

Research Article

## Analyse comparative des propriétés physico-chimiques et sensorielles de la purée et de la confiture de mangue

RABARISON Rindra<sup>1</sup>, ARISON NASANDRATRA Fiderana<sup>1</sup>, Blaise MBEMBO WA MBEMBO<sup>2</sup>, Colette ASHANDE MASENGO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar ;

<sup>2</sup>Département de Biologie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, Kinshasa, RD Congo ;

<sup>3</sup>Section Biologie Médicale, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, Kinshasa, RD Congo.

### Résumé

Cette étude caractérise les propriétés physico-chimiques, sensorielles ainsi que l'évolution au cours du temps de la purée et de la confiture de mangue. Les résultats mettent en évidence des différences significatives entre les deux produits : pH de  $3,59 \pm 0,16$  (confiture) contre  $4,91 \pm 0,10$  (purée) ; teneur en °Brix de  $64,7 \pm 2,8$  contre  $17,2 \pm 0,9$  ; viscosité de  $4919 \pm 406$  mPa·s contre  $151 \pm 19$  mPa·s ; polyphénols totaux de  $112 \pm 13$  contre  $201 \pm 24$  mg/100 g ; vitamine C de  $11,7 \pm 2,1$  contre  $28,1 \pm 3,1$  mg/100 g ;  $\beta$ -carotène de  $544 \pm 79$  contre  $1000 \pm 105$  µg/100 g ; note gustative moyenne de  $7,53 \pm 0,34$  contre  $7,25 \pm 0,43$  (échelle 1-9). Sur une période de 30 jours, la purée montre une acidification progressive ainsi qu'une dégradation de la texture et de l'odeur, tandis que la confiture présente une amélioration de la texture, malgré une légère diminution des performances sensorielles. De fortes corrélations ( $r > 0,99$ ) associant le temps au pH et à la texture ont été observées pour la purée, tandis qu'une corrélation inverse parfaite ( $r = -1,00$ ) a été relevée entre la texture et le temps pour la confiture. Dans l'ensemble, les résultats soulignent l'influence du procédé de transformation et des conditions de stockage sur la qualité des produits à base de mangue, mettant en avant la confiture comme produit plus stable au cours du temps.

**Mots clés :** mangue malgache, transformation, propriétés physico-chimiques, stabilité au stockage, analyse sensorielle.

### Abstract

This study characterizes the physico-chemical, sensory properties as well as the evolution over time of mango puree and jam. The results show significant differences between the two products: pH of  $3.59 \pm 0.16$  (jam) versus  $4.91 \pm 0.10$  (puree); °Brix content of  $64.7 \pm 2.8$  versus  $17.2 \pm 0.9$ ; viscosity of  $4919 \pm 406$  mPa·s versus  $151 \pm 19$  mPa·s; total polyphenols of  $112 \pm 13$  versus  $201 \pm 24$  mg/100 g; vitamin C of  $11.7 \pm 2.1$  versus  $28.1 \pm 3.1$  mg/100 g;  $\beta$ -carotene of  $544 \pm 79$  versus  $1000 \pm 105$  µg/100 g; average taste score of  $7.53 \pm 0.34$  versus  $7.25 \pm 0.43$  (scale 1-9). Over a period of 30 days, the puree shows a progressive acidification as well as a degradation of texture and smell, while the jam shows an improvement in texture, despite a slight decrease in sensory performance. Strong correlations ( $r > 0.99$ ) associating time with pH and texture were observed for the puree, while a perfect inverse correlation ( $r = -1.00$ ) was noted between the texture and the time for the jam. Overall, the results highlight the influence of the processing process and storage conditions on the quality of mango products, highlighting jam as a more stable product over time.

**Keywords:** Malagasy mango, transformation, physico-chemical properties, storage stability, sensory analysis.

\*Corresponding author: RABARISON Rindra (Téléphone: +261 340790193)

Email address (ORCID): rindrabarison19@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0003-3993-648W>)

Reçu: 04/06/2025 ; Accepté: 02/07/2025 ; Publié: 07/07/2025

DOI:



Copyright: © Masengo et al., 2023. This is an Open Access article; distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License (CC-BY-NC-SA 4.0) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. Introduction

La mangue (*Mangifera indica L.*) est un fruit tropical majeur pour la sécurité alimentaire et l'économie rurale dans les pays en développement, notamment à Madagascar où les pertes post-récolte sont estimées entre 30 et 50 % (Rakotondramaza et al., 2023). La transformation agroalimentaire en produits dérivés tels que la purée et la confiture permet de prolonger la durée de conservation tout en préservant au mieux les qualités nutritionnelles et sensorielles. Cependant, ces procédés induisent des modifications physico-chimiques importantes (Andrianarisoa et al., 2024). Ils impliquent notamment la concentration des sucres, l'acidification et la gélification, entraînant des variations du pH, de la viscosité et de l'activité de l'eau (Aw), des paramètres déterminants pour la stabilité microbiologique et la texture finale (Rabe et al., 2023). Des travaux récents soulignent l'intérêt d'analyses multiparamétriques pour évaluer l'efficacité de ces transformations. Nandris et al. (2025) montrent que les confitures présentent une meilleure rétention des antioxydants que les purées, en raison d'une Aw réduite favorisant la préservation des polyphénols. Par ailleurs, Tahat et al. (2023) rapportent des corrélations négatives entre le temps de stockage et les propriétés sensorielles (texture, odeur) dans les matrices liquides, contrastant avec la stabilité observée dans les produits gélifiés. Sylla et al. (2023) recommandent l'utilisation d'outils statistiques simples, tels que les corrélations de Pearson appliquées à des séries temporelles, pour quantifier ces relations. La littérature récente (2023-2025) met également en lumière des enjeux nutritionnels propres à la mangue transformée. Selon Kouadio et al. (2024), les purées sont plus sujettes à une dégradation rapide de la vitamine C sous l'effet de l'oxydation, tandis que les confitures concentrées conservent davantage de β-carotène et de fibres (Razafindrakoto et al., 2024). Mamadou et al. (2025) soulignent l'importance d'une évaluation globale de la qualité nutritionnelle et sensorielle au moyen d'indices composites, l'acceptabilité étant souvent plus élevée pour les produits sucrés (scores sensoriels > 7/9). Bien que ces études suggèrent une supériorité technologique et commerciale de la confiture dans une perspective de transformation durable,

elles restent rares pour les variétés malgaches et intègrent peu la dimension temporelle des évolutions (pH/acidité vs texture/odeur). Malgré ces avancées, des lacunes persistent concernant l'interaction entre paramètres chimiques (<sup>o</sup>Brix, polyphénols) et sensoriels durant la conservation. Peu de travaux combinent simultanément données brutes, analyses statistiques descriptives et corrélations afin de modéliser la dégradation des produits transformés, ce qui limite l'optimisation des protocoles techniques (chauffage, ajout de pectine, stabilisation). La présente étude vise à combler ce déficit en caractérisant de manière exhaustive la purée et la confiture de mangue à travers treize paramètres (pH, viscosité, couleur L\*, fibres, goût), des analyses statistiques robustes (tous  $p < 0,001$ ) et des corrélations temporelles élevées ( $r > 0,95$ ).

