SCIENCES ET TECHNOLOGIES

pour une Agriculture Durable

Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture

Revue scientifique à comité de lecture éditée par l'Université Nationale d'Agriculture du Bénin. Journal ayant pour vocation d'inciter et d'accompagner le développement d'une agriculture durable en Afrique et ailleurs.



- **Productions végétales**
  Plant productions
- **Productions animales**
  Animal productions
- **Foresterie**
  Forestry
- **Horticulture**
  Horticulture
- **Médecine vétérinaire**
  Veterinary Medicine
- **Sciences halieutiques**
  Fisheries science
- **Biotechnologie**
  Biotechnology
- **Économie rurale**
  Rural economy
- **Agro-industrie**
  Agro industry
- **Agroclimatologie**
  Agro-climatology
- **Nutrition humaine**
  Human nutrition
- **Vulgarisation agricole**
  Agricultural extension
- **Conservation des bio-ressources**
  Conservation of bio-resources
- **Science et technologie alimentaires**
  Food science and technology
- **Sociologie et anthropologie rurales**
  Rural sociology and anthropology
- **Génie rural**
  Rural Engineering
- **Gestion de l'environnement et changement climatique**
  Environmental management and climate change

....

UNIVERSITE NATIONALE D'AGRICULTURE

https://stsa.una.bj/index.php/st

SCIENCES ET TECHNOLOGIES

pour une Agriculture Durable

Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture

Revue Scientifique à Comité de Lecture

Vol 5, N°2

Juillet-Décembre 2026

ISSN · ONLINE
1659-5726

ISSN · PRINT
1659-634X

• *Publication semestrielle* •

UNIVERSITÉ NATIONALE D'AGRICULTURE

BP 43 Kétou

Email : revues.stsa@una.bj / unastad@gmail.com

Site web : https://stsa.una.bj/index.php/st

Comité éditorial

L'éditeur est le garant de la ligne éditoriale. Le comité éditorial est composé d'éditeurs thématiques et est présidé par un éditeur en chef et son adjoint. Le comité éditorial est nommé par une décision rectorale.

1 DIRECTION DE LA REVUE

ÉDITEUR EN CHEF

Dr (MC) **TOTIN Edmond**

ÉDITEUR EN CHEF ADJOINT

Dr (MC) **PADONOU Elie**

RESPONSABLE DES PUBLICATIONS

M. **ADOUN Sènan Landry**

2 ÉDITEURS THÉMATIQUES

■ **Sciences Animales et Halieutiques**	**Dr (MC)** Brice Hervé DAKPOGAN **Dr (MA)** Clément Dogbé ADJAHOUINOU
■ **Sciences Végétales, Horticoles et Forestières**	**Dr (MA)** Rodrigue IDOHOU **Dr (MC)** Ghislain TEPA-YOTTO **Dr (MA)** Félicien Djigbo BADOU
■ **Sciences Alimentaires et Nutrition**	**Dr (MC)** Wilfried PADONOU **Dr (MC)** Harold HOUNHOUIGAN
■ **Économie et Sociologie rurales**	**Dr (MA)** Nestor ALOKPAÏ **Dr (MA)** Jaurès Cocou AMEGNANGLO **Dr (MA)** Alice BONOU
■ **Génie rural**	**Dr (MA)** Edem CHABI **Dr (MA)** Vivien Chaim DOTO

3 COMITÉ SCIENTIFIQUE

01 **DJOSSO** Agossou Bruno — UNA · Bénin

02 **OKRY** Kowouan Florent — UNA · Bénin

03 **FANDOHAN** Adandé Belarmain — UNA · Bénin

04 **OLLOUNLADE** A. Pascal — UNA · Bénin

05 **BIAOU** Gauthier — UNA · Bénin

06 **HOUNGNANDAN** Pascal — UNA · Bénin

07 **SINSIN** Brice — UAC · Bénin

08 **CODJIA** Jean T. Claude — UNA · Bénin

09 **MENSAH** Guy Appolinaire — INRAB · Bénin

10 **MONGBO** Rock — UAC · Bénin

11 **SALIFOU** Sahidou — UAC · Bénin

12 **TOSSOU** Rigobert — UAC · Bénin

13 **AKLI** Cokou — UL · Togo

14 **van DAMME** Patrick — Université de Gand · Belgique

15 **AYSSIWEDE** Simplice Bosco — EISMV · Sénégal

16 **NOUT** Robert — Pays-Bas

17 **AHOYO-ADJOVI** Nestor — INRAB · Bénin

18 **TAMO** Manuele — IITA · Bénin

19 **ENGELMANN** Florent — IRD · Bénin

20 **AFFOGNON** Hippolyte — CORAF

ISSN 1659-5726 (en ligne) · 1659-634X (imprimé)

Université Nationale d'Agriculture
Sciences et Technologies pour l'Agriculture Durable (STAD)
Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture (STSA)
ISSN: 1659-5726 (Online) 1659-634X (Print) https://stsa.una.bj/index.php/st
Vol 5 N°2
Published on 30 December 2026

ARTICLE ORIGINAL

Evaluation de l'impact de la durée de fermentation du manioc sur les caractéristiques physico-chimiques et biophysiques du Agbélima

Lionnel Arnaud Chabi China[1], Laurent Adinsi[1,2], Sègla Wilfrid Padonou[1,2], Ariane W. Awolo[1], Maora T. K. Gayet[1], Francis Hotègni[1], Marcel Hougbédji[1,2],Flora J. Chadare[1,2], Noël H. Akissoe[2]*

[1] *Laboratoire des Sciences et Technologie des Aliments et Bioressources et de Nutrition Humaine (LaSTABNH), Ecole des Sciences et Techniques de Conservation et de Transformation des Produits Agricoles, Université Nationale d'Agriculture, BP 114 Sakété, Bénin.*

[2] *Laboratoire des Sciences et Technologies des Aliments (LaSTA), Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 03 BP 2819 Jéricho, Bénin*

Résumé

La qualité du *Agbélima*, pâte fermentée issue de la râpure de manioc, dépend à la fois des caractéristiques de la matière première et des conditions de transformation, en particulier la durée de fermentation, qui varie fortement dans les circuits de commercialisation. La présente étude vise à évaluer l'effet de la durée de fermentation sur les caractéristiques physico-chimiques du *Agbélima* (pH, acidité titrable) et sur les caractéristiques biophysiques de la farine séchée du *Agbélima* et de la pâte cuite *Agbéli* (propriétés rhéologiques et texturales), par comparaison aux domaines reconnus comme étant idéaux pour l'acceptabilité du consommateur. La variété de manioc BEN 86052 a été transformée en *Agbélima* par deux productrices (P1 et P2). La fermentation a été suivie pendant 168 h (7 jours) avec dix prélèvements réguliers. Les analyses physicochimiques indiquent une baisse significative du pH au début du processus fermentaire, suivie d'une stabilisation. À l'inverse, l'acidité titrable augmente progressivement, ce qui traduit une acidification intense du milieu et confirme l'évolution antagoniste de ces deux indicateurs physicochimiques. Sur la base des domaines idéaux définis pour un produit accepté par les consommateurs, une pré-sélection des durées de fermentation a identifié une fenêtre de 72 à 120 h, ensuite affinée par l'analyse des propriétés biophysiques. Les propriétés rhéologiques de la farine séchée ont montré que la viscosité finale reste globalement dans le domaine idéal, tandis que le pic de viscosité est le paramètre le plus sensible à la durée de fermentation, notamment pour la production 2 où une diminution est observée au-delà de 72 h. Les propriétés texturales de la pâte cuite varient faiblement entre 72 et 120 h au sein de chaque production ; toutefois, les échantillons fermentés 96–120 h, en particulier pour la production 2, se rapprochent davantage des caractéristiques attendues (dureté et force d'extrusion plus élevées et adhérence généralement conforme). L'analyse en composantes principales croisant les paramètres de la rhéologie et de la texture (87,5 % de variance expliquée) a confirmé que les échantillons 96–120 h présentent le meilleur compromis global. Au terme de cette analyse, une durée de fermentation comprise entre 96 et 120 h apparaît la plus appropriée pour produire un *Agbélima* dont les caractéristiques physico-chimiques et biophysiques se rapprochent des attentes des consommateurs, avec 96 h comme durée recommandée pour optimiser la qualité tout en limitant le temps de procédé.

