

Diagnostic du procédé et caractérisation physico-chimique et biochimique d'une boisson fermentée à base de mil : le Boumkaye

Oumar Ibn Khatab CISSE^{1,3}, Guedel FAYE¹, Mahamat Seid ALI², Nicolas Cyrille AYEISSOU^{1,3*}, Mady CISSE^{1,3}, Mariama DIATTA¹ et Mama SAKHO^{1,3}

¹Ecole Supérieure Polytechnique, UCAD, Dakar BP 5085 (Sénégal)

²Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Doba (Tchad)

³ Centre d'études sur la sécurité alimentaire et les molécules fonctionnelles

Adresse de correspondance : nicolas.ayessou@ucad.edu.sn/nayessou@yahoo.fr

RESUME

Le mil (*Pennisetum glaucum L.*) est une céréale de première importance en Afrique de par sa composition en substances énergétiques et en micronutriments et son utilisation pour la production de bières traditionnelles utilisations. La boisson « Boumkaye » très peu connue et circonscrite dans la région de Casamance au Sénégal en est une. Elle est réputée avoir des propriétés thérapeutiques grâce à l'extrait aqueux des lianes d'*Abrus pulchellus*. Ainsi l'objectif de ce travail a consisté d'en décrire le procédé et de déterminer les composants biochimiques majeurs à partir de deux sites de production. Les résultats montrent que contrairement aux procédés classiques de brasserie, il n'a pas été décelé d'étapes séparées de maltage ni de brassage. La boisson de mil « Boumkaye » est caractérisée par un pH de 3,15, une teneur en éthanol de 6,34 g/100 g et la présence de polyphénols pouvant atteindre 54,46 mg/100g. Le taux de protéines atteignant 10,37 % en fait un aliment nourrissant plutôt qu'une boisson.

Mots-clés : *Pennisetum glaucum L.*, Boissons fermentées traditionnelles africaines, Boumkaye, *Abrus pulchellus*

ABSTRACT

Diagnostic processes and physicochemical and biochemical characterization of a fermented drink made from millet : the Boumkaye

Millet (*Pennisetum glaucum L.*) is a major cereal in Africa and usually used for the production of traditional uses beers. The drink « Boumkaye » is little known beer circumscribed in the Casamance region of Senegal. It is reputed to have therapeutic properties due to the aqueous extract of *Abrus pulchellus* creepers. Thus the objective of this work was to describe the process and determine the major biochemical components from two production sites. Results show that unlike conventional methods of brewing, there was not detected separate step of malting and brewing. This beer called « Boumkaye » is characterized by a low pH of 3.15, an ethanol content of 6.34 g / 100 g and the presence of polyphenols up to 54.46 mg / 100g. The protein rate reaching 10.37 % indicates that in fact it is a nutritious food rather than a drink.

Keywords : *Pennisetum glaucum L.*, African traditional fermented beverages, Boumkaye, *Abrus pulchellus*

1. INTRODUCTION

Les céréales sont des produits de première importance en Afrique et constituent une importante source énergétique et de micronutriments [1]. Au Sénégal, le mil *Pennisetum glaucum L.* est la céréale la plus cultivée avec 42 % de la production céréalière totale [2]. Dans la région de Casamance au Sénégal, le mil est utilisée pour la production d'une boisson alcoolisée appelée « Boumkaye » et réputée avoir des vertus thérapeutiques. Ces dernières lui sont attribuées à cause de l'introduction des extraits aqueux d'*Abrus pulchellus* lors de la préparation. *Abrus pulchellus* est une liane grimpante à tige mince, légèrement poilue et jaune appartenant à la famille des Fabacées. C'est une plante médicinale qui pousse dans la zone tropicale notamment en Afrique de l'ouest [3]. L'espèce est connue pour ses nombreuses utilisations en médecine traditionnelle pour traiter les maux gastriques, mais également pour ses propriétés pharmacologiques et anticancéreuses [4,5]. Malgré son importance sociologique dans cette zone sud du Sénégal, les travaux relatifs à cette bière traditionnelle sont inexistantes. Ainsi, les objectifs de ce présent travail visent à décrire le procédé de fabrication du Boumkaye et à établir ses caractéristiques physicochimiques et biochimiques.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Diagnostics des procédés de fabrication

