

Production de *Ablo*, un aliment céréalier fermenté du Bénin: Synthèse bibliographique

[Production of *Ablo*, a food cereal fermented of Benin: Bibliographic synthesis]

Innocent YAOU BOKOSSA, Jultesse S. B. BANON, Célestin C. K. TCHEKESSI, Pivot SACHI, Anayce DJOGBE, and Roseline BLEOUSSI

Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires (LA.MI.T.A), Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 04BP 1107 Cotonou, Bénin

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Ablo* is dough fermented very close to cereal, slightly salty and sugary, steam and sold firing under shape of wad the streets and in the similar public places. The objective of the survey is to list, through a bibliographic synthesis, the socioeconomic, technological, physico-chemical and microbiological information on the *Ablo* in order to provide a document of basis for the researchers who will imply themselves in research on *Ablo*. The survey permitted to note that the production of *Ablo* is exclusively an activity feminine. It is a generating activity of incomes that plays a considerable socioeconomic role. The production of the *Ablo* follows three different technologies to know: the technology using the corn, technology using the only rice and the technology using a mixture of rice and corn. *Ablo* is consumed everywhere especially in Benin at the time of the ceremonies. The microorganism that predominates during fermentation is the lactic bacteria, the yeasts and mould. *Ablo* has a weak microbial load to it contamination after transformation. The *Ablo* has a middle pH of 4, 11 and content in dry matter of the order of 39 - 40%. He contains the proteins, iron, the calcium and magnesium and can be recommended to the vulnerable people.

KEYWORDS: *Ablo*, dough fermented, socio - economy, technology, microorganism, Benin.

RESUME: *Ablo* est une pâte fermentée céréalière, légèrement salée et sucrée, cuite à la vapeur et vendue sous forme de boulette au bord des rues et dans les places publiques similaires. L'objectif de l'étude est de répertorier, à travers une synthèse bibliographique, les informations socio-économiques, technologiques, physico-chimiques et microbiologiques sur le *Ablo* afin de fournir un document de base pour les chercheurs qui s'impliqueront dans la recherche sur *Ablo*. L'étude a permis de noter que la production de *Ablo* est une activité exclusivement féminine. C'est une activité génératrice de revenus qui joue un rôle socio-économique considérable. La production du *Ablo* suit trois différentes technologies à savoir : la technologie utilisant le maïs, technologie utilisant le riz seul et la technologie utilisant un mélange de riz et de maïs. *Ablo* est consommé partout au Bénin surtout lors des cérémonies. Les microorganismes qui prédominent au cours de la fermentation sont les bactéries lactiques, les levures et les moisissures. *Ablo* a une faible charge microbienne due à sa contamination après transformation. Le *Ablo* a un pH moyen de 4,11 et une teneur en matière sèche de l'ordre de 39 - 40%. Il renferme des protéines, du fer, du calcium et du magnésium et peut être recommandé aux personnes vulnérables.

MOTS-CLEFS: *Ablo*, pâte fermentée, socio-économie, technologie, microorganisme, Bénin.

1 INTRODUCTION

La satisfaction des besoins de l'organisme est liée à une alimentation suffisante constituée de plusieurs types de produits. Au Bénin, comme dans la plupart des pays africains, l'artisanat alimentaire occupe une place prépondérante dans la vie socio-économique des populations. Ainsi, les technologies traditionnelles de transformation agro-alimentaire visent la

valorisation des produits agricoles locaux. Le savoir-faire requis provient des pratiques endogènes et est transmis à travers l'éducation familiale ou le système traditionnel d'apprentissage.

De nombreux produits locaux font l'objet de ces transformations. Parmi ces produits, les céréales (maïs, riz, mil et le sorgho) occupent une place de choix en raison de la large gamme d'aliments qu'ils permettent d'obtenir. La référence [1] citée par [2] a ainsi dénombré plus d'une quarantaine de recettes à base de maïs en Afrique de l'Ouest, ce qui fait que c'est le produit vivrier qui subit le plus de transformation agro-alimentaire. Ces céréales et plus particulièrement le maïs, le mil et le sorgho sont consommés sous formes de bouillie (koko, akloi, akloiyounou) de pâte (tö, owo, makumè, kafa, akassa) de couscous (yèkè-yèkè, ciéré) de boissons (chapkalo, tchoukoutou ou burkutu, dolo) ou de galettes, qui constituaient les plats coutumiers de ces régions. Ces produits céréaliers apportent dans la ration alimentaire l'énergie nécessaire et certaines protéines [3].

Ablo, exemple type de produit céréalier, très apprécié au centre et au sud du Bénin, est un pain légèrement salé sucré cuit à la vapeur et vendu dans les rues. IL est préparé à partir du mawè qui est une pâte fermentée à base de maïs [4]. Les difficultés de production font que les productrices ont tendance à substituer la farine de riz au mawè. Aujourd'hui, *Ablo* se vend dans les restaurants et dans les hôtels du Bénin. Il est également offert au cours des réceptions lors des cérémonies de deuil ou de réjouissance (mariage, baptême, etc.) [5]. Les trois procédés de préparation de *Ablo* suivants se distinguent par la technologie utilisant uniquement le maïs, la technologie utilisant uniquement le riz et la technologie utilisant un mélange de maïs et de riz.

Ablo est un produit facile à emballer et à transporter. *Ablo* issu de la technologie à base du riz seul s'avère être le plus apprécié des consommateurs. Cette pâte fermentée a fait l'objet d'une sommaire description de sa préparation par [4], de l'évaluation des procédés traditionnels de sa préparation par [3], du système technique artisanal de sa préparation par [6] et de l'évaluation de la flore microbienne au cours de sa fermentation par [5].

L'extension des villes et l'éloignement entre le domicile et le lieu de travail favorisent l'accroissement de la consommation hors domicile, dans les petits restaurants et plus particulièrement auprès des vendeuses de rue.

La référence [7], a défini les aliments de rue comme étant des aliments ou boissons prêts à être consommés, préparés et/ou vendus par des vendeurs spécialement, dans les rues et dans les autres lieux publics similaires.

De nos jours, l'alimentation de rue reçoit une clientèle de plus en plus nombreuse et diversifiée incluant toutes les catégories socioprofessionnelles. Elle est un important secteur d'activités impliquant d'importantes sommes d'argent et est pourvoyeuse d'emplois à une large proportion de la population, y compris des femmes et des familles entières [6].