Mots clés : Dérivés de manioc ; fermentation ; pH ; acidité titrable ; rhéologie ; texture ; acceptabilité consommateur.

Abstract

Agbelima quality depends on both raw material characteristics and processing conditions, particularly fermentation time, which varies widely during market distribution and may cause heterogeneity in products offered to consumers. This study evaluates the effect of fermentation time on the physicochemical properties of *Agbelima* (pH and titratable acidity) and on the biophysical properties of dried *Agbelima* flour and cooked paste *Agbeli* (rheological and textural parameters), using consumer-derived ideal acceptability ranges as a reference. The cassava variety BEN 86052 was processed into Agbélima by two producers (P1 and P2). The fermentation process was monitored for 168 h (7 days), and 10 samples were collected at regular intervals. Physicochemical analyses indicate a significant drop in pH at the beginning of the fermentation process, followed by stabilization. Conversely, the titratable acidity gradually increases, reflecting intense acidification of the medium and confirming the antagonistic evolution of these two physicochemical indicators. Rheological analysis of dried *Agbelima* flour indicated that final viscosity generally remained within the ideal range, whereas peak viscosity was the most sensitive parameter to fermentation time, particularly for producer 2 where a significant decrease occurred after 72 h. Textural properties of cooked *Agbeli* paste varied only slightly between 72 and 120 h within each production; however, samples fermented for 96–120 h, especially from producer 2, were closer to consumer expectations (higher firmness and extrusion force, and adhesiveness more frequently within the ideal range). Principal component analysis cross-referencing rheology and texture parameters (87.5% of total variance explained) confirmed that the 96–120 h samples achieved the best overall technological compromise. At the end of this analysis, fermentation times between 96 and 120 h are the most suitable to obtain *Agbelima* with physicochemical and biophysical properties close to consumer expectations, with 96 h as the recommended duration to optimize quality while limiting the process time.

Keywords : Cassava derivatives; fermentation time; pH; titratable acidity; rheology; texture; consumer acceptability.

Les auteurs conservent le copyright de leurs travaux et accordent à la revue Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture (STSA) une licence non exclusive de publication et de diffusion. Sauf indication contraire, les articles sont publiés sous licence CC BY 4.0, permettant leur réutilisation avec attribution appropriée, les auteurs demeurant seuls responsables du contenu de leurs publications.

Corresponding author: *Lionnel Arnaud CHABI CHINA*
Received on Mar 2026 and accepted on Oct 2026
E-mail address: *lionnelchabichina@gmail.com*

1. Introduction

Le manioc est la denrée agricole du groupe des racines et tubercule la plus produite dans le monde, avec des utilisations diverses (Cirad, 2023). Sa production au plan mondiale en 2022 était d'environ 330,4 millions de tonnes (FAOSTAT, 2024). Au Bénin, il est essentiellement destiné à l'alimentation des populations. Du fait de sa périssabilité, le manioc est commercialisé frais ou transformé rapidement. Une vingtaine de produits dérivés du manioc issus de l'artisanat alimentaire traditionnel ont été recensés au Bénin (Nago & Hounhouigan, 1998). Ces produits dérivés sont répartis en deux catégories : les dérivés non fermentés (cossette de manioc, farine de manioc, *Tapioca, Foutou*, etc.) et les dérivés fermentés (*Gari*, *Attiéké*, *Agbélima*, *Fufu*, *Lafun*, etc.). Les dérivés fermentés du manioc sont plus nombreux et sont issus d'une technologie de production nécessitant une phase fondamentale : la fermentation. Cette phase, contribue à la détoxication du manioc et confère aux produits finis, des caractéristiques organoleptiques particulières (Kamuna *et al.*, 2023 ; Fleury, 2024.). Au nombre de ces produits dérivés, figure le *Agbélima* qui est une pâte humide fermentée, obtenue à partir de la râpure de manioc. La production du *Agbélima* se fait par épluchage et râpage des racines de manioc. La râpure obtenue est pressée pendant environ 3 h, émottée, défibrée par tamisage et moulue pour avoir la farine *Agbélima*. Cette farine humide est livrée par les productrices aux vendeuses du marché. Les vendeurs conservent la farine à la température ambiante durant toute la durée de la distribution, c'est-à-dire la durée qui sépare le moment de la production du jour d'acquisition finale, qui peut s'étendre sur plusieurs jours, conduisant à une fermentation de durée variable (Adinsi *et al.*, 2019). Durant cette période de distribution, la fermentation se poursuit de manière continue, entraînant une évolution progressive des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles du produit. Cette fermentation prolongée modifie notamment l'intensité du goût acide, l'arôme fermenté, la couleur ainsi que les propriétés texturales telles que la fermeté et l'extensibilité, qui constituent les principaux critères de qualité perçus par les consommateurs.

Les études microbiologiques consacrées à l'*Agbélima* ont montré que cette fermentation spontanée est principalement assurée par une succession de bactéries lactiques, de levures et, dans une moindre mesure, de moisissures. Les bactéries lactiques, notamment des espèces des genres *Lactobacillus* produisent des acides organiques responsables de la diminution du pH et de l'augmentation de l'acidité titrable, contribuant ainsi à la sécurité microbiologique et au développement des caractéristiques organoleptiques du produit (Disashi *et al.*, 2026 ; Halake et Chinthapalli, 2020;). Les mêmes auteurs ont montré que les levures, dominées par des espèces telles que *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kudriavzevii* (anciennement *Candida krusei*) et *Candida tropicalis*, participent quant à elles à la production de composés aromatiques et interagissent avec les bactéries lactiques au cours de la fermentation. Si ces travaux ont largement décrit la dynamique microbienne de la fermentation traditionnelle du *Agbélima*, ils n'ont cependant pas permis de déterminer la durée de fermentation permettant d'obtenir un produit répondant aux attentes des consommateurs.

Dans une étude précédente (Chabi-China et *al.,* 2026), nous avons caractérisé la variabilité de la qualité des *Agbélima* commercialisés sur les marchés de Cotonou et identifié, à partir des préférences des consommateurs, les attributs sensoriels déterminants d'un *Agbélima* idéal. Cette étude a également permis d'établir les plages de valeurs instrumentales (propriétés rhéologiques et texturales) correspondant au profil sensoriel recherché. Elle constitue ainsi un référentiel objectif pour l'optimisation des différentes opérations technologiques intervenant dans la fabrication du produit, notamment la fermentation.

