senegal.
2. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Ecole Supérieure Polytechnique, Laboratoire d'Analyses et Essais BP 5085 Dakar-Fann, Dakar, Senegal.

### Manuscript Info

#### Manuscript History

Received: 16 April 2025  
Final Accepted: 19 May 2025  
Published: June 2025

#### Key words:-

Boumkaye, Microorganisms, Traditional Beverage, 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.

"© 2025 by the Author(s). Published by IJAR under CC BY 4.0. Unrestricted use allowed with credit to the author."

### 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 (Cisse, 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

**Corresponding Author:- Khady Sarr**

Address:- Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Ecole Supérieure Polytechnique, Laboratoire de Microbiologie Appliquée et de Génie Industriel, BP 5085 Dakar-Fann, Dakar, Sénégal.

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 (Cisse, 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 (Cisse, 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.

## Materiel et Methodes:-

### Materiel vegetal

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.

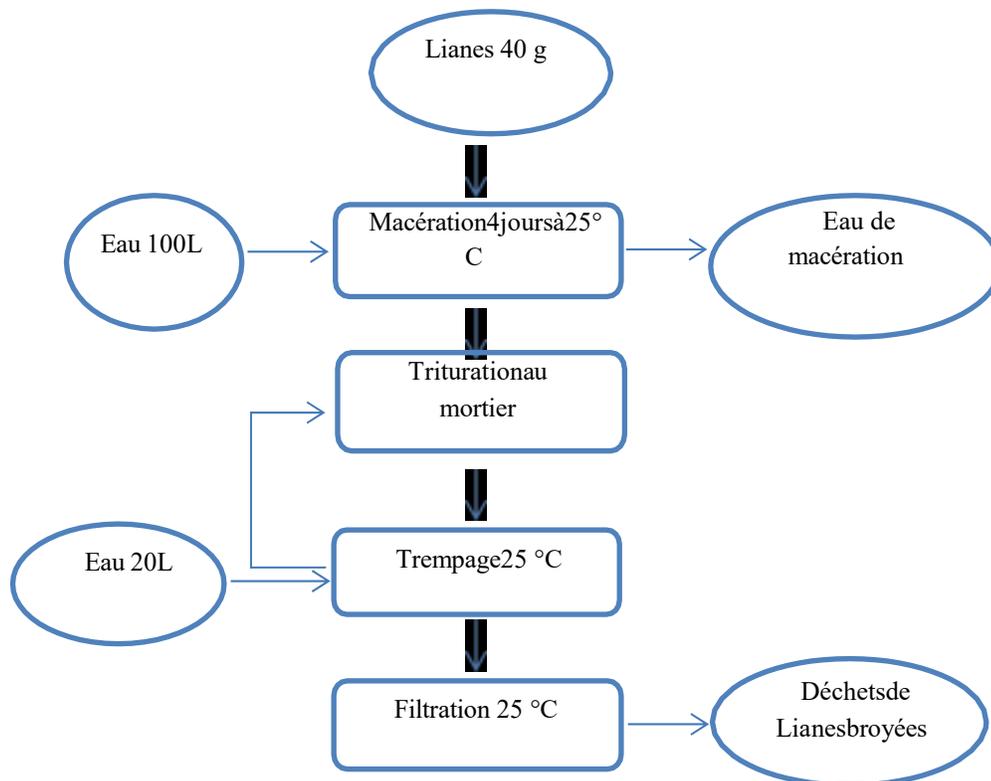
### Methodes:-

#### 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.

#### Extrait aqueux par macération des lianes d'*Abrus pulchellus*

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.