La faible productivité de ces entreprises artisanales traditionnelles et la pénibilité de certaines opérations unitaires induisent non seulement de profondes modifications au niveau des procédés mais surtout l'insatisfaction de la demande de plus en plus élevée.

Une connaissance approfondie des technologies endogènes de transformation agro-alimentaire et de leur variabilité peuvent contribuer à leur optimisation. Le présent article se propose de répertorier, à travers une synthèse bibliographique, les informations technologiques et nutritionnelles dans le but de fournir un document de bases pour les chercheurs qui s'impliqueront dans la recherche sur le *Ablo*.

2 CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DE *ABLO*

La production de *Ablo* est une activité exclusivement féminine. Elle est exercée par les femmes de tout âge. La transmission de la technologie est matrilineaire [8]. En effet, les filles depuis leur jeune âge suivent leurs mères dans l'activité jusqu'à assurer la relève quand celles-ci se retirent. La plupart (60,98%) des productrices et vendeuses de *Ablo* sont analphabètes. C'est la seule activité génératrice de revenus exercée par ces productrices qui accumulent de très longues années d'expérience [5]. Au centre du Bénin, le *Ablo* est surtout vendu le soir à partir de 18H 30 mn. Par contre, au Sud du Bénin (Comè), il est disponible à tout moment de la journée et parfois jusqu'à une heure très avancée de la nuit. *Ablo* sert de goûter pour la plupart des consommateurs au centre. Au sud (Comè), les clients potentiels sont les voyageurs. En effet la ville de Comè constitue une escale de prédilection pour les voyageurs en partance vers le sud-ouest du Bénin. Bien que *Ablo* soit également produit au Togo, le même comportement s'observe au niveau des voyageurs en provenance de ce pays voisin. Cette affluence a justifié l'engouement des consommateurs pour *Ablo* du Bénin. En dehors de cette zone d'étude, *Ablo* est consommé partout au Bénin, surtout lors des cérémonies. La marge bénéficiaire varie d'une ville à l'autre. Cette différence est certainement liée aux diverses technologies et au niveau de développement de chaque ville [3]. Cependant, les analyses statistiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre la marge bénéficiaire dans les villes. Nous avons noté

une augmentation importante de la recette des vendeuses pendant les weekends que les jours ouvrables. Une augmentation du nombre de consommateurs est également notée pendant les week-ends. Cette augmentation est due au voyage d'un grand nombre de béninois consommateurs et à l'organisation de la plupart des cérémonies pendant les week-ends [8].

3 MATIERES PREMIERES UTILISEES POUR LA PRODUCTION DU ABLO

3.1 CEREALES UTILISEES POUR LA PRODUCTION DU ABLO

Les céréales utilisées comme matières premières dans la production de *Ablo* sont le maïs, le riz et dans une moindre mesure le blé.

3.1.1 LE MAÏS

Le maïs (*Zea mays L.*) est une plante tropicale herbacée annuelle de taille variable (de 40 cm jusqu'à 1 m, généralement entre un et trois mètres pour les variétés couramment cultivées). Il appartient à la famille des Poaceae, à la sous-famille des Panicoideae et spécifiquement à la tribu des Maydeae.

Originaire d'Amérique Centrale, le maïs s'est propagé dans le monde entier et notamment en Afrique où il a été introduit au XVI^{ème} siècle par les Portugais et les Espagnols à la faveur de la traite négrière. Le maïs est la céréale dont la zone de culture est la plus vaste. Elle s'étend sur 140 millions d'hectares de la latitude 40° sud en Argentine et en Afrique du Sud à la latitude 58° nord au Canada. Dans les Andes, elle culmine à 4000 mètres d'altitude alors que le maïs pousse en dessous du niveau de la mer près de la mer Caspienne [9].

Avec une production de 711,8 millions de tonnes en 2005, le maïs est la céréale la plus produite au monde devant le blé (630,6 millions de tonnes) et le riz (621,6 millions de tonnes). En Afrique, pour la même année, le maïs reste la principale céréale avec une production de 50,6 millions de tonnes devant le sorgho (24, 8 millions de tonnes) et le riz (19,2 millions de tonnes) [10].

Au Bénin, la culture du maïs s'est d'abord développée dans le sud avant de s'étendre par la suite vers le centre et le nord où autrefois seul le maïs jaune était cultivé pour les périodes de soudure [11]. Aujourd'hui, il est cultivé sur 664 milles hectares avec une production globale de 841 milles tonnes soit 75% de la production céréalière nationale [12].

3.1.2 LE RIZ

Le riz est une céréale de la famille des Poacées (anciennement Graminées), cultivée dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes pour son fruit ou caryopse riche en amidon. Il désigne l'ensemble des plantes du genre *Oryza*, parmi lesquelles deux espèces sont cultivées : *Oryza sativa* et *Oryza glaberrima* ou riz de Casamance.

La plante émet de nombreuses tiges à partir du sol et peut mesurer de 0,6 à 6 m (cas des riz flottants) de hauteur / longueur. Ces dernières se terminent en une panicule ramifiée longue de 20 à 30 Cm. Chaque panicule est composée de 50 à 300 fleurs ou épillets à partir desquels se formeront les grains. Le fruit obtenu est un caryopse.

A l'origine le riz poussait à l'état sauvage, mais aujourd'hui les variétés cultivées dans la plupart des pays appartiennent au genre *Oryza*, comptant une vingtaine d'espèces dont deux seulement (*O. sativa* et *O. glaberrima*) présentent un intérêt agricole pour l'homme [9].

L'espèce africaine *Oryza glaberrima* s'est répandue depuis son foyer originel, le delta du Niger, jusqu'au Sénégal mais n'a jamais connu un développement loin de sa zone d'origine. Sa culture a même subi un déclin en faveur de l'espèce asiatique (*O. sativa*). Aujourd'hui, des variétés hybrides *sativa-glaberrima* combinant les qualités des deux espèces sont diffusées sous le nom Nerica.

Le riz est la céréale nourricière la plus consommée au monde (621,6 millions de tonnes produites en 2005) [10]. Il demeure la source calorifique principale de plus de la moitié de la population mondiale.