À ce jour, aucune étude n'a cherché à déterminer expérimentalement la durée de fermentation permettant d'atteindre ce profil de qualité de référence. Pourtant, dans les procédés traditionnels de transformation, la durée de fermentation constitue l'un des facteurs technologiques les plus déterminants. Elle influence directement l'activité des microorganismes fermentaires, la production d'acides organiques, les modifications de la structure de l'amidon ainsi que les propriétés rhéologiques et texturales des produits fermentés. De nombreuses études menées sur le *Gari*, le *Lafun*, l'*Attiéké* et d'autres produits fermentés à base de manioc ont montré que la durée de fermentation conditionne fortement les propriétés physico-chimiques, technologiques et sensorielles du produit final (Adinsi et al., 2017; Ze *et al.* 2020; Bouniol et al., 2021). Malgré cette importance reconnue, la durée optimale de fermentation du *Agbélima* n'a jusqu'à présent fait l'objet d'aucune investigation approfondie.

L'identification d'une durée de fermentation optimale représente pourtant un enjeu majeur pour la standardisation du procédé de fabrication, l'amélioration de la qualité du produit, la réduction de l'hétérogénéité observée sur les marchés et le renforcement de la compétitivité de la filière *Agbélima*. C'est dans cette perspective que la présente étude a été entreprise afin de déterminer la durée de fermentation permettant d'obtenir un *Agbélima* dont les caractéristiques physico-chimiques et biophysiques sont les plus proches du profil de qualité attendu par les consommateurs.

De façon spécifique, l'étude vise à:

- évaluer l'effet de la durée de fermentation sur les caractéristiques physico-chimiques et biophysiques du *Agbélima*.
- déterminer la durée de fermentation de manioc pour un *Agbélima* attendu et accepté par le consommateur.

2- Materiel et méthodes

2.1 Production du Agbélima

La variété BEN 86052 dont les caractéristiques sont présentées dans le Tableau 1 est utilisée pour la production du *Agbélima*. Les racines ont été récoltées à 12 mois d'âges sur un champ expérimental installé dans la ville de Kétou entre juin 2022 à mai 2023, (7° 22′ nord et 2° 36′ est). La production du *Agbélima* a été réalisée à Hèvié (6°25′ Nord, 2°15′ Est) dans la commune d'Abomey-Calavi par deux différentes productrices (productions P1 et P2) suivant la méthode locale rapportée par Capo-Chichi *et al.* (2019) modifiée, et présentée dans la figure 1. Les opérations clés regroupent l'épluchage, le lavage, le broyage, le pressage, la mouture

et le conditionnement. L'épluchage a consisté à enlever manuellement l'écorce des racines de manioc en utilisant un couteau. Le lavage des racines épluchées s'est fait à grande eau (potable) pour éliminer les saletés et les impuretés. Quant au broyage ou râpage, il a consisté à faire réduire les racines épluchées et lavées en pâte grossière à l'aide de la râpeuse. Le pressage a consisté à passer le broyât ainsi obtenu dans une presse pour en libérer le maximum d'eau. Une pâte compacte est obtenue. Celui-ci a été soumis à une mouture dans un moulin en vue de le rendre fluide et de le dépouiller de fibres ainsi que des parties de la pulpe mal broyées. Le produit qui en est issu est mis dans des sacs (à double parois dont celle de l'intérieur et matière polyéthylène) et mouillé par aspersion d'eau (en moyenne 250 ml d'eau pour 10 kg de *Agbélima*). Ensuite les deux productions ont été transvasées chacune dans des seaux plastiques de capacité 30 kg et maintenues dans ces containers pendant 168 h (7 jours) pour le suivi de la fermentation. Cette durée de fermentation de 7 jours correspond à la durée maximum nécessaire pour finir la vente de la production.

Tableau 1: Identification et caractéristique du manioc de la variété BEN 86052.

Identification de la plante	
Couleur pétiole:	*Rouge-violacé*
Couleur jeunes feuilles apicales:	*Vert-clair*
Couleur tige aoûtée:	*Gris-cendre*
Forme et type de racine:	*Cylindro-conique; pédonculé*
Couleur phelloderme racine:	*Blanche*
Caractéristiques des racines	
Cycle de production	12 à 18 mois
Teneur en matière sèche	27,8
Teneur en amidon (12 mois)	18,7
Potentiel cyanogénique	46,10 mg/kg
Résistance à la mosaïque	Très bonne
Résistance à la bactériose	Moyenne
Résistance à la cochenille farineuse	Moyenne
Résistance aux acariens verts	Très bonne

Source : FAO et FIDA (2005) :
https://www.fao.org/3/a0154e/A0154E14.html

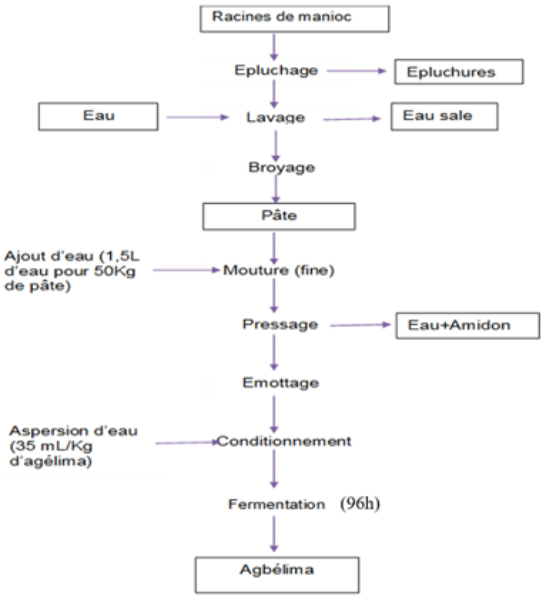


Figure 1: Diagramme de production du Agbélima selon Capo-Chichi et al. (2019) et modifié.

2.2- Suivi de fermentation du Agbelima et traitement des échantillons

La fermentation des deux productions P1 et P2 du *Agbélima* s'est faite sur 7 jours, soit 168 h de fermentation. La fermentation, conduite de manière spontanée, s'est effectuée dans les conditions ambiantes de température (30-35°C) et d'humidité (65-95%) (Houedegnon *et al.*, 2019), par similitude avec les pratiques traditionnelles des transformatrices de manioc en *Agbéli*. Au cours de la fermentation, différents prélèvements ont été effectués à différentes heures que sont : 0 h, 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h, 144 h, 168 h ; résultant à dix échantillons par production. Après chaque prélèvement, une partie du *Agbélima* frais fermenté (soit 1/3) a été soumis aux analyses physico-chimiques telles que l'acidité titrable, le taux de matières sèches et le pH pour évaluer l'effet de la fermentation sur le *Agbélima* frais. Les 2/3 de l'échantillon ont été envoyés au séchage utilisant un four électrique (65°C pendant 8 heures) dans le but d'assurer une meilleure conservation. La farine séchée obtenue (% de taux d'humidité) a été moulue, conservée en réfrigérateur (0-4°C) et cuite plus tard en pâte *Agbéli* sur laquelle ont été réalisées les analyses biophysiques. La préparation du *Agbéli* cuit s'est faite à Abomey-Calavi dans une marmite de capacité 1 kg en utilisant 300 g de farine séchée de *Agbélima* (obtenue plus haut) dans 897 ml d'eau. La farine est versée dans l'eau plate et mélangée, le mélange ainsi obtenu est mis sur un réchaud à gaz puis remué progressivement avec une spatule en bois pendant 20 min jusqu'à la cuisson et obtention de la pâte *Agbéli*.