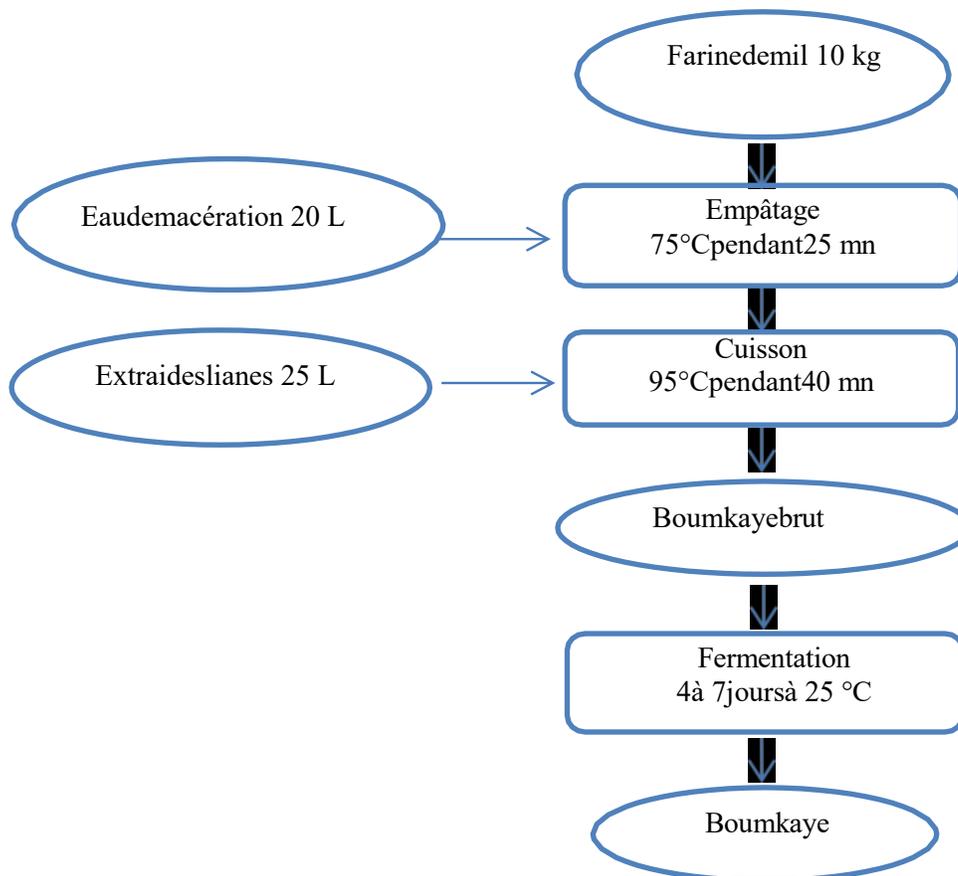
**Figure 1:-** Diagramme d'obtention de l'extrait aqueux des lianes d'Abrus pulchellus.



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

### Preparation 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'empâtage 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 subit 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»

#### **Suivi des levures et bacteries lactiques**

L'objectif de cette partie est de suivre l'évolution des levures et 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 dans une boîte de Petri, puis recouvert de milieu gelose 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 72 heures d'incubation à  $30^{\circ}\text{C}$ , les colonies sont dénombrées.

#### **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 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 ( $\text{score} \geq 3$ ).

### Identification des levures

L'identification des levures se fait sur des colonies obtenues apres denombrement sur un milieu gelose. Elles sont isolees et purifiees par re-isolement sur un milieu gelose SABOURAUD contenant du chloramphenicol, puis incubees à 30 °C pendant 72 heures. Les colonies pures sont ensuite soumises aux tests suivants : orientation et identification.

- **Observation macroscopique** : Cette etape permet de decrire l'aspect des colonies obtenues sur un milieu solide. La couleur et la forme des colonies à l'œil nu ont ete observees apres ensemencement des souches sur lemilieu 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 ete determinepar ensemencement des isolats dans la galerie API 20 C AUX. L'identification a ete completee par la methode MALDI TOF MS, selon la technique decrite pour les bacteries lactiques.