3.1.3 LE BLÉ

Le blé est une plante annuelle appartenant à la famille des Graminées, à la sous-famille des Hordées, à la tribu des Triticées, au genre *Triticum*. Elle fait partie du groupe des monocotylédones (plantes dont la graine est entière). Les racines

du blé sont fibreuses, sa tige, haute, est généralement creuse, entrecoupée de nœuds où prennent naissance les feuilles. Le sommet de la tige porte une grappe de fleurs qui se transforment en grains, constituant un épi.

Le blé est une céréale qui s'adapte à des sols et à des climats variés. En France où la production de blé est très importante, sa culture est présente dans presque toutes les régions, à plus ou moins grande échelle. Les conditions les plus favorables pour la culture du blé sont :

- un climat tempéré,
- une humidité moyenne ; les besoins du blé en eau ne sont pas excessifs,
- une terre riche (les limons, les alluvions des vallées, les terres argileuses),
- une terre bien préparée, bien nettoyée de ses mauvaises herbes et enrichie avec du fumier et des engrais.

Il existe un très grand nombre de variétés de blé qui sont classées en trois grandes catégories :

- **Les blés tendres** ou *Triticum aestivum* permettent d'obtenir une farine de bonne qualité, contiennent environ 8 à 10 % de gluten, ayant de bonnes aptitudes pour la panification.
- **Les blés durs** ou *Triticum durum* donnent moins de son que les blés tendres et la farine obtenue, bien que contenant plus de gluten (12 à 14 %), se prêtent moins bien à la panification. Ils servent généralement à l'élaboration de pâtes alimentaires ou de semoule.
- **Les blés mitadins** cultivés dans le midi de la France et dans les pays chauds (Afrique du Nord) ont des caractéristiques et des qualités intermédiaires entre les blés tendres et les blés durs. Contenant du gluten de très bonne qualité, les blés mitadins sont parfois employés comme des blés de force, mélangés à des blés tendres, ce qui donne des farines de très bonne qualité pour la panification [5].

3.2 AUTRES INGREDIENTS UTILISES POUR LA PRODUCTION DU ABLO

3.2.1 LA LEVURE

Dans les pâtes fermentées de céréales, les espèces communément citées sont *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida mycoderma* et *candida krusei* [13]. En boulangerie, la levure utilisée appartient au genre *Saccharomyces*, espèce *cerevisiae*. Cette dernière intervient également au cours de la production du *Ablo*. Son rôle étant d'utiliser les sucres de la farine et ceux libérés par les amylases pour produire du CO₂ intervenant dans le développement des alvéoles, des saveurs et odeurs de *Ablo* [14].

3.2.2 LE SUCRE

Le sucre est une substance de saveur douce extraite principalement de la canne à sucre et de la betterave sucrière et formé majoritairement de saccharose. Il se trouve que d'autres plantes permettent également de produire des produits composés majoritairement de saccharose (ex: palmier). Toutefois, d'autres composés de la même famille des saccharides ont également une saveur douce (le glucose et le fructose) qui sont de plus en plus utilisés en industrie agroalimentaire et autres. Dans le langage courant, le terme "sucre" peut se rapporter à un ose quelconque. Les sucres ont une saveur sucrée que l'on a dit être une des quatre saveurs de base, mais les physiologistes ont depuis longtemps réfuté cette classification (saveur). Ce qui est clair, c'est que les saveurs sucrées semblent indiquer aux primates, humains ou non humains, la valeur énergétique des végétaux, d'où le plaisir qui lui est associé. Nombres de saveurs sucrées sont notamment reconnues par une famille de récepteurs, situés sur la langue, couplés à des protéines (G T1R1, T1R2 et T1R3) dont ils s'assemblent en homodimères ou hétéro dimères et permettent la reconnaissance des sucres naturels ou des édulcorants. En 2008 la quantité totale de sucre brut produit dans le monde est de 165,5 millions de tonnes. En 2011 sur 102 pays producteurs, 38 cultivent la betterave sucrière, et fournissaient environ 20 % de la production. Le Brésil est le premier producteur mondial, suivi de l'Inde, puis de l'Union européenne. Dans la dernière décennie (2000-2009), la part du Brésil dans les exportations mondiales de sucre brut est passée de 7 % à 62 % [14].

3.2.3 LE SEL

Le sel est connu depuis la Préhistoire pour ses caractéristiques d'assaisonnement et de conservation des aliments. De sa formule chimique NaCl, le chlorure de sodium est un solide blanc, soluble dans l'eau à toute température, légèrement soluble dans l'alcool et insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré. Dans sa forme cristalline, le composé est transparent et incolore, brillant comme des cristaux de glace. Le composé naturel contient des traces de chlorure de magnésium (MgCl₂),

de sulfate de magnésium ($MgSO_4$), de sulfate de calcium ($CaSO_4$), de chlorure de potassium (KCl) et de bromure de magnésium ($MgBr_2$).

L'utilisation la plus familière du sel est l'assaisonnement. C'est un constituant essentiel dans l'alimentation des êtres humains et des animaux à sang chaud. Les ions chlorure et sodium jouent un rôle essentiel dans la conduction de l'influx nerveux, dans la contraction musculaire et dans la rétention de l'eau par l'organisme. Une personne en bonne santé doit consommer entre 10 et 15 g de sel par jour. Le sel rehausse la perception de la saveur de certains aliments ayant un profil initialement fade et a ainsi un impact sur le profil global de saveur du produit fini, le rendant généralement plus agréable. En panification, l'incorporation du sel se fait traditionnellement en début de pétrissage. Le sel est un inhibiteur des activités enzymatiques ; incorporé en début de pétrissage, il ralentit l'activité des oxydases. Les réactions d'oxydations sur les pigments caroténoïdes et sur les protéines sont par conséquent moins marquées. Mais, avide d'eau, il retarde la formation du gluten. Le sel donne aux pâtes une plus grande fermeté et une meilleure élasticité (formation de liaisons de type ionique) ce qui favorise une bonne stabilité des protéines et une meilleure résistance du gluten à la rétention gazeuse. Il améliore le goût du pain et agit sur la conservation du pain. En outre, il contribue à la coloration de la croûte et à son aspect croustillant [14].

4 EQUIPEMENTS DE PRODUCTION

Les équipements traditionnels de production du *Ablo* sont constitués de bassines, des seaux en plastiques, des marmites, une passoire ou panier propre, une spatule, un moulin à meules, un tamis, un plateau muni de perforations, des moules et un foyer, de l'eau pour servir à la production de la vapeur et de bois de chauffage comme combustible [3].