2.3 Identification de la durée optimale de fermentation

Les valeurs moyennes des caractéristiques physico-chimiques (sur la pâte de *Agbélima* au cours de la fermentation) et biophysiques (sur la pâte cuite *Agbéli*) ont été comparées aux domaines idéaux pour l'acceptabilité des consommateurs (Tableau 2) selon Chabi China *et al.* (2026). Une pré-identification de la durée de fermentation a été effectuée sur la base des paramètres physico-chimiques, en considérant les durées de fermentation pour lesquelles la majorité des échantillons présentaient des caractéristiques proches de celles des échantillons idéaux. Dans un second temps, cette pré-sélection a été affinée et validée à partir des données biophysiques.

Tableau 2 : Domaines idéaux des caractéristiques des échantillons de pâte Agbéli jugés acceptables par les consommateurs (Chabi China et al., 2026).

Caractéristiques	Propriétés	Paramètres	Marges/Domaines
Physicochimiques	Goût	pH	3,91-4,55
		Acidité titrable%	0,06-0,13
Biophysiques	Couleur	L*	76,18-84,80
		a*	14,78-18,55
		b*	17,01-26,76
	Texture	Dureté (N)	29,11 - 33,65
		Force d'extrusion (N)	28,2269016 - 33,1281738
		Temps d'extrusion (s)	5,01-16,79
		Adhérence (N/s)	24,04 - 41,23
	Rhéologie	Viscosité finale (P)	35,15-43,85
		Pic de viscosité (P)	40,44-44,88

2.4- Analyses physico-chimiques du Agbélima

➢ *Matière sèche*

La teneur en matière sèche a été déterminée sur le *Agbélima* frais suivant la méthode AOAC (1984) fondée sur la différence de masse avant et après passage des échantillons au séchoir à 105 °C pendant 72 heures. Pour ce faire, des creusets en aluminium propres et secs sont mis à l'étuve (VENTILine VWR) à 105 °C pendant 1 heure ; ils sont ensuite mis au dessiccateur sous vide pendant 30 minutes ; le poids vide du creuset est pris sur une balance analytique Sartorius (P0); 5 g de l'échantillon sont pesés par creuset (P1) puis l'ensemble est mis à l'étuve (VENTI-Line VWR) pendant 72 heures à 105 °C; une fois l'échantillon séché, les creusets et l'échantillon sont pesés (P2) ; la Teneur en Matière Sèche (MS) est ensuite déterminée par la formule :

MS (%) = ((P2 – P0) / P1) * 100

Les mesures ont été répétées trois fois par échantillon.

➢ *pH et acidité titrable*

Le pH et l'acidité titrable ont été déterminés en deux répétitions sur le *Agbélima* frais suivant le protocole de Nout *et al.* (1989) modifié. La mesure du pH est faite sur 10 g d'échantillon, auquel on ajoute 20 ml d'eau distillée. L'ensemble est homogénéisé par l'agitateur magnétique. Le pH est ensuite déterminé à l'aide du pH-mètre préalablement étalonné avec des solutions tampons de pH4 et pH7. Ensuite, l'eau distillée (70 ml) a été ajoutée au mélange puis le pH est surveillé tout en ajoutant goutte à goutte une solution de NaOH 0,1 N jusqu'à atteindre le pH de la zone de virage de NaOH (8,15). Le Volume de base à l'équivalence est celui affiché sur l'appareil.

Le pourcentage d'acide lactique est calculé par la formule :

AT (% acide lactique) = V x 0.9 /m

Où V= volume de la solution de soude utilisée 0.1 N (en ml) et m = masse d'échantillon prélevée (en g).

2.5- Détermination des caractéristiques biophysiques

➢ *Propriétés rhéologiques de la farine séchée de Agbélima*

Les propriétés rhéologiques des farines du *Agbélima* ont été mesurées à l'aide d'un rhéomètre (HAAKE, Viscotester iQ-Air, Dielselstrasse 2, Allemagne) conformément à la méthode AACC 61-02-01 (2012). Une suspension farine-eau de 25 ml à 8 % (base sèche) de matière sèche a été soumise au profil de température suivant, sous agitation continue à 160 tr/min : maintien à 50 °C pendant 5 min, chauffage de 50 °C à 95 °C pendant 1min, maintien à 95 °C pendant 5 min, refroidissement de 95°C à 50 °C pendant 1min puis maintien à 50 °C pendant 5 min. Quatre paramètres ont été mesurés : le pic de viscosité (viscosité maximale), la viscosité finale, le breakdown et la rétrogradation. Les analyses ont été réalisées en double, les valeurs moyennes ont été calculées et les paramètres de viscosité ont été exprimés en Poise (P).

➢ Texture de la pâte cuite *Agbéli*

L'analyse de la texture a été réalisée par extrusion à l'aide d'un texturomètre (modèle TA-XT plus, Stable Micro Systems, Godalming, Royaume-Uni) équipé d'une cellule d'extrusion (cellule OTTAWA–A/OTC ; plaques d'extrusion A/WBL) avec une cellule de charge de 50 kg. Une masse de 250-300 g des échantillons de la pâte cuite *Agbeli* a été emballée dans un film plastique, codés, transportés vers le laboratoire de la FSA/UAC dans une glacière et conservés dans une étuve à 45°C. Les paramètres d'extrusion appliqués pour chaque échantillon étaient une distance d'extrusion de 80 mm et des vitesses pré-test, test et post-test de 5, 1 et 10 mm sec-1 respectivement. La dureté (g), l'adhérence (g/s) et la force d'extrusion (g) ont été enregistrées pour la caractérisation de la texture de la pâte *Agbéli*, puis convertis plus tard en Newton (N) pour la dureté et la force d'extrusion puis en N/s pour l'adhérence. La mesure a été répétée trois fois par échantillon.

2.6- Traitement et analyses statistiques des données

Les données obtenues ont été enregistrées dans le logiciel MICROSOFT EXCEL 2021 pour la statistique descriptive. Elles ont ensuite été soumises à une analyse de la variance (ANOVA) à un critère de classification avec le test de FISHER utilisant le logiciel XLSTAT 2019 afin d'évaluer les différences ou ressemblances entre paramètres. Toutes les analyses de comparaison ont été réalisées à un seuil de significativité de 5% ($P < 0,05$). Une analyse en composante principale a été effectuée afin de croiser les propriétés rhéologiques de la farine de *Agbélima* et les propriétés texturales de la pâte cuite *Agbéli*.

3- RESULTATS ET DISCUSSION

3.1- Caractéristiques du Agbélima suivant la durée de la fermentation

Au cours des 12 premières heures de fermentation, le pH a chuté de façon rapide et est passé de $5,2 \pm 0,03$ à $4,2 \pm 0,007$ (Figure 2a). Ensuite, au bout de 24 h, la diminution du pH est devenue moins rapide et tendait à rester stable dans l'intervalle $[3,54 \pm 0,01 - 3,98 \pm 0,02]$ jusqu'au bout des 168 h de fermentation. Des valeurs de pH assez proches de ce résultat ont été notées dans d'autres études, notamment sur des échantillons du *Agbélima*, où sont rapportés des pH de 3,94 ± 0,05 (Tchibozo *et al.*, 2020), et des pH compris entre 3,53 et 3,77 (Chabi China *et al.*, 2026). Par ailleurs, alors que la baisse de pH notée dans nos résultats est compris entre 1 et 0,44 point pH, Capo-Chichi et Tchibozo (2019) ont rapporté que le pH décroît de 0,7305 point pH en moyenne avec un abaissement maximal de 0,918 point pH. Cette baisse du pH confirmée par plusieurs sources relèverait de la production d'acides organiques au cours de la fermentation du fait de l'activité des bactéries lactiques (Tchibozo *et al.*, 2020). Inversement au pH, l'acidité titrable a connu une augmentation au cours de la fermentation (Figure 2b). Le profil de l'acidité titrable des deux productions du *Agbélima* frais est similaire bien que suivant les heures de fermentation, les valeurs peuvent être considérablement différentes. Dans tous les cas, on observe une augmentation d'environ 0,4 à environ 0,7% (base sèche). Les valeurs d'acidité titrable finale de la présente étude sont inférieures à celle rapportées par Tchibozo *et al.* (2020) qui étaient de 1,91% et de 2,53% respectivement pour le *Agbélima* sec et le *Agbélima* frais. Dans une étude sur l'*Attiéké*, Assunta (2020) a

rapporté des niveaux d'acidité totale titrable oscillant entre 4,29 ± 0,06% et 4,53 ± 0,13%.