### Resultats:-

#### Suivi des bacteries lactiques et des levures

Le suivi a ete realise par denombrement des bacteries lactiques sur milieu MRS et des levures sur milieu SABOURAUD apres chaque prelevement. Les resultats montrent que les bacteries lactiques atteignent  $1,7 \cdot 10^8$  UFC/ml dans l'echantillon de Boumkaye, tandis que les levures sont presentes à hauteur de  $1 \cdot 10^8$  UFC/ml dans le même echantillon. Cesresultatssont resumes dans la figure 5 ci-dessous.

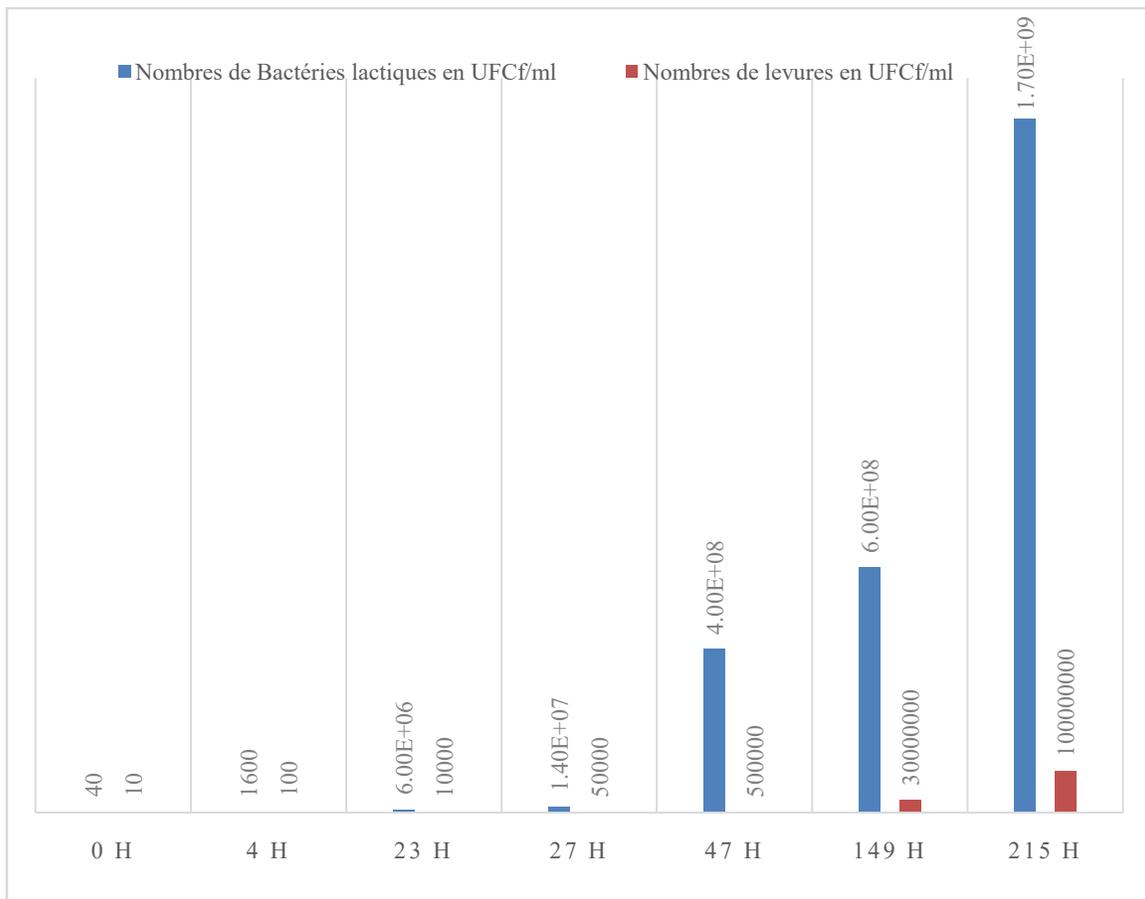


Figure 5:- Suivi des bacteries lactiques et levures du Boumkaye(courbe).