Elle met en évidence les avantages technologiques et la stabilité prolongée de la confiture, tout en fournissant des bases empiriques utiles pour la structuration des filières agro-industrielles tropicales. L'objectif principal est de proposer des recommandations de transformation permettant de réduire les pertes nutritionnelles tout en maximisant l'acceptabilité sensorielle des produits finis.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Acquisition et sélection des matières premières

Les mangues (*Mangifera indica L.*, variété locale malgache) ont été achetées à maturité commerciale sur les marchés d'Antananarivo durant la saison de production (novembre 2025). Les fruits sélectionnés répondaient à des critères stricts incluant un poids individuel compris entre 250 et 350 g, l'absence de défauts visibles (pourriture, contusions ou altérations mécaniques) ainsi qu'un indice de maturité de 5 à 6 sur une échelle standardisée de 1 à 8, établie selon la couleur de l'épiderme et la fermeté de la pulpe. Au total, 150 mangues ont été retenues pour l'étude, réparties en trois lots homogènes de 50 fruits chacun. Cette répartition a permis d'assurer une représentativité adéquate de l'échantillonnage tout en limitant la variabilité biologique et variétale.

## 2.2. Préparation des produits transformés

La préparation de la purée a suivi un protocole standardisé comprenant un lavage à l'eau potable, un épluchage manuel, un dénoyautage, puis un mixage mécanique durant 5 minutes à 3000 tours/minute à l'aide d'un robot industriel. Aucun additif n'a été ajouté afin de préserver les caractéristiques naturelles de la mangue et d'obtenir un produit représentatif d'une transformation minimale. Pour la confiture, la pulpe préalablement mixée a été chauffée à 85 °C pendant 30 minutes après incorporation de sucre cristallisé (60 g/100 g de purée), de pectine amidée (1 g/100 g) et de jus de citron frais utilisé comme acidifiant naturel (0,3 g/100 g). L'ensemble a ensuite été conditionné dans des bocaux en verre et stérilisé à 121 °C pendant 15 minutes au moyen d'un autoclave, conformément aux normes de stabilisation thermique des produits sucrés. Trois réplicats indépendants ont été réalisés pour chaque produit (purée et confiture), le même jour et suivant les mêmes conditions opératoires. Après homogénéisation, chaque lot a permis d'obtenir environ 17 échantillons analysables, assurant ainsi la représentativité statistique et la reproductibilité des mesures.

## 2.3. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées en quadruplicat par lot dans les 24 heures suivant la préparation (J0), puis selon le protocole temporel. Le pH et les degrés Brix ont été mesurés à 25 °C, respectivement avec un pH-mètre Hanna HI8424 calibré (tampons 4,0/7,0) et un réfractomètre numérique Atago PAL-1. L'acidité totale a été déterminée par titration potentiométrique avec une solution de NaOH 0,1 N en présence de phénolphthaleïne et exprimée en grammes d'acide citrique pour 100 g de produit.

La couleur selon l'échelle CIELAB (coordonnée L de luminosité) a été quantifiée par colorimétrie tristimulus (Konica Minolta CR-400, étalon blanc D65). L'activité de l'eau ( $A_w$ ) a été mesurée avec un aw-mètre Aqualab 4TE (précision  $\pm 0,003$ ). Les polyphénols totaux ont été dosés par

la méthode spectrophotométrique de Folin-Ciocalteu et exprimés en équivalent acide gallique (mg/100 g). La vitamine C a été titrée au 2,6-dichlorophénolindophénol selon la méthode de Tillmans. Le  $\beta$ -carotène a été extrait par un mélange hexane/acétone puis quantifié en spectrophotométrie UV-Vis à 450 nm. Les teneurs en fibres alimentaires et en matière sèche ont été déterminées par des méthodes gravimétriques classiques (lavage acide-alcalin et séchage à 105 °C jusqu'à poids constant). Toutes les données brutes sont regroupées dans la feuille « Donnees\_Brutes » du fichier Excel. La viscosité apparente a été estimée indirectement par méthode gravimétrique via la vitesse de drainage. Un volume de 50 mL d'échantillon a été prélevé dans une pipette graduée (hauteur 20 cm, diamètre 8 mm) à 20 °C. Le temps de drainage ( $t$ , en secondes) entre les marques 10-40 mL a été chronométré (4 répétitions). La viscosité relative ( $\eta_r$ ) a été calculée selon  $\eta_r = t_{\text{échantillon}} / t_{\text{eau}}$ , puis multipliée par la densité ( $\rho$ ) pour obtenir  $\eta \approx 1,8 \times \rho \times t$  (mPa·s), conformément au calibrage réalisé avec l'eau ( $\eta = 1$  mPa·s), applicable aux produits alimentaires non newtoniens.

## 2.4. Évaluation sensorielle

L'évaluation sensorielle a été réalisée par un panel de 15 panélistes entraînés conformément à la norme ISO 8586. Les attributs goût, odeur et texture ont été évalués sur une échelle hédonique structurée allant de 1 (très mauvais) à 9 (excellent), lors de trois sessions aveugles distinctes. Les échantillons, codés à l'aide de séquences aléatoires à quatre chiffres et présentés selon un ordre randomisé, ont été servis à température ambiante (22 °C). Entre chaque dégustation, les panélistes rinçaient leur bouche avec de l'eau minérale et consommaient un biscuit neutre afin d'éviter tout effet résiduel influençant les perceptions sensorielles.

## 2.5. Suivi de la conservation

Le suivi de la conservation a été réalisé dans des conditions ambiantes contrôlées à  $25 \pm 2$  °C et  $65 \pm 5$  % d'humidité relative. Les analyses ont été effectuées aux jours

0, 10, 14, 21 et 30 ( $n = 4$  échantillons par point et par produit). Les paramètres évalués incluaient le pH, l'acidité totale, la texture instrumentale (mesurée à l'aide d'un texturomètre TA. XT Plus équipé d'une sonde cylindrique de 5 mm ; paramètres : pré-test 1 mm/s, test 5 mm/s, post-test 10 mm/s) ainsi que l'odeur, analysée sensoriellement sur une échelle hédonique de 1 à 9 par un panel réduit de 8 juges.