Parmi les échantillons caractérisés en pH et en acidité titrable pour les deux productions, cinq ont été identifiés présentant des valeurs incluses dans la gamme du pH [3,91-4,55] et de l'acidité titrable [0,043-0,16] jugés acceptables par les consommateurs (Chabi-China *et al.*, 2026). Ces échantillons, correspondent pour les deux productions aux heures de prélèvement de 72 h, 96 et 120 h. Ainsi donc, les é

chantillons dont les heures de fermentation sont entre 72-120h ont été retenus pour le second niveau d'identification considérant les propriétés biophysiques de la pâte cuite de *Agbéli*.

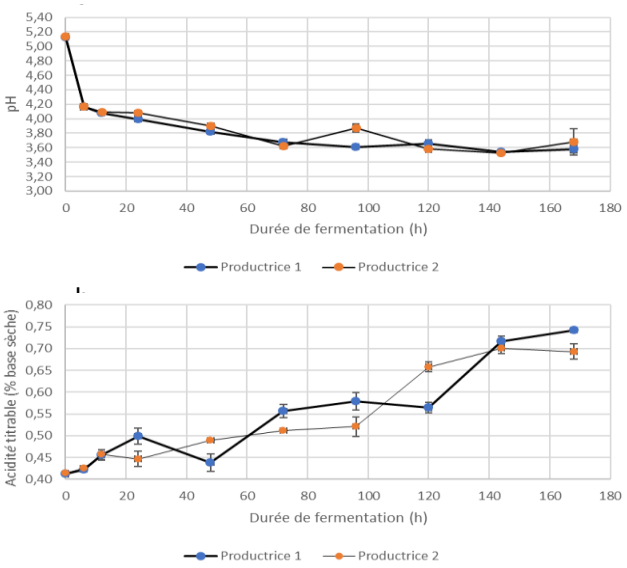


Figure 2: Evolution du pH (a) et de l'acidité titrable (b) des échantillons de Agbélima à différents temps de fermentation.

3.2- Propriété rhéologique de la farine Agbélima

Les propriétés rhéologiques de la farine de *Agbélima* issues de 72 à 120 h de fermentation ont été évaluées à travers le pic de viscosité, la rétrogradation, le breakdown et la viscosité finale (Tableau 3). Globalement, l'effet de la durée de fermentation varie selon le paramètre considéré et selon la productrice.

Pour la viscosité finale, les valeurs observées variaient de 34,3 ± 0,84 P à 40,2 ± 0,07 P. La valeur la plus élevée est obtenue pour l'échantillon de la productrice 1 à 72 h de fermentation (P1–72 h), tandis que la plus faible est enregistrée pour les échantillons de la productrice 2 à 96 et 120 h. Pour la production 1, aucune variation significative de la viscosité finale n'est observée entre 72 et 120 h ($p > 0,05$), contrairement à la production 2 où une diminution est notée dès 96 h. Indépendamment de la durée de fermentation et la production, la viscosité finale des échantillons se situe dans le domaine idéal défini par les consommateurs. Ces valeurs sont supérieures à celles rapportées par Paixão e Silva *et al.* (2021) pour des farines de manioc fermentées pendant quatre à sept jours (23,31 à 25,29 P, avec 1 RVU = 0,12 P), mais se situent dans la marge [19,16 - 54,22 P] observée par Chijioke *et al.* (2022).

Le pic de viscosité a varié de 36,4 ± 0,33 P à 40,0 ± 0,04 P. Pour la production 1, aucune différence significative n'est observée entre les durées de fermentation ($p > 0,05$), avec des valeurs proches de 39 P. En revanche, pour la production 2, une diminution significative du pic de viscosité est notée entre 72 h et 120 h de fermentation. Seul l'échantillon P2–72 h présente un pic de viscosité situé dans le domaine idéal. Les valeurs obtenues restent légèrement inférieures à celles rapportées par Paixão e Silva *et al.* (2021) (41,54 - 46,05 P) et Chijioke *et al.* (2022) (40,5 - 65,76 P). Comparativement au *Lafun*, Bouniol *et al.* (2021) ont rapporté des pics de viscosité nettement plus élevés (59,9 à 64,6 P).

La rétrogradation présente des valeurs comprises entre 2,8 ± 0,31 P et 5,0 ± 1,18 P. Pour la production 1, les valeurs restent stables entre 72 et 120 h, tandis que pour la production 2, une diminution est observée avec l'augmentation du temps de fermentation. Seul le P1-96h se situe dans le domaine idéal de rétrogradation. Les valeurs obtenues sont inférieures à celles rapportées par Paixão e Silva *et al.* (2021), mais se situent dans l'intervalle [4,03 - 19,08 P] défini par Chijioke *et al.* (2022) pour la farine de manioc. En revanche, le *Lafun* présente des valeurs de rétrogradation beaucoup plus élevées (17,5 à 21,9) selon Bouniol *et al.* (2021). Globalement, excepté l'échantillon P1 à 72h, le pic de viscosité est relativement supérieur à la viscosité finale et cela traduit une faible capacité de réassociation (rétrogradation) de l'amidon et/ou de désintégration importante des granules d'amidon (Bouniol *et al.* 2021). L'inverse du phénomène mentionné précédemment explique une viscosité finale élevée comparée au pic de viscosité observée pour l'échantillon P1 à 72h.

La rupture de viscosité break-down a varié de 3,4 ± 0,89 P à 10,0 ± 0,42 P. Les valeurs les plus faibles sont observées pour les échantillons de la production 1 à 72 et 120 h, tandis que les valeurs les plus élevées sont enregistrées pour les échantillons fermentés à 96 h chez les deux productrices. Seuls les échantillons de 96h des 2 productions ont présenté des valeurs de la rupture de viscosité se situant dans le domaine idéal, traduisant une meilleure stabilité de la pâte sous l'effet de la chaleur et du cisaillement. Pour l'ensemble des échantillons, les valeurs obtenues restent nettement inférieures à celles rapportées par Paixão e Silva *et al.* (2021) (26,84 à 40,42 P) pour le manioc fermenté durant quatre à sept jours, et par Bouniol *et al.* (2021) pour le *lafun* (≈22 P). La diminution de la viscosité des produits amylacés au cours de la fermentation a été attribuée à l'hydrolyse de l'amidon par les microorganismes fermentaires (Adinsi *et al.*, 2019). Les résultats obtenus montrent que, parmi les paramètres étudiés, le pic de viscosité est le plus sensible à l'effet de la fermentation et permet de mieux traduire l'évolution du comportement de l'amidon au cours de la transformation du manioc en *Agbélima*. Les différences observées entre les deux productions illustrent la variabilité inhérente aux procédés artisanaux de fabrication du *Agbélima*. Bien que les deux productrices aient suivi le même protocole expérimental, des différences liées aux caractéristiques initiales de la râpure de manioc, à la microflore autochtone du site de production, au degré de râpage et de pressage, à la teneur en eau résiduelle ou aux conditions réelles de fermentation peuvent avoir influencé l'évolution des propriétés rhéologiques. En l'absence d'analyses microbiologiques et d'une caractérisation détaillée de ces facteurs, il n'est cependant pas possible d'attribuer les différences observées à un mécanisme particulier. Ces résultats soulignent la nécessité d'études ultérieures combinant le suivi microbiologique, physicochimique et technologique afin de mieux comprendre les sources de variabilité de la fermentation du *Agbélima*.