#### Identification des bacteries lactiques

Les boîtes utilisees pour le denombrement des bacteries lactiques sur milieu MRS ont permis de selectionner huit colonies potentiellement distinctes, nommees B11 à B17, et identifiees apres purification. Toutes les colonies

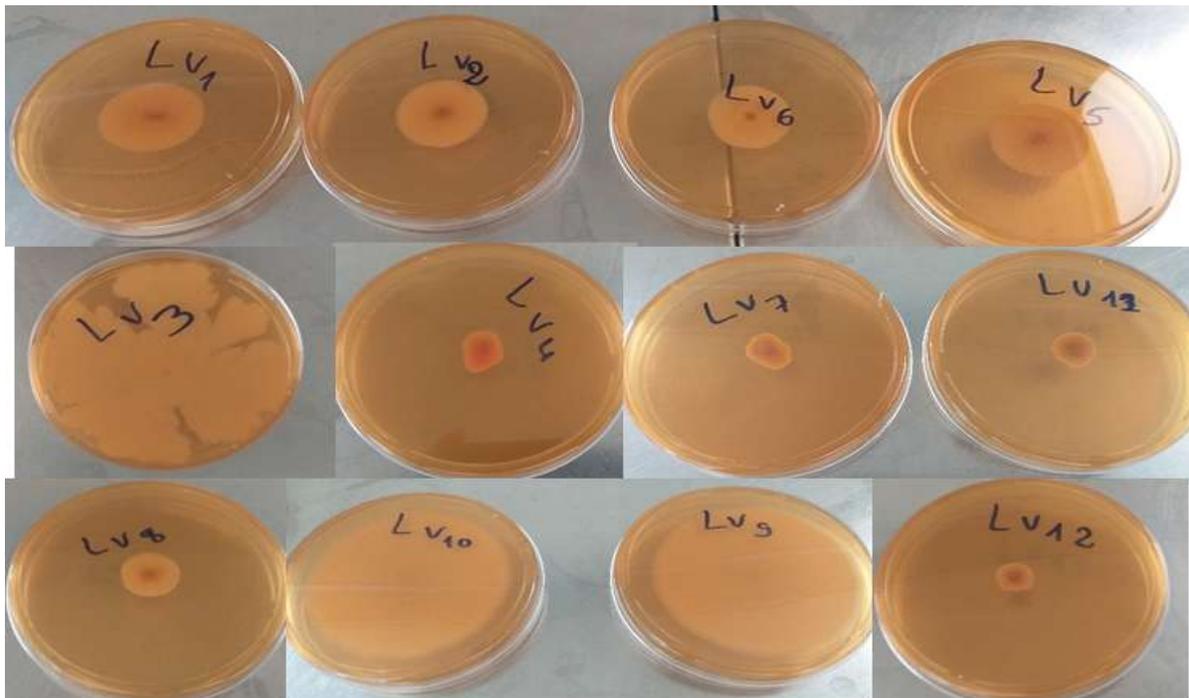
purifiées sont blanches, de taille moyenne, et sont des bacilles Gram +, catalase -, à l'exception de BI 1 et BI 7 qui sont des Cocci. Toutes les souches sont hétérofermentaires, sauf BI 3, BI 4 et BI 6. Les résultats de la galerie API 50 CH montrent que tous les isolats fermentent le ribose, le galactose, 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- $\alpha$ -D-glucopyranoside (MDG) et le potassium-5-cetogluconate, 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 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology et à la base de données BacDive sur la diversité bactérienne, nous a permis d'identifier ces souches. Les résultats de cette identification sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

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

| Numero de la souche | Nom des souches correspondantes | Pourcentage d'identification avec la galerie) |
|---------------------|---------------------------------|---|
| BI 1                | <i>Weissella confusa</i>        | (100%)  |
| BI 2                | <i>Lactobacillus fermentum</i>  | (91,8%)                                       |
| BI 3                | <i>Lactococcus garvieae</i>     | (91,8%)                                       |
| BI 4                | <i>Lactobacillus plantarum</i>  | (100%)  |
| BI 5                | <i>Lactobacillus brevis</i>     | (100%)  |
| BI 6                | <i>Lactobacillus agilis</i>     | (100%)  |
| BI 7                | <i>Lactococcus lactis</i>       | (89,8%)                                       |