5 ETAPES DE LA PRODUCTION

5.1 PRODUCTION DE LA PÂTE FERMENTÉE

Pour préparer la pâte fermentée à base du maïs les treize (13) étapes ci-après doivent être suivies [15].

Etape 1 : Matière première. Disposer au préalable des grains de maïs blancs semi-farineux ou farineux pour avoir une farine blanche et riche en farine.

Etape 2 : Triage. Trier proprement le maïs afin d'enlever les corps étrangers comme les cailloux, les débris végétaux, le sable, etc., et autres impuretés.

Etape 3 : Lavage. Laver convenablement le maïs dans un récipient contenant une grande quantité d'eau (un volume de maïs dans deux volumes d'eau) afin de le débarrasser des grains de sable et de toutes autres impuretés.

Etape 4 : Egouttage. Transvaser le maïs lavé dans une passoire ou un panier propre placé (e) sur un autre récipient afin de récupérer l'eau de lavage.

Etape 5 : Concassage du maïs. Concasser le maïs lavé et égoutté à l'aide d'un moulin à meules. Le concassage consiste à écraser grossièrement les grains de maïs en fragments. Le concassage peut être fait aussi à l'aide d'une décortiqueuse Engelberg ce qui permet d'obtenir directement les gritz de maïs.

Attention!! Il est conseillé de faire le concassage ou le décorticage auprès d'un meunier expérimenté qui connaît surtout le bon réglage du moulin ou de la décortiqueuse avant le concassage ou le décorticage du maïs.

Etape 6 : Tamisage du maïs concassé. Tamiser le maïs concassé à l'aide d'un premier tamis de mailles d'un millimètre de diamètre, afin de séparer les sons de ses gritz et de la farine fine. Tamiser à nouveau les gritz mélangés à la farine fine à l'aide d'un 2^{ème} tamis à mailles de 0,5 mm de diamètre afin de séparer la farine fine des gritz.

Etape 7 : Lavage et trempage des gritz de maïs. Laver proprement les gritz de maïs obtenus trois fois de suite avec beaucoup d'eau (un volume de gritz pour trois volumes d'eau) puis égoutter dans un panier. Tremper ensuite, les gritz de maïs lavés dans l'eau pendant 1 h 30 min (l'eau de trempage doit surnager légèrement les gritz de maïs) puis égoutter.

Etape 8 : Mouture des gritz trempés. Moudre les gritz de maïs trempés et égouttés ainsi que la farine fine obtenue après le 2^{ème} tamisage du maïs concassé à l'aide d'un moulin à meule. La farine obtenue après mouture est appelée le mawê non fermenté.

Etape 9 : Préparation de la pâte non fermenté de maïs. Délayer le tiers de la farine de mawê non fermenté dans un volume d'eau dans les conditions telles que pour 18 kg de mawê, le tiers de 6 kg est délayé dans 6 litres d'eau puis précuit par la

suite. Pour cette précuisson, un volume double d'eau (12 litres) est porté à ébullition dans une marmite. La farine délayée est versée dans l'eau bouillante et remuée jusqu'à l'obtention de la pâte précuite. Au cours de cette cuisson, la bouillie au feu doit être remuée de temps en temps avec une palette propre jusqu'à la fin de l'opération. Cette opération dure une à deux minutes. La fin de cette opération est indiquée par la consistance de la bouillie qui devient une pâte précuite. La marmite contenant la pâte est enlevée du feu et la pâte est transvasée dans un récipient pour être refroidie.

Etape 10 : Refroidissement de la pâte non fermentée : Etaler la pâte obtenue à l'air libre à la température ambiante et laisser jusqu'au refroidissement total.

Etape 11 : Mélange. Mélanger la pâte refroidie avec les 2/3 restants de mawê non fermenté obtenu après mouture. Ajouter au mélange, de la farine de blé, de la levure boulangère, du sucre et du sel.

Etape 12 : Malaxage : Malaxer correctement pendant 10 à 15 minutes le mélange pour son homogénéisation. Le malaxage est souvent pratiqué manuellement et nécessite beaucoup d'effort physique selon les transformatrices. Pour ce fait, le malaxage peut être fait dans un malaxeur mis au point par le PTAA.

Etape 13 : Fermentation de la pâte. La pâte malaxée est laissée au repos dans le bac de fermentation pendant 4 h 30 mn. La fermentation de la pâte malaxée peut aussi se faire avec le malaxeur-fermenteur. Dans ce cas, la durée de la fermentation est réduite à 1 h 30 mn [15].

5.2 CUISSON DE LA PATE FERMENTEE

La cuisson de la pâte fermentée se fait à la vapeur. La cuisson à la vapeur est un procédé qui met l'aliment en contact direct avec la chaleur humide en supprimant le phénomène d'osmose. Elle est traditionnellement pratiquée dans la transformation de nombreux aliments locaux tels que le gblin, le ablo, le kom etc. Contrairement à la cuisson simple, la vapeur cuit uniformément les aliments et ne les dessèche pas. Le principe étant que la vapeur d'eau se diffuse tout en douceur pour cuire d'une manière progressive et délicate. Les aliments ne sont donc pas agressés et conservent toutes leurs qualités nutritives. La vapeur détruit la majorité des germes et limite la formation des produits dus aux réactions de Maillard. En effet, la cuisson à la vapeur est le meilleur moyen de profiter de toutes les qualités nutritives des aliments. La température de cuisson n'excédant généralement pas une centaine de degrés, les minéraux sont également préservés [14].

Traditionnellement, la cuisson à la vapeur de la pâte, forte consommatrice d'énergie, est réalisée à l'aide d'une paire de bassines dont l'une sert de couvercle et l'autre contenant au fond de l'eau au-dessus de laquelle est déposé un plateau muni de perforations sur lequel sont placés les moules contenant la pâte fermentée ([16], [17]). Ce cuiseur à vapeur traditionnel ne produit qu'une cinquantaine de boulettes par séance ; ce qui ne permet pas de satisfaire à temps la longue file d'attente des consommateurs, observée devant les étalages des productrices de *Ablo* [15].

6 TECHNOLOGIES DE PRODUCTION DE ABLO

De nos jours, la production de *Ablo* suit trois différentes technologies à savoir : la technologie originelle utilisant uniquement le maïs, la technologie utilisant uniquement le riz et la technologie utilisant un mélange de maïs et de riz.