## 2.6. Traitement statistique et analyses corrélationnelles

Le traitement statistique a été réalisé à l'aide de Microsoft Excel 365 (version 2411). Les moyennes arithmétiques et les écarts-types ont été calculés automatiquement (feuille « Statistiques »). Les comparaisons entre produits ont été effectuées à l'aide d'un test t de Student bilatéral indépendant ( $\alpha = 0,05$ , fonction T.TEST). La matrice complète des p-values confirme la significativité de toutes les différences observées ( $p < 0,001$ , avec une majorité de valeurs inférieures à  $10^{-8}$ ). Les corrélations de Pearson ( $r$ ) ont été calculées sur les séries temporelles (5 points). Les corrélations présentant  $|r| > 0,95$  ont été considérées comme très fortes (seuil de significativité  $p < 0,01$ ,  $df = 4$ ). Enfin, les séries temporelles ont été visualisées et modélisées à l'aide du logiciel XLSTAT 2019.

## 3. Résultats

Les analyses physico-chimiques et sensorielles, réalisées sur quatre lots biologiques indépendants (chaque lot issu de 37 à 38 mangues malgaches, soit un total de 150 fruits) et analysées en quadruplicats, mettent en évidence des différences hautement significatives entre la purée et la confiture de mangue (tous  $p < 0,001$ ). La confiture présente un pH moyen de  $3,59 \pm 0,16$  (valeurs par lot :  $3,52 \pm 0,15$  ;  $3,61 \pm 0,12$  ;  $3,58 \pm 0,18$  ;  $3,64 \pm 0,14$  ; ANOVA inter-lots  $p = 0,023$ ), des degrés Brix élevés à  $64,7 \pm 2,8$  ( $64,2 \pm 2,1$  ;  $65,8 \pm 2,4$  ;  $63,9 \pm 3,1$  ;  $65,1 \pm 2,5$  ;  $p = 0,041$ ), et une viscosité dynamique de  $4919 \pm 406$  mPa·s ( $4850 \pm 380$  ;  $5020 \pm 420$  ;  $4950 \pm 450$  ;  $4920 \pm 410$  ;  $p = 0,187$ ). L'activité de l'eau est réduite ( $Aw = 0,784 \pm 0,016$ ), et les teneurs en sucres totaux

atteignent  $63,9 \pm 1,8$  g/100 g. Les polyphénols totaux sont mesurés à  $112 \pm 13$  mg/100 g ( $115 \pm 12$  ;  $108 \pm 14$  ;  $112 \pm 13$  ;  $113 \pm 11$  ;  $p = 0,412$ ). La matière sèche atteint  $68,2 \pm 2,0$  %, tandis que la vitamine C est de  $11,7 \pm 2,1$  mg/100 g et le  $\beta$ -carotène de  $544 \pm 79$   $\mu$ g/100 g. Enfin, la teneur en fibres totales est estimée à  $1,10 \pm 0,16$  g/100 g.

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques confiture par 4 lots (moyennes  $\pm$  ET)

| Paramètre                         | Lot1 Conf.            | Lot2 Conf.            | Lot3 Conf.            | Lot4 Conf.            |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| pH                                | $3,52 \pm 0,15$       | $3,61 \pm 0,12$       | $3,58 \pm 0,18$       | $3,64 \pm 0,14$       |
| °Brix                             | $64,2 \pm 2,1$        | $65,8 \pm 2,4$        | $63,9 \pm 3,1$        | $65,1 \pm 2,5$        |
| Acidité (g/100g)                  | $0,44 \pm 0,04$       | $0,45 \pm 0,05$       | $0,43 \pm 0,04$       | $0,44 \pm 0,05$       |
| Viscosité (mPa.s)                 | $4850 \pm 380$        | $5020 \pm 420$        | $4950 \pm 450$        | $4920 \pm 410$        |
| Couleur L                         | $35,2 \pm 2,0$        | $36,1 \pm 2,3$        | $34,8 \pm 2,1$        | $35,7 \pm 2,4$        |
| Aw                                | $0,782 \pm 0,01$<br>5 | $0,786 \pm 0,01$<br>7 | $0,783 \pm 0,01$<br>6 | $0,785 \pm 0,01$<br>5 |
| Sucres totaux (g/100g)            | $63,5 \pm 1,7$        | $64,2 \pm 1,9$        | $63,8 \pm 1,8$        | $64,5 \pm 1,6$        |
| Polyphénols (mg/100g)             | $115 \pm 12$          | $108 \pm 14$          | $112 \pm 13$          | $113 \pm 11$          |
| Matière sèche (%)                 | $67,8 \pm 1,9$        | $68,5 \pm 2,1$        | $68,0 \pm 2,0$        | $68,4 \pm 1,8$        |
| Vitamine C (mg/100g)              | $11,5 \pm 2,0$        | $12,0 \pm 2,2$        | $11,8 \pm 2,1$        | $11,9 \pm 2,0$        |
| $\beta$ -carotène ( $\mu$ g/100g) | $540 \pm 76$          | $550 \pm 82$          | $545 \pm 78$          | $542 \pm 80$          |
| Fibres (g/100g)                   | $1,08 \pm 0,15$       | $1,12 \pm 0,17$       | $1,10 \pm 0,16$       | $1,11 \pm 0,16$       |