#### Identification des levures

Les isolations effectuées 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>Trichosporonashii</i>          |
| Lv 3  | <i>Candida krusei/inconspicua</i> |
| Lv 4  | <i>Rhodotorulamucilaginosa 2</i>  |
| Lv 7  | <i>Kodameaohmeri</i>              |
| Lv 8  | <i>Candida zeylanoides</i>        |
| Lv 10 | <i>Geotrichumklebahnii</i>        |
| Lv 12 | <i>Kloeckerasp</i>                |

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

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 qui sont Lv 3, Lv 7 et Lv 10. 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>Weissellaconfusa</i>         | 2.11         |
| Bl 2 (standard)     | <i>Weissellaconfusa</i>         | 2.16         |
| Bl 3 (standard)     | <i>Pediococcus pentosaceus</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>Weissellacibaria</i>         | 2.05         |
| LV 3 (standard)     | <i>Pichiakudriavzevii</i>       | 2.09         |
| Lv 7 (standard)     | <i>Kodameaohmeri</i>            | 1.86         |
| Lv 10 (standard)    | <i>Geotrichum candidum</i>      | 2.14         |

### 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 burkinabe à base de mil le zoom-koom où la flore lactique varie entre moins de  $10$  UFC/ml et  $1.10^7$  UFC/ml et les levures entre  $8,2.10^3$  UFC/ml et  $2,3.10^5$  UFC/ml) (RAZAAK, 2014). Il en est de même pour le poto-poto, une pâte fermentée de maïs du Congo avec une flore lactique qui varie entre  $1,8.10^{10}$  UFC/ml et  $1,3.10^{11}$  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 kigage au Rwanda (L. Lyumugabe et al., 2010), du Tchoukoutou au Bénin (A. Kayode et al., 2005; A. P. P. Kayode et al., 2007), du Bilibili ou Amgba au Tchad (Maoura et al., 2005), du Burkutu au Nigeria et au Ghana (Blandino et al., 2003; Van der et al., 2001), du Pito au Ghana (Sefa-Dedeh & Sanni, 1999), du Dolo au Burkina Faso (Sawadogo-Lingani et al., 2008), du Doro ou Chibuku au Zimbabwe et du Faffiren 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-norisoprenoïdes 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.

### 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 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 cereales. 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 differences significatives apparaissent au niveau des genres et des especes, ce qui limite la fiabilite de ces techniques. Il serait donc pertinent de proceder à une identification moleculaire des souches pour lesquelles les resultats des galeries ne concordent pas avec ceux obtenus par la technologie MALDI-TOF MS. L'exploitation des resultats obtenus pourrait être benefique pour ameliorer la production du Boumkaye.