6.1 LA TECHNOLOGIE UTILISANT UNIQUEMENT LE MAÏS

La technologie de préparation de *Ablo* utilisant uniquement le maïs est la technologie originelle. Elle suit quatre (4) grandes étapes : la préparation du mawè, la préparation de la pâte à fermenter, la fermentation et la cuisson.

La durée de production est de 7 à 8 heures [3]. Le diagramme technologique est indiqué sur la figure 1.

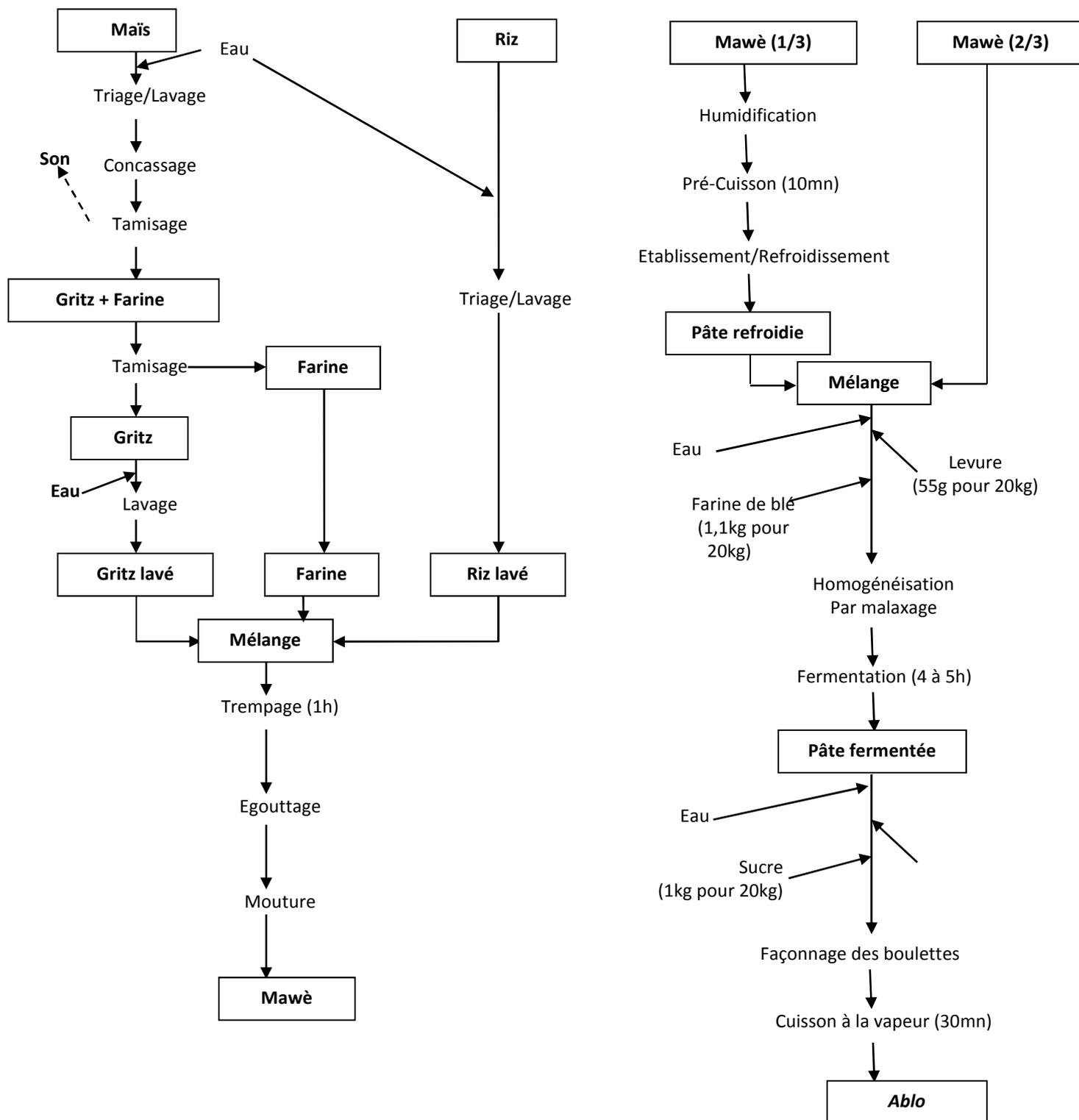


Figure 1 : Diagramme de production de *Ablo* suivant le procédé originel

Source : [6]

6.2 LA TECHNOLOGIE UTILISANT UNIQUEMENT LE RIZ

Cette technologie résumée sur la figure 2 a été développée surtout en milieu urbain pour les raisons suivantes :

- raccourcir la durée de production,
- réduire, voire supprimer la pénibilité de certaines opérations technologiques surtout celles afférentes à la production du mawè et
- satisfaire la demande de plus en plus croissante des consommateurs.

Elle exclut l'étape pénible et longue de préparation du mawè. En effet, elle ne comporte que les étapes de préparation de la pâte à fermenter, de la fermentation et de la cuisson ; ces étapes équivalent à celles de la technologie originelle quant à la durée de chaque opération unitaire et aux quantités de matières premières utilisées [3].