Le procédé de fabrication de cette boisson fermentée à base de mil est suivi et diagnostiqué auprès de deux producteurs du terroir afin d'en percevoir les variabilités. Chaque opération unitaire est identifiée et décrite. Les flux de matières et paramètres physiques sont répertoriés. Sur les sites de transformation, les informations sont ensuite enrichies par des observations, des enregistrements (température, durée), des mesures (poids, volume), des interviews des opérateurs. La description des procédés est réalisée à deux reprises sur chaque site de production. Ce diagnostic permet de reproduire le plus fidèlement possible cette boisson au laboratoire selon les pratiques séculaires de la localité.

2.2. Matériel végétal

Les échantillons analysés sont constitués des boissons de « Boumkaye » obtenus au cours des diagnostics sur les deux sites de production. Deux échantillons par site sont acheminés au laboratoire pour les besoins des analyses biochimiques.

2.3. Méthodes analytiques

Le pH, l'acidité titrable, la matière sèche, les sucres réducteurs et totaux, la teneur en éthanol ont été évalués selon les méthodes normalisés AFNOR [6].

2.4. Analyses statistiques

Les résultats analytiques obtenus sont soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel STATISTICA 7.1. Les différences statistiques avec une valeur de probabilité inférieure à 0,05 sont considérées comme significatives.

3. RESULTATS

3.1. Le procédé de fabrication

Les suivis réalisés sur les deux sites ont permis d'établir un procédé de production. Il comporte trois parties majeures et distinctes : la production d'un extrait aqueux par macération des lianes d'une espèce végétale **identifiée comme *Abrus pulchellus* [Berhaut ?]**, la préparation de la bouillie de mil et une phase de fermentation pour en obtenir le « Boumkaye ».

3.1.1. L'extrait aqueux d'*Abrus pulchellus* (figure 1)

Les lianes d'*Abrus pulchellus* (**figure 2a**) sont macérées pendant trois à quatre jours dans l'eau pour les ramollir et faciliter l'extraction des principes actifs. Les lianes ramollies sont ensuite triturées au mortier de façon ménagée puis trempées dans une bassine d'eau. Cette opération est répétée plusieurs fois afin d'en retirer suffisamment l'écorce (**figure 2b**). L'extrait est ensuite filtré pour être utilisé lors de la phase suivante de préparation de la bouillie (**figure 2c**).