### References Bibliographiques:-

1. Aka, S., & N'guessan, Florent. (2008). Variabilite des proprietes physico-chimiques et denombrement de la flore fermentaire du tchapalo, une biere traditionnelle de sorgho en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 4, 274-286.
2. Benjamin, K. K., Casimir, K. A., Masse, D., & Emmanuel, A. N. (2015). Batch Fermentation Process of Sorghum Wort Modeling by Artificial Neural Network. 11(3), 19.
3. 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.
4. Cisse, O. I. K. (2015). Production de boisson à base de cereales locale : Le cas du boumkaye [Diplôme d'Ingenieur Technologue Option : Industries Alimentaires], Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
5. Cisse, O. I. K. (2017). Production et contrôle qualite d'une boisson à base de mil : Le cas du Boumkaye. [Master Analyses physico-chimiques et management de la qualite des produits de sante et des aliments]. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculte de Medecine, De Pharmacie Et D'odontologie Departement des Sciences
6. Cisse, O. I. K. (2020). Les boissons fermentees traditionnelles au Senegal : Diagnostic des procedes, etudes de la maturation et essais de stabilisation. [These de Doctorat option Genie des Procedes et Environnement], 185.
7. Cisse, O. I. K., Faye, G., Ali, M. S., Ayessou, N. C., Cisse, M., & Diatta, M. (2016). Diagnostic du procede et caracterisation physico-chimique et biochimique d'une boisson fermentee à base de mil : Le Boumkaye. 8. <http://www.afriquescience.info>
8. Coulibaly, W. H., N'guessan, K. F., Coulibaly, I., Dje, K. M., & Thonart, P. (2014). Les levures et les bacteries lactiques impliquees dans les bieres traditionnelles à base de sorgho produites en Afrique subsaharienne (synthese bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement*, 18(2), 209-219.
9. Dahouenon-Ahoussi, E., Degnon, R. G., Adjou, E. S., & Sohounhloue, D. C. K. (2012). Stabilisation de la biere produite à partir de matieres amylacees locales (Sorghum bicolor et Musa acuminata) par adjonction de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus*. 51, 3596-3607.
10. 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>.
11. Gobert, A. (2019). Etude des besoins en azote des levures non-Saccharomyces en vinification : Impact sur les fermentations sequentielles [These de Doctorat, Université Bourgogne Franche-Comte]. <https://theses.hal.science/tel-02191577>
12. J. A. Ekundayo, 1969, « The production of Pito, a Nigerian fermented beverage », *Int. J. Food Sci. Technol*, Vol. 4, No 3, P. 217-225, Doi: 10.1111/J.1365-2621.1969.Tb01517.X.
13. Kayode, A., Aegbidi, 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>
14. Kayode, A. P. P., Hounhouigana 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>
15. Louembe, D., Keleke, S., & Kobawila, S. (2005). Des bacteries lactiques tolerantes à l'acidite et aux sels biliaries dans le yonga, une boisson fermentee traditionnelle du Congo. *Sciences des Aliments*, 25(3), 249-253. <https://doi.org/10.3166/sda.25.249-253>
16. Lyumugabe, F. (2013). Caracterisation et amelioration de la qualite de la biere traditionnelle rwandaise « ikigage » fabriquee a base de sorgho [Docteur en sciences agronomiques et ingenierie biologique]. Academie Universitaire Wallonie – Europe Université De Liege.
17. 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.
18. 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.
19. Maoura, N., Mbaiguinam M, Nguyen H., Gaillardin C, & Pourquoi J. (2005). Identification and typing of the yeast strains isolated from bilibili, 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 ameliorer sa qualite nutritionnelle, sanitaire et organoleptique [Master en Biologie Appliquee et Modelisation des Systemes Biologiques]. Universite Polytechnique De Bobo-Dioulasso (UPB).
20. Sawadogo-Lingani, H., Diawara, B., & Traore, A. S. (2008). Utilisation de souches selectionnees de *Lactobacillus fermentum* et un isolat de levure comme cultures starter dans la production du dolo, une boisson fermentee a base de sorgho. 2, 25.
  21. Sefa-Dedeh, S., & Sanni, A. I. (1999). Yeasts in the traditional brewing of pito in Ghana. *World J. Microbiol. Biotechnol*, 15, 393-597.
  22. Sneath, P. H. A., & HOLT, J. G. (Eds.). (1986). *Bergey's Manual Of Systematic Bacteriology* (Vol. 2). Williams & Wilkins.
  23. 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>.
  24. 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>
  25. Yao, A. A., Egounlety M., Kouame L. P., & Thonart P. (2009). Les bacteries lactiques dans les aliments ou boissons amylaces et fermentes de l'Afrique de l'Ouest : Leur utilisation actuelle. *Annales de Medecine Veterinaire*, 153(13), 54-65.
  26. Zott, K. (2009). Les levures non Saccharomyces : Dynamique, caracterisation et interaction avec Saccharomyces durant les etapes pre-fermentaires et la fermentation alcoolique [These de Doctorat]. Universite de Bordeaux, ISVV de Bordeaux, Aquitaine, INRA UMR 1219.