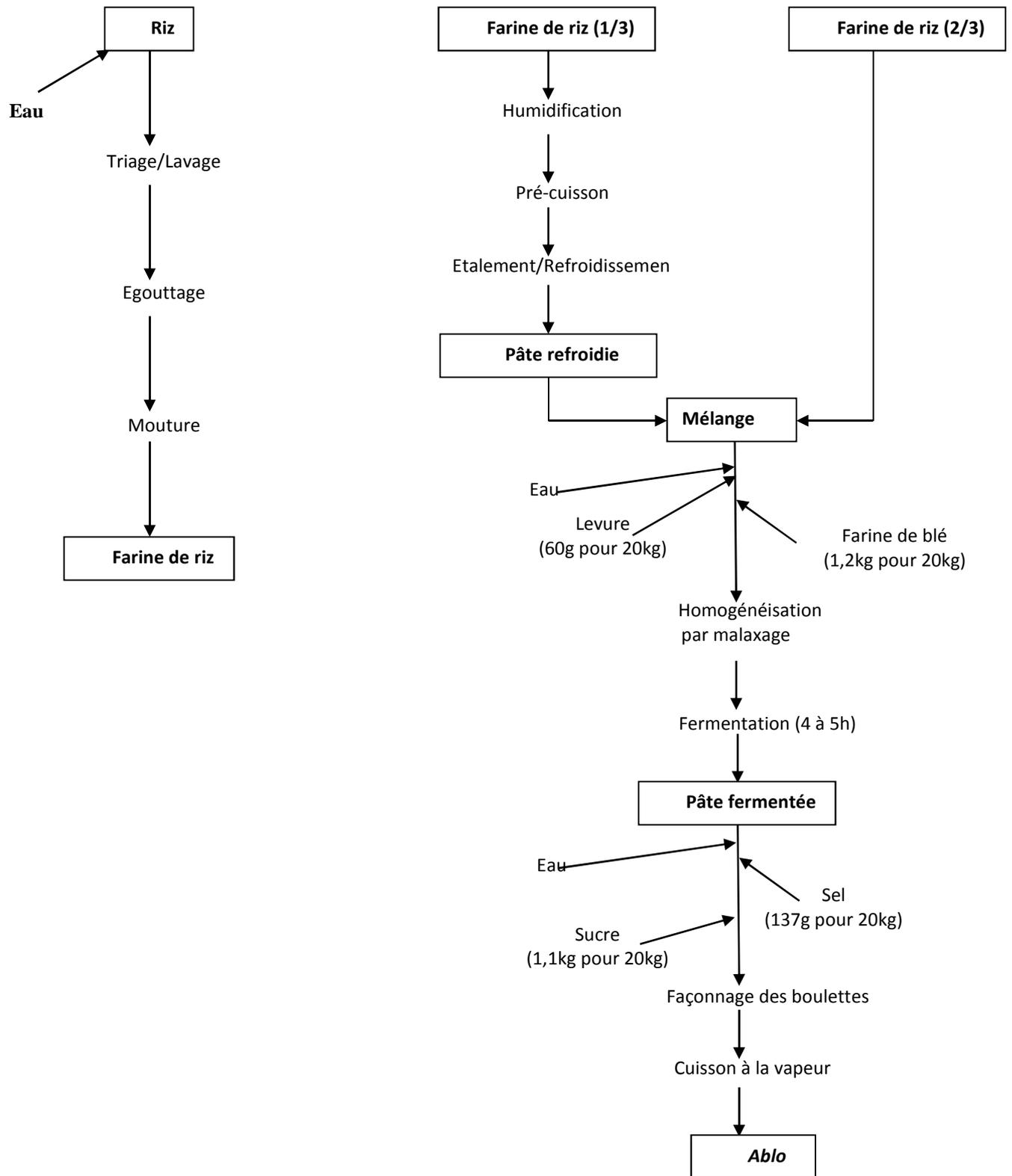


Figure 2 : Diagramme de production de *Ablo* suivant le procédé modifié

Source : [6]

6.3 LA TECHNOLOGIE UTILISANT UN MELANGE DE MAÏS ET DE RIZ

Cette technologie présentée sur la figure 3 est une variante de la technologie originelle. Elle est née du souci des productrices de réduire la pénibilité et la durée des opérations unitaires afférentes à la production du mawè, tout en obtenant de *Ablo* ayant des caractéristiques organoleptiques très proches de celui de la technologie originelle. En effet, la quantité de mawè utilisée représente au plus la moitié du mélange. La productrice gagne beaucoup plus en temps et en énergie par rapport à la technologie originelle [3].