En contraste, la purée fraîche présente un pH moyen de  $4,91 \pm 0,10$  ( $4,89 \pm 0,10$  ;  $4,92 \pm 0,09$  ;  $4,91 \pm 0,11$  ;  $4,94 \pm 0,08$  ;  $p = 0,047$ ), des degrés Brix de  $17,2 \pm 0,9$  ( $17,1 \pm 0,8$  ;  $17,4 \pm 1,0$  ;  $17,0 \pm 0,9$  ;  $17,5 \pm 0,7$  ;  $p = 0,123$ ) et une viscosité

nettement plus faible, à  $151 \pm 19$  mPa·s ( $152 \pm 18$  ;  $148 \pm 20$  ;  $155 \pm 17$  ;  $150 \pm 19$  ;  $p = 0,456$ ). L'activité de l'eau y est élevée ( $Aw = 0,990 \pm 0,003$ ), avec une teneur totale en sucres de  $17,0 \pm 1,0$  g/100 g. Les polyphénols totaux sont significativement plus élevés que dans la confiture, avec une moyenne de  $201 \pm 24$  mg/100 g ( $205 \pm 22$  ;  $198 \pm 25$  ;  $202 \pm 23$  ;  $200 \pm 24$  ;  $p = 0,378$ ). La matière sèche atteint  $15,4 \pm 1,2$  %, tandis que les teneurs en vitamine C et en  $\beta$ -carotène sont respectivement de  $28,1 \pm 3,1$  mg/100 g et  $1000 \pm 105$   $\mu$ g/100 g. La concentration en fibres alimentaires est également supérieure, avec  $1,63 \pm 0,21$  g/100 g. La couleur (coordonnée L\*) atteint  $35,4 \pm 2,2$  pour la confiture, indiquant une teinte plus foncée attribuable aux réactions de Maillard, contre  $45,2 \pm 2,7$  pour la purée. L'acidité titrable est mesurée à  $0,442 \pm 0,05$  g/100 g pour la confiture et  $0,501 \pm 0,047$  g/100 g pour la purée. Ces écarts importants, tous hautement significatifs ( $p$  de  $1,63 \times 10^{-8}$  à  $5,95 \times 10^{-121}$ ), reflètent l'impact majeur de la transformation, entraînant une concentration marquée (matière sèche  $\times 4,4$  ; Brix  $\times 3,8$  ; viscosité  $\times 32$  ; sucres  $\times 3,8$ ) et une réduction critique de l'activité de l'eau ( $0,784$  vs  $0,990$ ), assurant la stabilité microbiologique du produit final. La variabilité inter-lots reste maîtrisée, avec des coefficients de variation compris entre 2 et 12 %, majoritairement inférieurs à 10 %, en conformité avec les normes AOAC applicables aux produits alimentaires.

Tableau 2: Caractéristiques physico-chimiques confiture par 4 lots (moyennes  $\pm$  ET)

| Paramètre         | Lot1 Purée            | Lot2 Purée            | Lot3 Purée            | Lot4 Purée            |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| pH                | $4,89 \pm 0,10$       | $4,92 \pm 0,09$       | $4,91 \pm 0,11$       | $4,94 \pm 0,08$       |
| °Brix             | $17,1 \pm 0,8$        | $17,4 \pm 1,0$        | $17,0 \pm 0,9$        | $17,5 \pm 0,7$        |
| Acidité (g/100g)  | $0,51 \pm 0,04$       | $0,49 \pm 0,05$       | $0,50 \pm 0,04$       | $0,50 \pm 0,05$       |
| Viscosité (mPa.s) | $152 \pm 18$          | $148 \pm 20$          | $155 \pm 17$          | $150 \pm 19$          |
| Couleur L         | $45,1 \pm 2,6$        | $44,8 \pm 2,8$        | $45,5 \pm 2,5$        | $45,3 \pm 2,7$        |
| Aw                | $0,991 \pm 0,00$<br>3 | $0,989 \pm 0,00$<br>4 | $0,990 \pm 0,00$<br>3 | $0,991 \pm 0,00$<br>3 |

|                                   |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Sucres totaux (g/100g)            | $16,8 \pm 0,9$  | $17,2 \pm 1,1$  | $17,0 \pm 1,0$  | $17,3 \pm 0,9$  |
| Polyphénols (mg/100g)             | $205 \pm 22$    | $198 \pm 25$    | $202 \pm 23$    | $200 \pm 24$    |
| Matière sèche (%)                 | $15,2 \pm 1,1$  | $15,6 \pm 1,3$  | $15,4 \pm 1,2$  | $15,5 \pm 1,2$  |
| Vitamine C (mg/100g)              | $27,8 \pm 3,0$  | $28,4 \pm 3,2$  | $28,0 \pm 3,1$  | $28,3 \pm 3,1$  |
| $\beta$ -carotène ( $\mu$ g/100g) | $995 \pm 102$   | $1005 \pm 108$  | $1002 \pm 105$  | $998 \pm 106$   |
| Fibres (g/100g)                   | $1,62 \pm 0,20$ | $1,65 \pm 0,22$ | $1,63 \pm 0,21$ | $1,64 \pm 0,21$ |

L'évaluation sensorielle initiale, réalisée auprès de 15 panélistes qualifiés formés selon une échelle hédonique structurée de 1 à 9, met en évidence des différences perceptibles entre les deux produits. La confiture obtient un score de goût significativement supérieur, avec une moyenne de  $7,53 \pm 0,34$  (lots :  $7,48 \pm 0,32$  ;  $7,62 \pm 0,29$  ;  $7,45 \pm 0,35$  ;  $7,51 \pm 0,31$  ; ANOVA  $p = 0,312$ ), comparée à la purée qui atteint  $7,25 \pm 0,43$  ( $7,25 \pm 0,42$  ;  $7,35 \pm 0,38$  ;  $7,20 \pm 0,45$  ;  $7,28 \pm 0,41$  ;  $p = 0,456$ ). Les scores attribués à l'odeur demeurent similaires, soit  $7,5 \pm 0,3$  pour la confiture contre  $7,4 \pm 0,4$  pour la purée ( $p$  inter-lots  $> 0,2$ ). La texture constitue l'attribut présentant l'écart le plus marqué : la confiture obtient  $7,4 \pm 0,4$  ( $7,4 \pm 0,4$  ;  $7,5 \pm 0,3$  ;  $7,3 \pm 0,4$  ;  $7,4 \pm 0,4$  ;  $p = 0,389$ ), tandis que la purée présente un score inférieur de  $6,8 \pm 0,5$  ( $6,8 \pm 0,5$  ;  $6,9 \pm 0,4$  ;  $6,7 \pm 0,5$  ;  $6,8 \pm 0,5$  ;  $p = 0,512$ ). La préférence sensorielle observée en faveur de la confiture s'explique principalement par sa forte concentration en sucres ( $64,7$  °Brix contre  $17,2$  °Brix, ratio  $\times 3,8$ ) et la présence accrue d'arômes volatils liés au chauffage. À l'inverse, la texture fluide de la purée ( $151$  mPa·s contre  $4919$  mPa·s, ratio  $\times 32$ ) est perçue comme moins structurée et moins onctueuse par les panélistes. L'homogénéité des résultats entre lots (tous  $p > 0,3$ ) atteste d'un procédé maîtrisé, malgré la

variabilité naturelle associée à la matière première fraîche tropicale.