Tableau 3: Propriétés rhéologiques de la farine de Agbélima.

Productrice	Durée (h) de fermentation	Pic de viscosité (P)	Rétrogradation (P)	Break down (P)	Viscosité finale (P)
P1	72	38,5[a] ± 0,22	5,0[a] ± 1,18	3,4[a] ± 0,89	37,5a ± 0,07
	96	39,2[a] ± 1,82	9,2[a] ± 1,82	10[a] ± 0,42	38,1 ± 1,41
	120	39,1a ±1,81	5,0[a] ± 0,12	3,4[a] ± 0,53	38,1a ± 1,41
P2	72	40,0[a] ± 0,04	4,4[a] ± 1,13	4,8[a] ± 0,96	39,5a ± 2,05
	96	36,4[b] ± 0,33	6,4[a] ± 0,33	9,7[a] ± 0,26	34,3 ± 0,85
	120	36,4[b] ± 0,33	2,8[a] ± 0,31	5,0[a] ± 0,86	34,3a ± 0,84
Domaine idéal*		[40,44 - 44,88]	[28,56 - 36,69]	[5,56 - 11,89]	[35,15 - 43,85]

Des lettres différentes en exposant dans la même colonne et pour la même production indiquent qu'il existe de différences significatives entre les échantillons (p-value > 0,05). * le domaine idéal indique les caractéristiques pour le meilleur *Agbéli* selon les consommateurs.

3.3- Propriétés texturales de la pâte cuite Agbéli

Les propriétés texturales du Agbéli *ont été évaluées à travers la dureté, la force d'extrusion, la durée d'extrusion et l'adhérence pour des durées de fermentation comprises entre 72 et 120 h (Tableau 4). Les résultats montrent que l'effet de la durée de fermentation sur ces paramètres reste globalement limité pour chacune des deux productions.*

La dureté variait de 24,0 ± 3,59 N à 31,6 ± 5,54 N. La valeur la plus faible est observée pour l'échantillon de la productrice 1 à 96 h, tandis que la plus élevée est obtenue pour l'échantillon de la productrice 2 à 120 h. Pour chacune des deux productions, aucune différence significative n'est observée entre les durées de fermentation (p > 0,05). En référence au domaine idéal défini par les consommateurs ([29,1–33,7 N]), seul l'échantillon P2–120h présente une dureté conforme aux attentes. Les échantillons fermentés à 72 et 96 h présentent globalement des valeurs inférieures au domaine idéal, traduisant une pâte relativement plus molle. Cette observation pourrait s'expliquer par les modifications progressives de la matrice amylacée au cours de la fermentation. En effet, l'acidification du milieu et l'activité enzymatique des microorganismes fermentaires peuvent entraîner une hydrolyse partielle de l'amidon ainsi qu'une modification des polysaccharides de la paroi cellulaire, limitant la formation d'un réseau gélifié plus compact lors de la cuisson. Une telle évolution favorise généralement une meilleure rétention d'eau et conduit à une texture plus souple, caractérisée par une dureté plus faible. Des phénomènes similaires ont été rapportés pour d'autres produits fermentés à base de manioc, où la fermentation influence les propriétés texturales en modifiant les caractéristiques fonctionnelles de l'amidon (Ze et al.*, 2020; Paixão e Silva* et al.*, 2021 ; Bouniol* et al.*, 2021). Toutefois, les différences observées dans la présente étude demeurent limitées et ne sont pas statistiquement significatives (p > 0,05), suggérant que, dans l'intervalle de fermentation étudié (72–120 h), la durée de fermentation n'affecte que modérément la dureté du* Agbéli.

La force d'extrusion présentait des valeurs comprises entre 23,2 ± 3,94 N et 30,6 ± 4,99 N. Les valeurs les plus faibles sont obtenues pour l'échantillon P1–96 h, tandis que la plus élevée est observée pour l'échantillon P2–120 h. Aucune variation significative liée à la durée de fermentation n'est observée au sein de chaque production (p > 0,05). Les échantillons P2–120 h, et dans une moindre mesure P2–96 h, présentent des forces d'extrusion proches ou incluses dans le domaine idéal ([28,2–33,1 N]), suggérant une meilleure résistance mécanique de la pâte lors de l'extrusion.

La durée d'extrusion variait de 20,6 ± 8,49 s à 25,2 ± 2,56 s. Les valeurs les plus faibles sont observées pour les échantillons de la production 2, tandis que les plus élevées concernent les échantillons de la production 1 à 96 et 120 h. Aucun des échantillons analysés ne présente une durée d'extrusion située dans le domaine idéal ([5,0–16,8 s]), indiquant une extensibilité insuffisante de la pâte cuite, indépendamment de la durée de fermentation considérée.

L'adhérence varie de 17,4 ± 3,68 N/s à 32,04 ± 4,05 N/s. Les valeurs les plus faibles sont observées pour l'échantillon P2–72 h, tandis que les plus élevées sont enregistrées pour l'échantillon P1–120 h. Pour chacune des deux productions, aucune différence significative n'est observée entre les durées de fermentation (p > 0,05). Les échantillons P1–72 h, P1–120 h et P2–120 h présentent des valeurs d'adhérence se situant dans le domaine idéal ([24,1–41,2 N/s]), traduisant une meilleure cohésion et une texture plus appréciée par les consommateurs.

Dans l'ensemble, les échantillons de la production 2 se distinguent par des valeurs plus élevées de dureté et de force d'extrusion, tandis que ceux de la production 1 présentent généralement une adhérence plus élevée. Toutefois, les analyses statistiques indiquent qu'il n'existe pas de différences significatives entre les échantillons au sein de chaque production, et que la durée de fermentation au-delà de 72 h n'a pas d'effet significatif sur les paramètres texturaux mesurés.

Ces résultats paraissent surprenants au regard du rôle généralement attribué à la fermentation dans l'amélioration des propriétés texturales des pâtes fermentées. En effet, l'acidification précoce induite par les bactéries lactiques provoque une hydrolyse limitée de l'amidon et une modification de sa capacité de gonflement et de rétention d'eau, tandis que le ralentissement de l'activité fermentaire au-delà de 72 h limite les changements structuraux supplémentaires (Paixão e Silva et al.*, 2021). Après cuisson, la texture dépend principalement de la rétrogradation de l'amidon, correspondant à la réassociation des chaînes d'amylose puis d'amylopectine en un réseau tridimensionnel qui confère fermeté et cohésion à la pâte (Paixão e Silva* et al.*, 2021). La légère augmentation de la dureté et de la force d'extrusion observée, notamment pour la production 2, pourrait ainsi refléter un meilleur équilibre entre l'hydrolyse de l'amidon pendant la fermentation et sa rétrogradation lors du refroidissement. Des observations similaires ont été rapportées par Alamu* et al*. (2017), qui montrent que les propriétés mécaniques des pâtes de manioc sont principalement gouvernées par les interactions entre la gélatinisation et la rétrogradation de l'amidon. Par ailleurs, Bouniol* et al*. (2021) ont obtenu pour le* Lafun *des valeurs de dureté plus faibles, illustrant l'influence des procédés technologiques sur ces mécanismes.*

Sur la base de ces résultats, il apparaît que 72 h de fermentation sont suffisantes pour stabiliser les propriétés texturales de la pâte cuite Agbéli*. Toutefois, les valeurs obtenues à cette durée ne répondent pas systématiquement aux domaines idéaux définis par les consommateurs. En considérant l'ensemble des paramètres texturaux, une durée de fermentation de 96 à 120 h, en particulier pour la production 2, semble plus appropriée pour se rapprocher des caractéristiques texturales attendues par les consommateurs.*

*Tableau 4: Propriétés texturales des échantillons de pâte cuite A*gbéli.