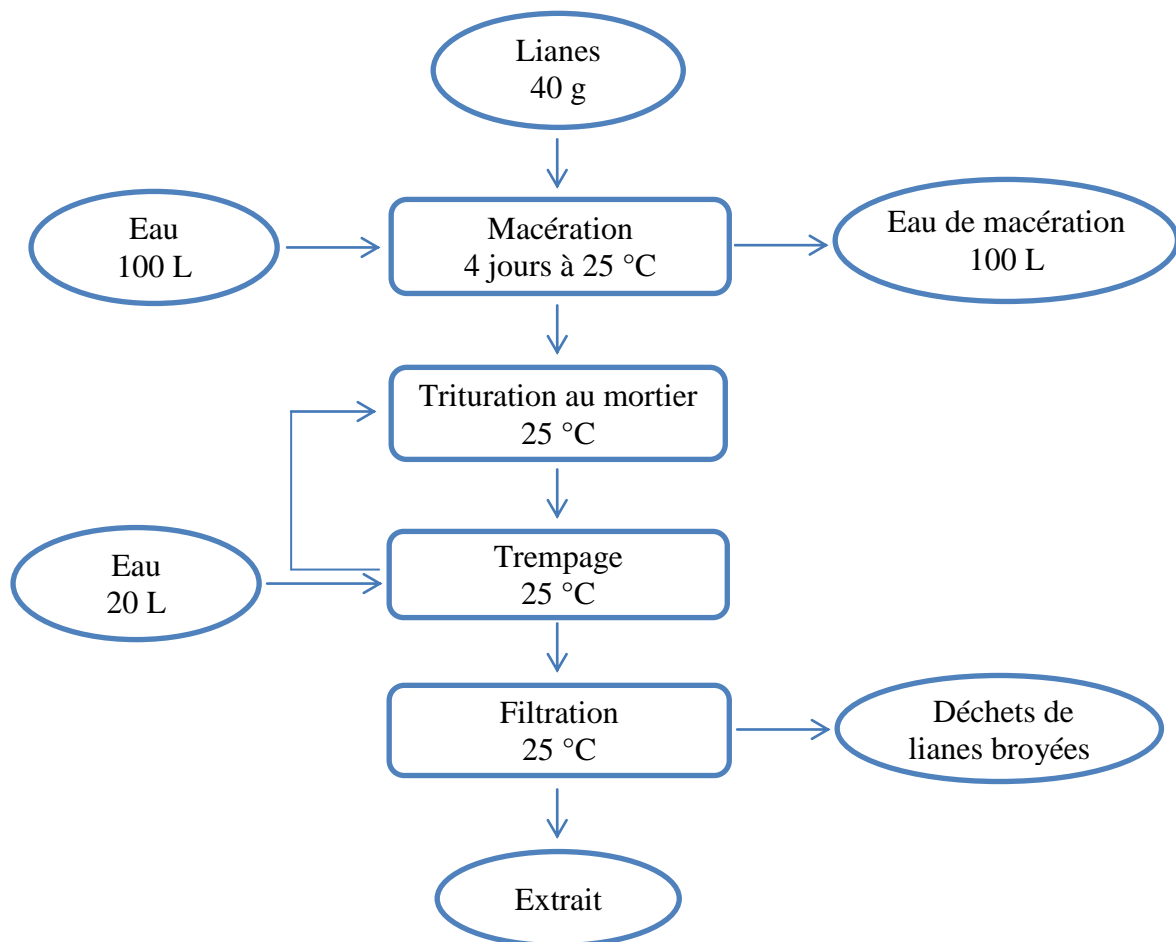


Figure 1 : Diagramme d'obtention de l'extrait aqueux des lianes d'*Abrus pulchellus*



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

3.1.2. Préparation et phase de fermentation (figure 3)

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*. 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 est conservé à température ambiante, pour subir une fermentation pendant 4 à 7 jours pour donner le « Boumkaye » proprement-dit (figure 4).