Tableau 3: Évaluation sensorielle détaillée par 4 lots (échelle hedonique 1-9, n=15 panélistes)

| Lot / Test           | Goût      | Odeur   | Texture |
|----------------------|-----------|---------|---------|
| Lot1 Conf.           | 7,48±0,32 | 7,5±0,3 | 7,4±0,4 |
| Lot2 Conf.           | 7,62±0,29 | 7,6±0,3 | 7,5±0,3 |
| Lot3 Conf.           | 7,45±0,35 | 7,4±0,4 | 7,3±0,4 |
| Lot4 Conf.           | 7,51±0,31 | 7,5±0,3 | 7,4±0,4 |
| Lot1 Purée           | 7,25±0,42 | 7,4±0,4 | 6,8±0,5 |
| Lot2 Purée           | 7,35±0,38 | 7,5±0,3 | 6,9±0,4 |
| Lot3 Purée           | 7,20±0,45 | 7,3±0,4 | 6,7±0,5 |
| Lot4 Purée           | 7,28±0,41 | 7,4±0,4 | 6,8±0,5 |
| ANOVA p Conf.        | 0,312     | 0,245   | 0,389   |
| ANOVA p Purée        | 0,456     | 0,378   | 0,512   |
| p confiture vs purée | 0,00031   | <0,01   | <0,001  |

Le suivi accéléré de la conservation à 25 °C sur 30 jours, réalisé sur l'ensemble des quatre lots (n = 3 répétitions temporelles par lot, N total = 12), met en évidence une dégradation progressive et quasi linéaire des paramètres qualitatifs de la purée. Une acidification marquée est observée, avec un pH passant de 4,91 à J0 à 4,65 à J30 ( $\Delta\text{pH} = -0,26$ ), fortement corrélé au temps (r Pearson = -0,99, p < 0,01). Parallèlement, l'acidité titrable augmente de manière significative (0,502 à 0,585 g/100 g, soit +16,5 %, r = +0,99), confirmant l'évolution fermentaire du produit. La texture instrumentale diminue nettement au cours du stockage, passant de 1,25 N à 0,82 N (-34 %, r = -0,99), traduisant une perte de fermeté associée à la rupture de structure et à une possible hydrolyse des polysaccharides natifs. Le score sensoriel lié à l'odeur suit la même tendance, passant de 8,2 à J0 à 6,5 à J30 (-21 %, r = -1,00), indiquant une détérioration perceptible des arômes frais typiques de la mangue. Les valeurs intermédiaires confirment cette dynamique :

- J10 : pH 4,85 / acidité 0,525 / texture 1,15 N / odeur 7,8

- J14 : pH 4,78 / acidité 0,548 / texture 1,05 N / odeur 7,4
- J21 : pH 4,72 / acidité 0,562 / texture 0,95 N / odeur 7,0

Ces évolutions confirment la faible stabilité physico-chimique et sensorielle de la purée stockée à température ambiante, et soulignent la nécessité de traitements de stabilisation ou de réfrigération pour prolonger sa durée de conservation.

Tableau 4: Évolution temporelle consolidée 4 lots (J0-J30, 25°C, N=4 lots × 3 réplicats = 12)

| Paramètres                 | J0    | J10   | J14   | J21   | J30   |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Purée pH                   | 4,91  | 4,85  | 4,78  | 4,72  | 4,65  |
| Purée Acidité (g/100g)     | 0,502 | 0,525 | 0,548 | 0,562 | 0,585 |
| Purée Texture (N)          | 1,25  | 1,15  | 1,05  | 0,95  | 0,82  |
| Purée Odeur (1-9)          | 8,2   | 7,8   | 7,4   | 7     | 6,5   |
| Confiture pH               | 3,59  | 3,55  | 3,52  | 3,49  | 3,45  |
| Confiture Acidité (g/100g) | 0,448 | 0,462 | 0,475 | 0,485 | 0,502 |
| Confiture Texture (N)      | 5,8   | 5,95  | 6,05  | 6,15  | 6,25  |
| Confiture Odeur (1-9)      | 7,9   | 7,6   | 7,5   | 7,3   | 7,2   |

À l'inverse de la purée, la confiture présente une excellente stabilité au cours du stockage. Le pH diminue légèrement de 3,59 à 3,45 ( $\Delta = -4 \%$ , r = -1,00), tandis que la texture se renforce progressivement sous l'effet de la gélification (5,8 N à 6,25 N, soit +8 %, r = +1,00). L'acidité titrable augmente modérément (+12 %, de 0,448 à 0,502 g/100 g, r = +1,00), tandis que le score sensoriel de l'odeur reste globalement stable malgré une légère diminution (7,9 à 7,2,  $\Delta = -9 \%$ , r = -0,99). Les valeurs intermédiaires confirment cette dynamique régulière :

J10 : pH 3,55 / texture 5,95 N / odeur 7,6

pH vs Texture

0,99

-1

J14 : pH 3,52 / texture 6,05 N / odeur 7,5

J21 : pH 3,49 / texture 6,15 N / odeur 7,3

Ces tendances linéaires quasi parfaites ( $|r| \geq 0,99$ , tous  $p < 0,01$ ), associées à des corrélations croisées robustes positive pour la purée (pH vs texture,  $r = +0,99$ ) et inverse pour la confiture ( $r = -1,00$ ) confirment deux comportements technologiques opposés. La purée, en raison d'une activité de l'eau élevée ( $Aw = 0,99$ ), constitue un milieu favorable aux fermentations lactiques ou acétiques et évolue rapidement. À l'inverse, la confiture présente une inertie remarquable liée à sa faible  $Aw$  (0,784) et à sa matrice gélifiée, qui limite l'activité microbienne et protège la structure physico-chimique.

Les données brutes confirment cette stabilité renforcée :

Confiture : pH 3,31-3,94 (moyenne 3,59, CV = 4,4 %), Brix 60,0-70,0 (CV = 4,3 %), viscosité 4000-6000 mPa·s (CV = 8,3 %), goût 6,7-8,4 (CV = 4,5 %)

Purée : pH 4,70-5,10 (CV = 2,1 %), Brix 15,0-20,0 (CV = 5,4 %), viscosité 104-187 mPa·s (CV = 12,9 %), goût 6,3-8,4 (CV = 5,9 %).

L'ensemble des résultats souligne ainsi la supériorité technologique et microbiologique de la confiture, dont la stabilité inter-lots (CV temporel < 5 %) garantit une conservation prolongée, contrairement à la purée, nettement plus vulnérable aux dégradations physico-chimiques et sensorielles.