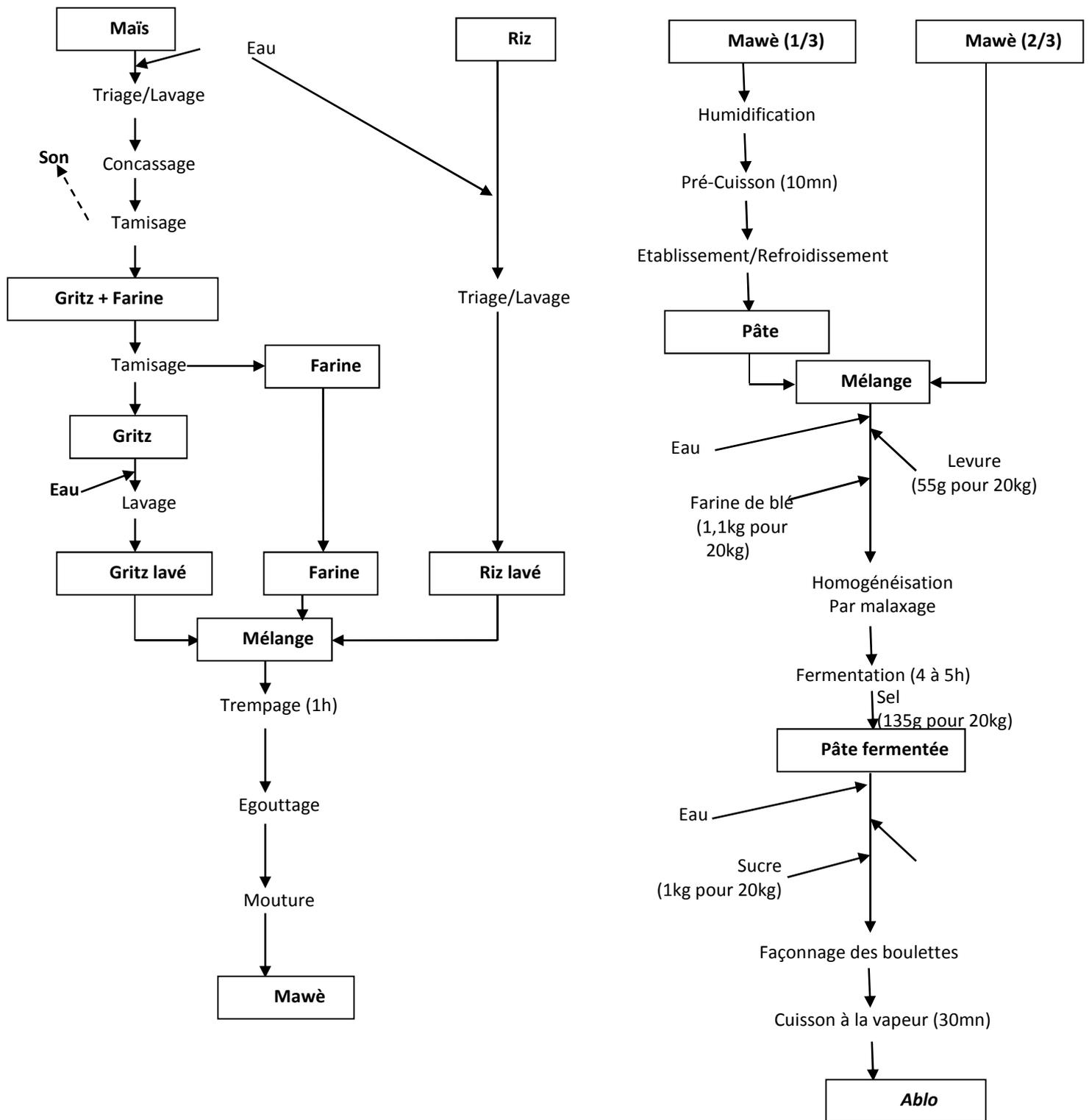


Figure 3 : Diagramme de production de *Ablo* suivant le procédé intermédiaire

Source : [6]

7 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE ABLO

7.1 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

Le tableau I renseigne sur les caractéristiques physico-chimiques de la pâte fermentée (après 6 heures) et de *Ablo*.

Tableau I: Caractéristiques physico-chimiques de la pâte fermentée (6 h) et de *Ablo*

Paramètres	Pâte fermentée (6 h)	<i>Ablo</i>	P-value
Matière sèche (% MS)	39,737 ± 0,23	39,470 ± 1,33	0,826 ^{NS}
pH	4,28 ± 0,035	4,230 ± 0,09	0,598 ^{NS}
Acidité titrable (%)	2,720 ± 0,33	1,080 ± 0,29	0,119 ^{NS}
Protéine (%)	10,240 ± 0,21	7,000 ± 0,16	0,037 ^S
Cendre (%)	1,040 ± 0,028	0,60 ± 0,31	0,295 ^{NS}
Fe en mg/Kg (MS)	29,038 ± 0,7778	32,056 ± 0,1979	0,119 ^{NS}
(%) Ca (MS)	0,05521 ± 0,0141	0,08482 ± 0,0065	0,226 ^{NS}
(%) Mg (MS)	0,01845 ± 0,0003	0,01816 ± 0,0015	0,833 ^{NS}

Légende :

NS = différence non significative au seuil de 5% ;

S = différence significative au seuil de 5%

Source : [18]

7.2 CARACTÉRISTIQUES MICROBIOLOGIQUES

Le tableau II présente les caractéristiques microbiologiques de la farine ayant servi à préparer la pâte et du *Ablo* après cuisson. Les germes aérobies mésophiles, les levures, les moisissures et les bactéries lactiques sont présents dans la farine et sur *Ablo*. Les entérobactéries retrouvées dans la farine sont absentes au niveau du produit fini (*Ablo*).

Tableau II : Caractéristiques microbiologiques de la farine de riz et de *Ablo* en (Log₁₀ UFC /g)

Groupes de microorganismes	Farine de riz	<i>Ablo</i>
Germes aérobies mésophiles	7,13 ± 0,28	7,04 ± 0,24
Levures et moisissures	3,31 ± 0,30	3,21 ± 0,02
Bactéries lactiques	2,30 ± 0,50	3,90 ± 0,56
Entérobactéries	3,09 ± 0,31	< 1

Source : [5]

8 PRÉFÉRENCE DES CONSOMMATEURS

Un test de préférence a été réalisé afin de recueillir l'avis des consommateurs sur les différents types de *Ablo*. Les résultats de ce test sont présentés par le tableau III.

Tableau III : Résultats du test de préférence

N ¹	60
X tms ²	08
X trs ³	39
X tmr ⁴	13

Source : [3]

Légende:

1: Taille du panel de dégustation.

2 : Nombre de personnes ayant préféré l'échantillon issu de la technologie utilisant uniquement le maïs.

3 : Nombre de personnes ayant préféré l'échantillon issu de la technologie utilisant uniquement le riz.

4 : Nombre de personnes ayant préféré l'échantillon issu de la technologie utilisant un mélange de riz et de maïs.

9 ANALYSE DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Ablo, pain humide légèrement sucré, produit à partir de la pâte fermentée de maïs ou de riz, procure des revenus substantiels aux femmes transformatrices [8]. Ce pain humide en forme de boulette est très consommé au Bénin, surtout dans les grandes villes ([19], [17], [20], [21], [15]). La transmission du savoir-faire d'une génération à une autre, la pénibilité de certaines étapes notamment en milieux urbains et le souci d'alléger les efforts de fabrication, de raccourcir la durée de préparation et de satisfaire la demande de plus en plus croissante des consommateurs, ont favorisé le développement de diverses technologies. Ainsi, rencontre-t-on de nos jours, en dehors de la technologie originelle utilisant uniquement le maïs, deux autres procédés de fabrication : la technologie utilisant uniquement le riz et la technologie utilisant un mélange de maïs et de riz.

Le *Ablo* ayant un pH moyen de 4,11, est un produit acide ([3], [6], [5]). Cette acidité, en plus du traitement thermique à la vapeur confère une certaine stabilité à *Ablo* au niveau de la flore microbienne.

Les microorganismes qui prédominent au cours de la fermentation sont les bactéries lactiques, les levures et moisissures. *Ablo* comme produit fini a une faible charge microbienne (absence d'entérobactéries) [8].

La référence [22], a suivi la dynamique de la population microbienne au cours de la fermentation et a conclu que trois voire quatre heures de fermentation suffisent pour obtenir une bonne structure alvéolaire dans le *Ablo*. Cette période étant la phase de croissance maximale des microorganismes et donc de la production maximale de CO₂.

La référence [6], a révélé la présence de la flore de contamination dans le *Ablo*. Selon ce dernier, les microorganismes retrouvés dans le *Ablo* proviendraient des mauvaises conditions d'hygiène pendant la production, essentiellement de la contamination après la cuisson à vapeur. En effet, après la cuisson, le *Ablo* est manipulé avec la main avant et pendant la vente. Toutefois, cet auteur conclut en affirmant que le *Ablo* originel est un aliment relativement sain, tout au moins au plan microbiologique puisque le nombre de coliformes retrouvés dans ce produit était inférieur à 1.

Le *Ablo* possède des caractéristiques générales désirables par le consommateur : une couleur blanche à la limite blanchâtre, une structure alvéolaire intense et un goût légèrement sucré acide [8].