Productrices	Durée (h) de fermentation	Dureté (N)	Force d'extrusion (N)	Durée d'extrusion (s)	Adhérence (N/s)
P1	72	26,9[a] ± 6,41	25,8[a] ± 3,50	23,5[a] ± 0,55	29,00[a] ± 4,66
	96	24,0 ± 3,59	23,2 ± 3,94	25,2 ± 2,56	32,0 ± 9,52[#]
	120	26,8[a] ± 4,84	25,6[a] ± 4,25	25,2[a] ± 2,56	32,04[a] ± 4,05
P2	72	24,81[a]± 1,54	24,11[a] ± 1,09	20,6[a] ± 8,49	17,4[a] ± 3,68
	96	26,1[a] ± 3,65	25,3 ± 3,68	21,2 ± 3,86	21,13 ± 7,55
	120	31,6[a] ± 5,54	30,6[a] ± 4,99	21,1[a] ± 3,56	22,13[a] ± 3,55
Domaines idéaux*		[29,1-33,7]	[28,2-33,1]	[5,0-16,8]	[24,1-41,2]

Des lettres différentes en exposant dans la même colonne et pour la même production indiquent qu'il existe de différences significatives entre les échantillons (p-value > 0,05). * le domaine idéal indique les caractéristiques du meilleur *Agbéli* selon les consommateurs. [#]La valeur absolue est considérée et appartient donc dans le domaine optimal.

3.4- Croisement entre les propriétés rhéologiques de la farine de Agbelima et texturales de la pâte Agbéli

Afin de mieux appréhender les relations entre les propriétés rhéologiques de la farine fermentée et les propriétés texturales de la pâte cuite *Agbéli*, une analyse en composantes principales (ACP) avec représentation en bi-plot a été réalisée (Figure 3). Cette approche multivariée a permis de visualiser simultanément la structuration des échantillons et les corrélations entre les paramètres technologiques, puis d'identifier les profils les plus proches des caractéristiques texturales attendues par les consommateurs.

L'analyse a particulièrement mis en évidence la structuration des échantillons. Les deux premiers axes expliquent 87,5 % de la variabilité totale, traduisant une forte cohérence des données. L'axe 1 oppose un comportement visqueux de l'amidon, caractérisé par des pics de viscosité et des viscosités finales élevées, à un comportement plus structuré de la pâte cuite, marqué par une augmentation de la dureté, de la force d'extrusion et de l'adhérence. L'axe 2 est principalement associé aux phénomènes de rétrogradation de l'amidon. Les échantillons fermentés pendant 96 à 120 h, en particulier ceux de la production 2, se positionnent dans une zone correspondant à un meilleur compromis entre propriétés rhéologiques et texturales, en adéquation avec les attentes des consommateurs.

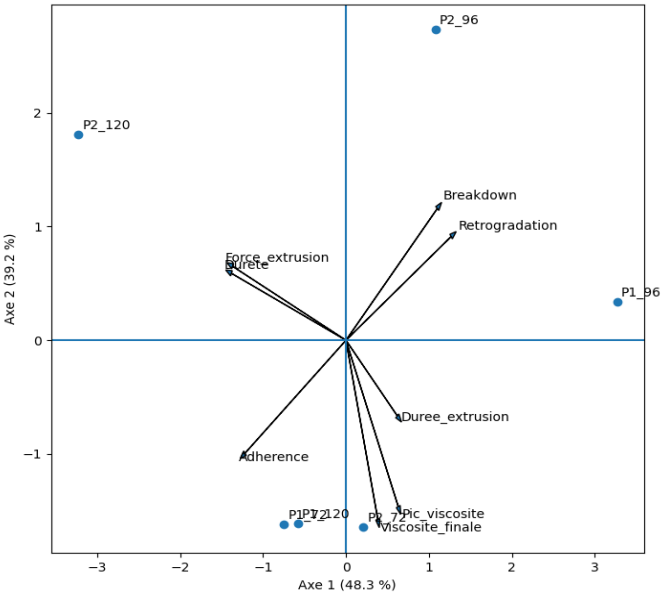


Figure 3. Analyse en composantes principales (ACP) croisant les propriétés rhéologiques de la farine de Agbélima et les propriétés texturales de la pâte cuite Agbéli. Les flèches représentent les variables technologiques et les points représentent les échantillons (productrice × durée de fermentation).

4. Conclusion

Les résultats de la présente étude ont montré que la durée de fermentation influence de manière déterminante les propriétés physico-chimiques du *Agbélima*, avec une chute rapide du pH en début de fermentation suivie d'une stabilisation, tandis que l'acidité titrable augmente progressivement, confirmant leur évolution inverse. L'utilisation de domaines idéaux d'acceptabilité consommateur a permis de cibler une fenêtre de fermentation pertinente, puis de valider cette pré-sélection par les propriétés biophysiques de la farine et de la pâte cuite. Sur le plan rhéologique, la viscosité finale reste globalement compatible avec les attentes des consommateurs, tandis que le pic de viscosité apparaît comme le paramètre le plus sensible à l'évolution de la fermentation, avec des réponses qui dépendent de la production. Sur le plan textural, les variations entre 72 et 120 h restent statistiquement limitées au sein de chaque production, mais l'analyse conjointe des paramètres a montré que les échantillons fermentés 96 – 120 h, en particulier pour la production 2, offrent le meilleur compromis vis-à-vis des caractéristiques attendues (dureté, force d'extrusion et adhérence). L'analyse multivariée confirme cette lecture intégrée en positionnant les échantillons 96–120 h dans la zone la plus favorable au croisement rhéologie–texture. En pratique, une durée de fermentation de 96 h (4 jours) peut être recommandée comme durée cible opérationnelle pour produire un *Agbélima* se rapprochant des attentes des consommateurs, tout en limitant le temps de procédé.

Cette étude présente néanmoins certaines limites. Bien qu'une étude parallèle ait abordé l'aspect variétal, les résultats présentés dans la présente étude portent sur une seule variété de manioc et deux productions artisanales, ce qui ne permet pas de prendre pleinement en compte la variabilité liée au génotype, aux conditions de production, aux communautés microbiennes de la fermentation et aux pratiques des transformateurs. Par ailleurs, les évaluations ont porté sur les propriétés physico-chimiques, rhéologiques et texturales du produit fraîchement obtenu après chaque fermentation, sans considérer l'évolution de ces caractéristiques au cours du stockage.

Des études ultérieures sont alors nécessaires pour élucider ces aspects.