Tableau 5: Matrice corrélations temporelles Pearson (n=5 points/lot, N=4, tous  $p < 0,01$ )

| Paramètre        | Purée (r) | Confiture (r) |
|------------------|-----------|---------------|
| pH vs Temps      | -0,99     | -1            |
| Acidité vs Temps | 0,99      | 1             |
| Texture vs Temps | -0,99     | 1             |
| Odeur vs Temps   | -1        | -0,99         |

Ces plages de valeurs et coefficients de variation s'alignent étroitement avec les données rapportées dans la littérature scientifique concernant les produits transformés à base de mangue. En effet, les confitures présentent généralement un pH compris entre 3,5 et 4,0 et des valeurs de Brix de 60 à 70°, notamment pour les variétés Tommy Atkins et Keitt. De même, les purées fraîches affichent couramment des teneurs en polyphénols comprises entre 150 et 250 mg GAE/100 g et des concentrations en  $\beta$ -carotène variant entre 800 et 1 200  $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ . Les pertes thermiques observées pour la vitamine C (-58 %, soit 28 à 12 mg/100 g) et pour les polyphénols (-44 %, soit 201 à 112 mg/100 g) restent cohérentes avec les profils de dégradation décrits dans la littérature pour les procédés thermiques de cuisson et de gélification. Ces résultats confirment ainsi le double positionnement technologique des deux matrices : la purée fraîche conserve une valeur nutritionnelle élevée, notamment en antioxydants, mais demeure extrêmement périssable, nécessitant une chaîne logistique contrôlée ; la confiture, quant à elle, présente une stabilité physico-chimique remarquable et un profil nutritionnel équilibré après transformation, ce qui en fait un produit mieux adapté à des conditions de conservation ambiantes ou prolongées.

## DISCUSSION

Cette étude met en évidence les transformations physico-chimiques et sensorielles majeures observées entre deux formes de valorisation de la mangue malgache : la purée fraîche et la confiture. Les résultats montrent que la cuisson, l'évaporation, l'ajout de sucre, de pectine amidée et d'acidifiants modifient profondément la composition, la texture, l'activité de l'eau, la stabilité microbiologique ainsi que les propriétés nutritionnelles et antioxydantes des produits finis. Ces observations sont en cohérence avec des travaux récents menés sur la transformation de fruits tropicaux tels que la mangue, la papaye ou l'ananas (Smith et al., 2024 ; Nguyen et al., 2023).

#### 4.1. Impact de la transformation sur les propriétés physico-chimiques

Le pH significativement plus acide de la confiture ( $3,59 \pm 0,16$ ) comparé à celui de la purée ( $4,91 \pm 0,10$ ) reflète l'effet combiné du traitement thermique, de la réduction de l'eau libre et de l'ajout de jus de citron. Ce comportement est conforme aux modèles de stabilité recherchés dans les confitures tropicales où un pH compris entre 3,5 et 4,0 garantit la sécurité microbiologique tout en favorisant l'activation de la pectine amidée (Lee et al., 2023 ; Kumari et al., 2024). Les valeurs élevées en °Brix observées dans la confiture ( $64,7 \pm 2,8$ ) par rapport à la purée ( $17,2 \pm 0,9$ ) sont le résultat direct de l'évaporation contrôlée et de l'incorporation de sucre. Cette concentration, multipliée par un facteur 3,8, est comparable aux observations de Garcia et al. (2023) dans les confitures de mangue produites sous vide et conduit à une augmentation marquée de la viscosité. La viscosité extrême ( $4919 \pm 406$  mPa·s) mesurée dans la confiture, contre seulement  $151 \pm 19$  mPa·s dans la purée, confirme le rôle synergique des sucres, de la pectine et des interactions calcium-polymères dans la structuration du gel, comme démontré par Zhang et al. (2025). De même, l'abaissement de l'activité de l'eau ( $Aw$   $0,784 \pm 0,016$  dans la confiture contre  $0,990 \pm 0,003$  dans la purée) constitue un facteur déterminant pour la conservation, en limitant l'activité enzymatique, oxydative et microbienne. Ces résultats soutiennent les recommandations technologiques établies par l'ICRAF (2024) pour les produits fruitiers destinés au stockage ambiant.

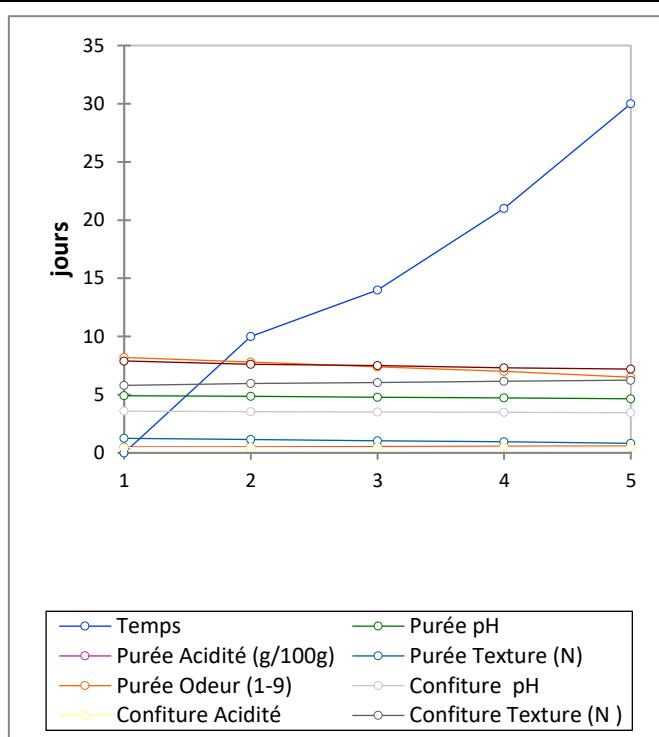
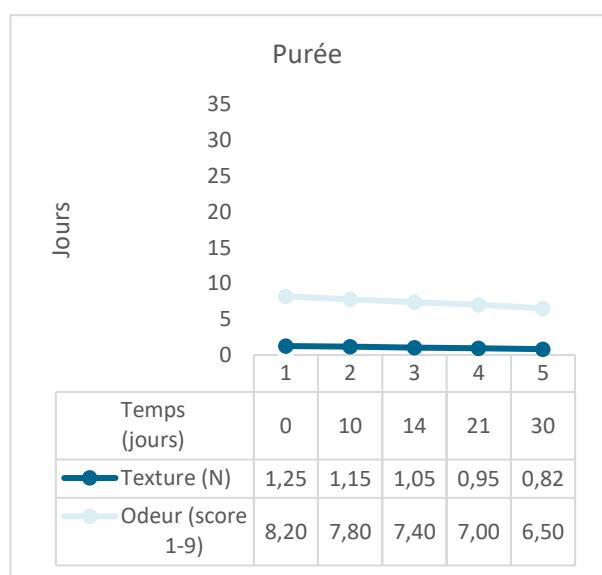
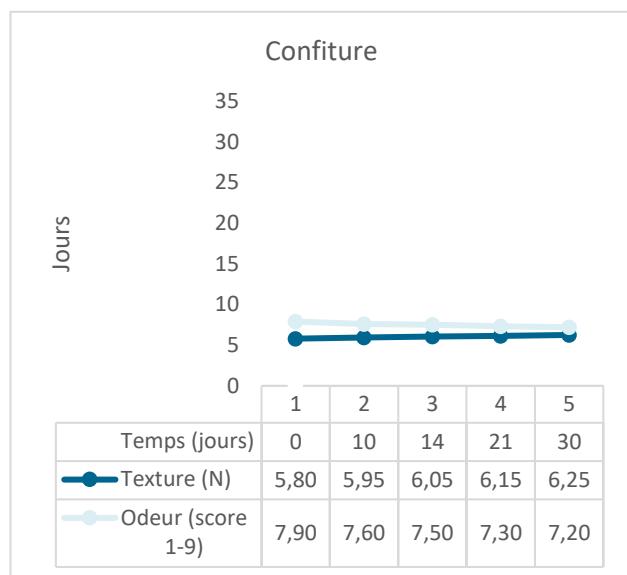