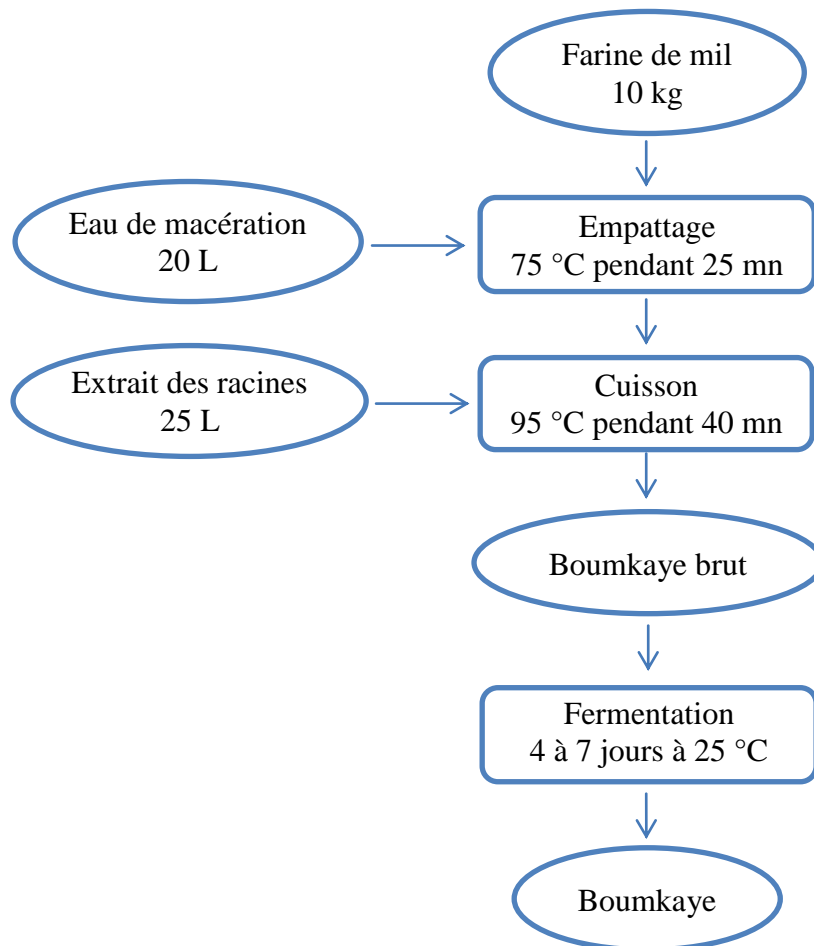


Figure 3 : Diagramme de fabrication du Boumkaye



Figure 4 : *La boisson de Boumkaye*

3.2. Caractéristiques physico-chimiques de la boisson « Boumkaye »

Les boissons de « Boumkaye » obtenus lors des diagnostics ont fait l'objet de caractérisations physicochimiques, biochimiques et nutritionnelles dont les résultats sont présentés dans le tableau 1. Les produits ont un pH acide autour de 3 et surtout une teneur en éthanol, maximale de 6,34 g/100g. Les sucres totaux sont en très faibles quantités (1,2 à 2,1 g/100g) et les polyphénols de 31,86 et 54,46 mg/100g. Les deux essais de production sur le « Boumkaye » révèlent des différences significatives des constantes à l'exception des polyphénols, de la matière sèche et des matières minérales.

Tableau 1 : *Caractéristiques physicochimiques et biochimiques du Boumkaye*

Analyse	Boumkaye 1	Boumkaye 2
Matière sèche (g/100g)	10,34 ± 0,44 ^a	10,64 ± 0,23 ^a
Cendres (g/100g)	0,69 ± 0,19 ^a	0,88 ± 0,19 ^a
pH	3,45 ± 0,03 ^a	3,15 ± 0,05 ^b
Acidité titrable (mEq/100g)	3,85 ± 0,12 ^a	17,88 ± 0,70 ^b
Polyphénols (mg/100g)	31,86 ± 0,01 ^a	54,46 ± 0,01 ^a
Ethanol (g/100g)	3,72 ± 0,03 ^a	6,34 ± 0,00 ^b
Sucres réducteurs (g/100g)	0,93 ± 0,1 ^a	0,42 ± 0,01 ^b
Sucres totaux (g/100g)	1,04 ± 0,00 ^a	2,1 ± 0,02 ^b
Protéines (g/100g)	2,39 ± 0,00 ^a	10,37 ± 0,00 ^b

4. DISCUSSION

Les procédés traditionnels (Tchapalo ou pili-pili, Dolo) comme ceux industriels, sont surtout marqués par les étapes successives de maltage, de brassage et de fermentation. Celles-ci atteignent ainsi des teneurs en alcool de l'ordre de 4,1 à 5,03 g/100g pour le « Tchapalo » [7,

8, 9] et 2,3 pour le « Dolo » [10, 11] avant d'être consommées. Le but du brassage est de solubiliser les composés bioactifs et la production d'enzymes lytiques nécessaires pour la production de sucres fermentescibles [12] tandis que la fermentation s'opère après ajout de levain.