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude envers les nombreux transformateurs, consommateurs et autres parties prenantes pour leur participation à l'étude ainsi que pour leurs échanges francs et constructifs.

Déclaration de conflit d'intérêts

La recherche a été menée en l'absence de toute relation financière ou commerciale entre les auteurs pouvant être à l'origine d'un éventuel conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs

LACC a participé à la collecte des données, leur analyse, la rédaction des versions successives du manuscrit. LA a participé à l'analyse des données, à la rédaction et à la correction du manuscrit.SWP a participé à la conception du manuscrit, à la rédaction et la correction du manuscrit, et à la supervision de l'équipe. AWA, MTKG et FH ont participé à la collecte des données. MH a participé à la conception du manuscrit, à l'analyse des données, à la rédaction et à la correction du manuscrit. FJC et NHA ont lu et corrigé le manuscrit.

6. Références

AACC (2012) *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*, 8th edn. St. Paul, MN, USA.

Adinsi, L., Akissoé, N., Escobar, A., Prin, L. and Kougblenou, N. (2019) 'Sensory and physicochemical profiling of traditional and enriched gari in Benin', *Food Science & Nutrition*, 7(10), pp. 3338–3348. https://doi.org/10.1002/fsn3.1201

Adinsi, L., Mestres, C., Akissoé, N., Vieira-Dalodé, G., Anihouvi, V., Durand, N. and Hounhouigan, D.J. (2017) 'Comprehensive quality and potential hazards of gowe, a malted and fermented cereal beverage from West Africa: a diagnostic for future re-engineering', *Food Control*, 82, pp. 18–25. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.06.019

Alamu, E.O., Maziya-Dixon, B., & Dixon, A.G. (2017). Evaluation of proximate composition and pasting properties of high quality cassava flour (HQCF) from cassava genotypes (*Manihot esculenta*, Crantz) of β-carotene-enriched roots. *LWT*, 86, pp. 501-506. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.040.

AOAC (1984) *Official methods of analysis*, 14th edn. Association of Official Analytical Chemists.

Assunta, A. A. (2020). Production et conservation de la semoule de manioc (*Attiéké*), dans la ville de Bouaké (Côte d'Ivoire). *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé*, 3(5), pp. 93-108.

Bouniol, A., Adinsi, L., Padonou, S.W., Hotegni, F., Gnanvossou, D., Tran, T. and Akissoé, N. (2021) 'Rheological and textural properties of lafun from improved cassava varieties', International Journal of Food Studies, 56(3), pp. 1278–1288. https://doi.org/10.1111/ijfs.14902

Capo-Chichi, M.R., & Tchibozo, M.A.D. (2019). Évolution des flores d'altération et des pathogènes au cours de la fermentation d'agbélima, un dérivé du manioc (*Manihot esculenta*, Crantz, Euphorbiaceae) au Bénin. *Afrique Science*, 15(3), pp. 94-101.

Capo-Chichi, M.R., Adjagodo, A., Tchibozo, M.A.D., Adoukonou, H.S., Tchobo, P.F., Ahanhanzo, C. and Agbangla, C. (2019) 'Metal micropollutant contamination of agbelima produced in southern Benin', *International Journal of Advanced Research*, 7(12), pp. 198–206.

Chabi China, L.A., Adinsi, L., Padonou, W., Awolo, A., Gayet, M., Hotègni, F., Houngbédji, M., Chadare, F. and Akissoé, N. (2026) 'Food quality profile of fermented cassava dough: a tool for value chain upgrading', *Journal of the Science of Food and Agriculture. JSFA Reports*, pp 280-287. https://doi.org/10.1002/jsf2.70052

Chijioke, U., Osodeke, S.C., Ogunka, N.P., Okoye, B.C., Njoku, D., & Egesi, C.N. (2022). Pasting properties of flour processed from NRCRI cassava crossing block trial. *Nigerian Agricultural Journal* 53(2), pp. 337-340.

Cirad (2023). Synthèse de la feuille de route racines et tubercules: Vers une culture durable des racines et tubercules [2023-2033]. https://www.cirad.fr/nos-activites-notre-impact/filieres-agricoles-tropicales/racines-et-tubercules/contexte-et-enjeux. Consulté le 30 Août 2026.

Disashi, F.P.D., Djamba, E.O., Kitengye, E.K., Moango, A.M., Dianzuangani, D.L., Kalonji, A.M., & D'a, M.C.L.D. (2026). Influence du pH de l'eau sur l'élimination de cyanure au cours de la fermentation du manioc recolté à Maluku, République Démocratique du Congo. *Revue Congolaise des Sciences et Technologies*, 5(2), pp. 709-716. https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i2.279

FAO and FIDA (2005) *Cassava production guidelines*. Available at: https://www.fao.org/3/a0154e/A0154E14.htm.

FAO (2024) *FAOSTAT database*. Available at: https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL/visualize.

Houedegnon, P., Xu, B., Fangninou, F. F., and Boton, D. M. (2019). Climate change and potential health effect in Benin, West Africa. *International Journal of Scientific and Research Publications* 9(9), pp. 625-633.

Fleury, M. (2024). Le manioc, l'arouman et la couleuvre. *La Garance Voyageuse*, (144), pp. 53-56.

Halake, N.H., & Chinthapalli, B. (2020). Fermentation of traditional African cassava based foods: microorganisms role in nutritional and safety value. *Journal of Experimental Agriculture International*, 42(9), pp. 56-65. https://doi.org/10.9734/JEAI/2020/v42i930587

Kamuna, I.B.A.K., & Kalala, A.K. (2023). Apport de la méthode de détoxification par humidification de la farine de manioc dans la lutte contre le Konzo dans le district de Kwango. *Revue des Sciences de la Santé*, 2(1), pp. 29-33. https://doi.org/10.71004/rss.023.v2.i1.15

Nago, C.M. and Hounhouigan, D.J. (1998) *Traditional food processing of roots and tubers in Benin*. Cotonou: CERNA.

Nout, M.R., Rombouts, F.M., & Havelaar, A. (1989). Effect of accelerated natural lactic fermentation of infant good ingredients on some pathogenic microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 8(4), pp. 351-361. https://doi.org/10.1016/0168-1605(89)90006-8.

Paixão e Silva, G.D.L., Bento, J.A.C., Oliveira, A.R., Garcia, M.C., Soares Júnior, M.S., & Caliari, M. (2021). Pasting and thermal properties of fermented cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). *Journal of Food Science and Technology*, 58(4), pp. 1441-1448. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04656-3

Pereira J.M., Aquino A.C.M.D.S., Oliveira D.C.D., Rocha G., Francisco A.D., Barreto P.L.M., et al. (2016). Characteristics of cassava starch fermentation wastewater based on structural degradation of starch granules. *Ciência Rural*. 46, pp.732–738. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150632

Tchibozo, M.A.D., Capo-Chichi, M.R., Ladekan, E., Adjagodo, A., Houansou, G.D. and Agbangla, C. (2020) 'Influence of drying conditions on agbelima characteristics', *Afrique Science*, 17(5), pp. 151–161.

Ze, N.N., Ndjouenkeu, R. & Essia Ngang, J.J. (2020), Effect of accelerated retting process on physiochemical and pasting properties of cassava

flours. *Asian Food Science Journal*, 15(4), pp. 45–52. https://doi.org/10.9734/afsj/2020/v15i430160.

SCIENCES ET TECHNOLOGIES

pour une Agriculture Durable

Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture



UNIVERSITE NATIONALE D'AGRICULTURE

https://stsa.una.bj/index.php/st