Il ressort du tableau III que *Ablo* produit à partir du riz seul est plus préféré par les consommateurs.

10 CONCLUSION

Ablo présente un intérêt socio-économique considérable et constitue une source d'emploi pour les femmes productrices. Les microorganismes qui prédominent lors de la fermentation de la pâte sont les bactéries lactiques, les levures et les moisissures. Cette pâte fermentée a un pH moyen de 4,11. Elle renferme des éléments nutritifs tels que la protéine, le fer, le calcium et le magnésium. La charge microbienne de *Ablo* est surtout due à la contamination après la cuisson et nécessite alors une industrialisation de la production. *Ablo* contient de la protéine et des micro-éléments (fer, calcium, magnésium) et peut être conseillé aux enfants, aux femmes enceintes et aux personnes âgées.

REFERENCES

- [1] Nago, C.M., Technologies traditionnelles et alimentation au Bénin : aspects techniques, biochimiques et nutritionnels. Identification et caractérisation des principales filières et technologies du secteur traditionnel de transformation alimentaire. Document FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin, 97p, 1989.
- [2] Tchekessi, C.K.C., Caractérisations physico-chimiques et microbiologiques d'une pâte traditionnelle "gowé" fabriquée à base de maïs au Bénin. Mémoire de Master, soutenu à la FAST/UAC, 79 p, 2012.
- [3] Ahokpe, K. F., Valorisation des aliments traditionnels locaux : Evaluation des procédés traditionnels de préparation de *Ablo*, une pâte fermentée cuite à la vapeur. Thes. Maît., FAST/UAC, 51P, 2005.
- [4] Nago, C. M. et Hounhouigan, D. J., La transformation alimentaire des céréales au Bénin. Les publications du CERNA, 150P, 1998.
- [5] Banon, S.B.J., Evolution de la flore microbienne au cours de la fermentation d'un produit alimentaire fermenté du Bénin : cas de *Ablo*. Mémoire de Master, soutenu à la FAST/UAC, 57 p, 2012.
- [6] Aholou-yeyi, A. M., Evaluation du système technique artisanal de production de *Ablo*, un pain cuit à la vapeur. Thèse. Ing. Agr, FSA/UAC, 61p, 2007.
- [7] FAO, *Food and Nutrition Paper No.46: Street Foods*. FAO, Rome, Italy, 1989.

- [8] Bokossa I. Y., Banon J. B. S, Tchekessi C. K. C., Dossou-Yovo P., Adeoti K. et Assogba E., Evaluation socio-économique de la production de *Ablo*, une pâte de maïs fermentée du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Numéro spécial, 35-40, 2013.
- [9] Anonyme, Mémento de l'agronome. CIRAD, GRET, MEA. CTA. 2327p, 2002.
- [10] FAO, Faostat database results. Wwww.faostat.org, 2005.
- [11] Anonyme, Production et valorisation du maïs à l'échelon villageois en 199 Afrique de l'ouest. Actes du séminaire « maïs prospère » du 25-28 Janvier 1994, CIRAD-FSA/UNB, Cotonou, Bénin, 304p, 1994.
- [12] ONASA, Evaluation de la production vivrière en 2005 et les perspectives alimentaires pour 2006 au Bénin : Rapport général Vol I et II, 2006.
- [13] Odunfa, S. A. and Adeleye, S., Microbiological changes during the traditional production of ogi-baba, a west-african fermented sorghum gruel. J. Cereal Sci., 3, 173-180, 1985.
- [14] Akakpo, A. D., Influence du taux d'incorporation des farines (maïs, riz, ble) sur les caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de "ablo". Mémoire de Master, soutenu à la FAST/UAC, 56 p, 2013.
- [15] Houssou P., Dansou V., Agro A., Hounyèvou klotoé A. et Akissoé N., Mise au point et test d'un cuiseur à vapeur et d'un fermenteur pour la production du Ablo. Rapport d'activité projet 4/PPAAO/CNS-Maïs. 21 p, 2015.
- [16] Dossou J, Osseyie G, Kodjo F, Ahokpè K. et Odjo S.D.P., Evaluation des procédés traditionnels de production du ablo, un pain humide cuit à la vapeur, au Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci. 5(3): 953-967, 2011.
- [17] Dansou V., Utilisation de variétés locales de riz pour la production de Ablo au Bénin. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de conception. Option : Génie de Technologie Alimentaire. Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi 77 p, 2013.
- [18] Bokossa Yaou I., Banon J., Tchekessi C.K.C., Dossou-yovo P., Adeoti K., Assogba E., Caractérisation physico-chimique et microbiologique de *Ablo*: une pâte fermentée du Bénin. Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé (Togo), 2013, Série A, 15(2) : 389-397, 2013.
- [19] Ahoyo A. N. R., Djinadou A. K. A., Adégbola Y. P., Allagbe C.M., Gotoéchan M. H., Adjanohoun A. et Mensah G. A., Technologies améliorées de production, de conservation et de transformation du maïs existantes au Bénin. Résumé du document Technique et d'Information. MAEP/ProCAD/PPAAO/CNS-Maïs et INRAB/Bénin. 117 p. Dépôt légal N° 6947 du 04 novembre 2013, 4ème trimestre 2013, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin ISBN : 978 – 99919 – 1 - 612 – 5 En ligne (on line) sur le site web : <http://www.slire.net>, 2013.
- [20] Houssou A.P., Dansou V. et Mensah G. A., Utilisation des variétés localement cultivées de riz pour la production du ablo au Bénin. Fiche Technique N° 2. Dépôt légal N° 7652 du 16/12/2014, 4^{ème} trimestre, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin – ISBN : 978 – 99919 – 0 – 262 – 3. 17 p, 2014.
- [21] Aboudou A., Akissoé N., Mestres C. et Hounhouigan D. J., Optimisation de la fermentation en milieu semi-solide pour la production d'ablo, pain cuit à la vapeur d'Afrique de l'ouest. Journal of Applied Biosciences 82:7469– 7480 ISSN 1997– 5902, 2014.
- [22] Odjo.S.P., Aptitude de quelques variétés de riz locales à la production artisanale du "ablo". Thèse pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur en Nutrition et Sciences Alimentaires. Faculté des Sciences Agronomiques, Abomey-Calavi, Benin, 2008.