Le procédé de fabrication de la boisson de mil dite « Boumkaye » est différent et présente des particularités qui sont l'absence de maltage, une étape de brassage sans séparation du drèche et l'usage d'extraits aqueux d'origine végétale. Les lianes de *A. pulchellus* subissent une macération dont le but est de les ramollir afin de faciliter l'étape de trituration. L'étape de trituration-trempage peut être considérée comme la phase d'extraction proprement dite des éléments actifs nécessaires à la fabrication du « Boumkaye ». L'empâtage est une phase d'hydrolyse de l'amidon contenu dans la farine de mil. Il est effectué à chaud pour permettre l'activation des différentes enzymes issues de l'extrait de *A. pulchellus*, responsables de la conversion de l'amidon en sucres simples fermentescibles. Ainsi le « Boumkaye » obtenu conserve tous les ingrédients (nutriments et fibres) du mil et constitue par conséquent un véritable aliment plus qu'une boisson. Les taux de protéines le confirment bien (**Tableau 1**). La durée de cuisson est aussi réduite par rapport au procédé du « Tchapalo » et du « Dolo ». La fermentation intervient au cours de la conservation de la bouillie à température ambiante sans ajout de ferments. Il s'agit donc d'une phase de maturation où la boisson acquiert ses propriétés organoleptiques caractéristiques. Ces diverses biotransformations seraient probablement amorcées par des germes soit endogènes au mil, soit provenant de l'extrait des lianes d'*Abrus pulchellus*. Dans le cas du « Tchapalo » et du « Dolo » il est utilisé les extraits de tiges de gombo *Hibiscus esculentus*. Il est alors tenté de déduire que l'étape de brassage est réalisée par l'extrait aqueux d'*A. pulchellus*. Ce qui supposerait la présence d'enzymes hydrolytiques dans cet extrait.

L'analyse biochimique du Boumkaye a montré son caractère acide avec un pH de 3, qui est la conséquence des réactions de fermentation. Le « Boumkaye » est fortement alcoolique (6,34 g/100 g) et comparable aux valeurs obtenues avec le « Tchapalo » à base de sorgho de la Côte d'Ivoire ($5,03 \pm 0,77$ g/100 g) [7, 8], contrairement au « Dolo » du Burkina Faso ($2,3 \pm 0,25$ g/100 g) [9]. Les teneurs en alcool du « Boumkaye » sont d'autant plus remarquables que le process n'adjoint aucun ferment. Il serait alors aussi probable qu'il s'y déroule une fermentation lactique en parallèle à celle alcoolique, telle que suggérée pour les procédés traditionnels [8,9,13]. Dans les conditions de stockage, aucune invasion de moisissures n'a été observée. En effet, les bactéries lactiques interviennent dans la fabrication de nombreux produits alimentaires notamment les laits fermentés et yaourt, les boissons fermentées alcoolisées. Elles participent à l'augmentation de la conservation des mets fermentés et à l'inhibition des pathogènes [14, 15].

Par ailleurs, les boissons traditionnelles préparées à partir du mil, du sorgho, du riz, et du maïs jouent un rôle parfois central dans les cultures des peuples. En effet, souvent attachées aux traditions d'hospitalité et de convivialité, elles servent à sceller des relations entre les individus [16]. Cependant le « Boumkaye » à l'origine est préparé et utilisé en thérapie contre les fièvres et les maux de ventre. En effet, des renseignements ethnobotaniques et ethno taxonomiques révèlent que étymologiquement le nom local de *A. pulchellus* est « Kaboune » et signifie « médicaments » en langue Diola. Progressivement son usage s'est étendu lors des célébrations festives telles que les fêtes de récolte et d'initiation. De nos jours, le « Boumkaye » fait l'objet d'une activité lucrative dans les grandes villes et est consommé en dehors des périodes festives.

CONCLUSION

Le Boumkaye est une boisson fermentée traditionnelle à base de mil et préparée en présence d'un extrait de lianes d'*Abrus pulchellus*, espèce réputée pour ses nombreuses vertus thérapeutiques. Cette boisson ainsi obtenue possède des caractéristiques intéressantes en termes de pH et de teneur en éthanol. Comparée à quelques bières locales africaines, le « Boumkaye » présente une similarité par sa teneur en alcool, mais son processus est exempté de maltage et de brassage. Ce travail fournit en ce sens une meilleure connaissance de cette bière traditionnelle et ouvre le chemin pour d'éventuelles études sur le rôle biotechnologique de l'extrait d'*Abrus pulchellus* au cours du stockage tant au niveau physico-chimique que microbiologique.