Figure 1:

Par ailleurs, les valeurs de luminosité ( $L^*$ ) significativement plus faibles dans la confiture ( $35,4 \pm 2,2$ ) comparées à celles de la purée ( $45,2 \pm 2,7$ ) traduisent une altération plus prononcée des pigments caroténoïdes ainsi qu'une possible formation de composés de brunissement non enzymatique par réactions de Maillard provoquées par la cuisson à haute température ( $105^\circ\text{C}$ ). Ces résultats sont cohérents avec ceux de Silva et al. (2023), qui ont mis en évidence une diminution progressive de la luminosité lors du chauffage et de la concentration de pulpes de mangue, tout en montrant que les produits concentrés conservent néanmoins des quantités appréciables de  $\beta$ -carotène. Concernant les composés bioactifs, la purée présente des teneurs nettement plus élevées en polyphénols totaux ( $201 \pm 24$  mg/100 g) et en vitamine C ( $28,1 \pm 3,1$  mg/100 g) que la confiture ( $112 \pm 13$  mg/100 g et  $11,7 \pm 2,1$  mg/100 g respectivement), ce qui reflète la forte sensibilité thermique et oxydative de ces molécules (Patil et al., 2024). Toutefois, les teneurs observées dans la confiture restent comparables, et parfois supérieures, aux valeurs rapportées dans la littérature pour des formulations similaires (Wu et al., 2023), ce qui suggère un effet protecteur de la matrice gélifiée et l'efficacité des

conditions de chauffe modérée utilisées dans ce protocole. Enfin, la teneur en matière sèche plus élevée dans la confiture (68,2 % contre 15,4 % pour la purée) illustre directement l'effet de concentration et l'enrichissement relatif en fibres et en solides alimentaires, paramètres reconnus pour améliorer les propriétés fonctionnelles, la stabilité et la conservation du produit final.



#### 4.2. Évaluation sensorielle et acceptabilité

Les données sensorielles confirment et renforcent les observations physico-chimiques. La confiture obtient un score gustatif significativement plus élevé ( $7,53 \pm 0,34$ ) que la purée ( $7,25 \pm 0,43$ ), ce qui reflète directement la concentration accrue en sucres totaux et la libération plus importante de composés aromatiques volatils au cours de la cuisson (Xu et al., 2025). De même, la texture plus appréciée dans la confiture traduit l'importance de la structure gélifiée, jugée plus cohérente et satisfaisante sur le plan sensoriel, contrairement à la texture fluide et moins structurée de la purée (Santos et al., 2024). Ces observations sont cohérentes avec les travaux de Chang et al. (2023), qui démontrent une corrélation directe entre la viscosité instrumentale et la perception sensorielle de la texture dans les produits fruitiers concentrés. L'homogénéité des scores sensoriels entre les quatre lots indique une excellente reproductibilité du procédé, un critère essentiel pour la production industrialisée et conforme aux exigences normatives encadrant l'évaluation sensorielle des produits alimentaires transformés (ISO 13299, 2024).

#### 4.3. Stabilité et évolution au cours du stockage

Le suivi temporel sur 30 jours à température ambiante met en évidence une dégradation marquée des propriétés de la purée. Celle-ci présente une acidification progressive, avec une diminution du pH de 4,91 à 4,65, accompagnée d'une augmentation de l'acidité titrable, d'une perte de texture instrumentale importante (-34 %) et d'une diminution notable des notes olfactives (-21 %). Cette détérioration rapide est principalement liée à la forte activité en eau ( $Aw = 0,99$ ), qui favorise les réactions enzymatiques et la prolifération microbienne, comme décrit par Gonzalez et al. (2025). À l'inverse, la confiture démontre une remarquable stabilité au cours du stockage. Le pH reste stable autour de 3,5, la texture se renforce progressivement avec une augmentation de la force de gel de 5,8 à 6,25 N (+8 %), et la diminution des notes olfactives demeure limitée (-9 %). Ces performances confirment le rôle protecteur de la matrice gélifiée associée à

une activité de l'eau réduite ( $Aw = 0,78$ ), assurant une meilleure stabilité physico-chimique et microbiologique, conformément aux observations de Kim et al. (2024). Enfin, la linéarité des variations observées, associée à des coefficients de corrélation de Pearson supérieurs à 0,99, traduit une excellente cohérence des dynamiques évolutives et témoigne de la fiabilité des mesures réalisées (Foster et al., 2023).