REFERENCES

- [1] - I. LESTIENNE, M. BUISSON, V. LULLIEN-PELLERIN, C. PICQ, S. TREECHE, Losses of nutrients and anti-nutritional factors during abrasive decortication of two pearl millet cultivars (*Pennisetum glaucum*), *Food Chemistry* 100 (2007), 1316-1323.
- [2] - A. A. FALL, M. LO, Etude de référence sur les céréales : mil, sorgho, maïs et fonio au Sénégal, in " *Etude de référence du programme sur la productivité agricole au Sénégal dans le cadre du projet WAAPP*, Dakar (2009), 138.
- [3] - J. B. M. LAMARCK, Illustrations méthodiques de l'Encyclopédie Méthodique, in " *Encyclopédie Méthodique*", Ed. Amarca, France (1991), 394.
- [4] - R. H. M. J. LEMMENS, F.J. BRETELIER, *Abrus fruticulosus* Wight & Arn, in " *Medicinal and poisonous plants*", Ed. Backhuys Publisher, *Plant Resources of South-East Asia* 12 (1) (1999), 76-77.
- [5] - S. MACHANA, N. WEERAPREEYAKUL, T. THITIMETHAROCH, B. SRIPANIDKULCHAI, Anticancer activity screening of Thai medicinal plants in human leukemic cell line MOLT-4, *EJC Supplements* 8 (5) (2010), 83-154.
- [6] - AFNOR, Produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits, in " *Recueil de normes françaises*", Ed. AFNOR, Paris, France (1982), 327, 1^{re} éd.
- [7] - N. D. AMANE, Caractérisation physico-chimique d'une bière traditionnelle ouest africaine : le tchapalo, *Agronomie Africaine* 17 (2) (2005), 143-152.
- [8] - S. AKA, N. T. DJENI, K. F. N'GUESSAN, K. C. YAO, K. M. DJE, Variabilité des propriétés physico-chimiques et dénombrement de la flore fermentaire du tchapalo, une bière traditionnelle de sorgho en Côte d'Ivoire. *Afrique Science* 04 (2) (2008) 274 - 286.
- [9] - N. MAOURA, M. MBAIGUINAM1, C. GAILLARDIN, J. POURQUIE, Suivi technique, analytique et microbiologique de la « bili bili », bière traditionnelle tchadienne. *Afrique SCIENCE* 02(1) (2006) 69 - 82.
- [10] - J. P. HEBERT, La bière et le dolo au pays Dogon, J. P. HEBERT, D. GRIFFON, *Des bières et des hommes*, 25 juin 2003, Agropolis Museum, Montpellier, Editions Quae, France (2012), 543-554.

[11] - F. M. ABDOU-LATIF, I. H. N. BASSOLE, M. H. DICKO, Proximate composition of traditional local sorghum beer "dolo" manufactured in Ouagadougou, *African Journal of Biotechnology* 12 (13) 2013, 1517-1522.

[12] - S. COLLIN, J. CROUZET, Polyphénols et procédés, Ed. Lavoisier, Paris, France (2011), 336.

[13] - R. VALYASEVI, R. S. ROLLE, An overview of smallscale fermentation technologies in developing with special reference to Thailand : scope for their improvement, *International Journal of Food Microbiology* 75 (3) (2002), 231-239.

[14] - A. C. OUWEHAND, A. VON WRIGHT, Lactic Acid Bacteria : Microbiological and Functional Aspects, Ed. CRC Press, Boca Raton, USA (2011), 798, 4^e éd.

[15] - P. MENSAH, Fermentation - the key to food safety assurance in Africa? *Food Control* (1997) 8 (5/6) (1997), 271-278.

[16] – N. MAOURA, M. MBAIGUINAM, C. GAILLARDIN, Jacques POURQUIE, Suivi technique, analytique et microbiologique de la « bili bili », bière traditionnelle tchadienne. *Afrique Science* 02 (1) (2006), 69 – 82.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'équipe du Centre d'Etudes sur la Sécurité Alimentaire et les Molécules fonctionnelles (CESAM-RESCIF) pour son appui technique.