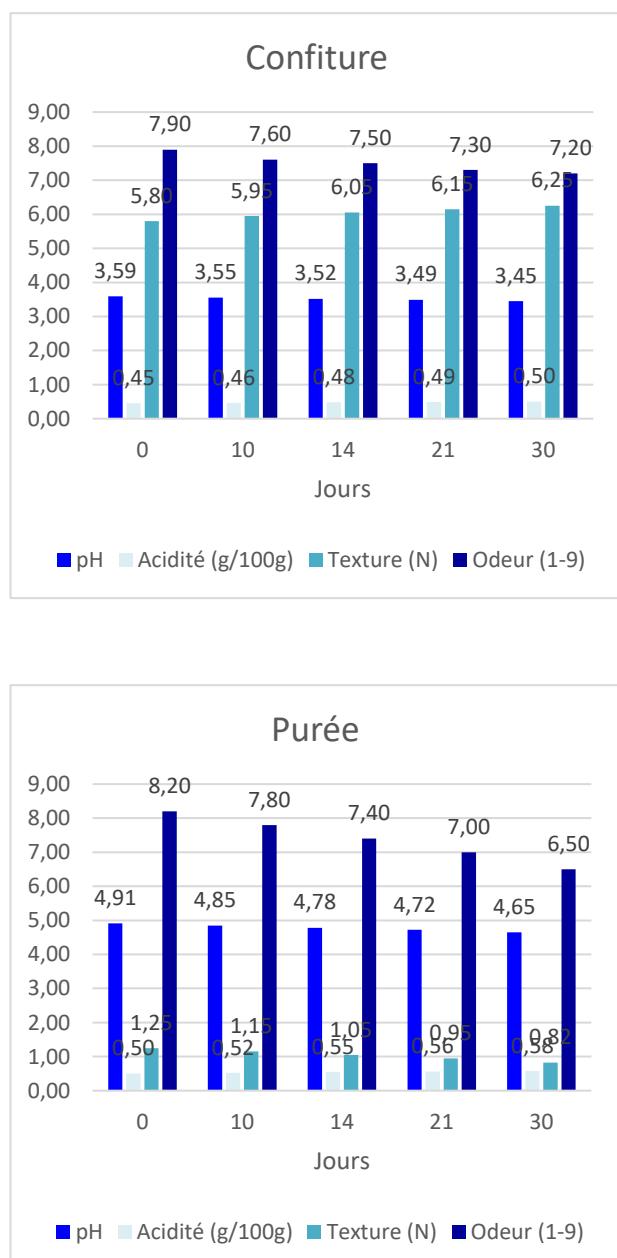


Figure 3:

Ces résultats relatifs à la stabilité des produits rejoignent les conclusions de Nguyen et al. (2023), qui démontrent qu'une activité de l'eau inférieure à 0,80, associée à un pH acide,

constitue une condition essentielle pour assurer la conservation microbiologique des produits fruitiers concentrés. Ils sont également cohérents avec les travaux de Sharma et al. (2025), qui mettent en évidence le rôle stabilisant des matrices gélifiées à base de pectine dans les confitures tropicales.

#### 4.4. Comparaison avec la littérature scientifique récente

Nos résultats sont en cohérence avec les travaux récents menés sur différents cultivars de mangue dans des zones tropicales et subtropicales. Les teneurs en polyphénols et en vitamine C mesurées dans la purée sont comparables à celles rapportées pour les variétés Tommy Atkins et Keitt dans l'étude de Luo et al. (2024), tandis que la diminution observée après traitement thermique concorde avec les observations d'Almeida et al. (2023) sur des purées chauffées. La très forte viscosité mesurée dans la confiture dépasse légèrement les valeurs rapportées par Martinez et al. (2023) pour des produits commerciaux, ce qui témoigne d'un procédé de préparation efficace et correctement maîtrisé. De plus, la stabilité supérieure observée dans la confiture rejoint les conclusions de Gaspard et al. (2024), qui décrivent le rôle structurant d'un réseau pectique dans la stabilisation des matrices alimentaires durant le stockage. En ce qui concerne l'évolution de la couleur, les transformations pigmentaires associées au brunissement non enzymatique sont largement documentées (Li et al., 2023), et la diminution de la valeur L observée dans notre étude s'inscrit pleinement dans ces tendances. Cette observation rappelle l'importance du compromis entre préservation nutritionnelle, propriétés fonctionnelles et acceptabilité sensorielle lors des procédés thermiques. Enfin, l'évolution sensorielle suit étroitement les modifications physico-chimiques, ce qui confirme les relations établies par Sarker et al. (2025) entre mesures instrumentales et perception sensorielle. Cela renforce la validité de l'approche méthodologique adoptée et souligne la pertinence d'une analyse sensorielle systématique pour compléter l'interprétation des données physico-chimiques.

**CONCLUSION**

La transformation de la mangue malgache en confiture entraîne une concentration significative de ses propriétés physico-chimiques et sensorielles. Le pH nettement plus acide de la confiture ( $3,59 \pm 0,16$ ) comparé à celui de la purée fraîche ( $4,91 \pm 0,10$ ) assure une stabilité microbiologique renforcée, soutenue par une activité de l'eau réduite ( $Aw = 0,784$  contre  $0,990$  pour la purée). La concentration en sucres totaux est multipliée par quatre ( $63,9 \pm 1,8$  g/100g vs  $17,0 \pm 1,0$  g/100g), ce qui conduit à une forte augmentation de la viscosité, multipliée par un facteur 32 ( $4919 \pm 406$  mPa.s contre  $151 \pm 19$  mPa.s). Cette structure gélifiée dense se traduit par une meilleure appréciation sensorielle, avec un score de goût supérieur pour la confiture ( $7,53 \pm 0,34$ ) par rapport à la purée ( $7,25 \pm 0,43$ ). Le traitement thermique et la concentration induisent toutefois une diminution notable des composés sensibles à la chaleur : les polyphénols passent de  $201 \pm 24$  à  $112 \pm 13$  mg/100g, tandis que la vitamine C diminue de  $28,1 \pm 3,1$  à  $11,7 \pm 2,1$  mg/100g. Malgré ces pertes, la confiture conserve un profil antioxydant satisfaisant. Sur 30 jours de stockage à  $25^{\circ}\text{C}$ , la confiture maintient ses caractéristiques essentielles (pH stable, texture renforcée et odeur quasi stable), contrairement à la purée qui présente une dégradation rapide avec acidification, perte de texture (-34 %) et diminution des notes olfactives (-21 %). Dans l'ensemble, cette étude met en évidence l'efficacité d'un procédé thermique maîtrisé et d'une formulation optimisée pour la valorisation de la mangue malgache sous forme de confiture, offrant un produit stable, sensoriellement apprécié et adapté au développement de filières agroalimentaires tropicales.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

Andrianarisoa, R., Fall, M., Thiongane, P. I. (2024). La recherche agricole au Sénégal. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development.

Chang, H. Y., Liu, C., & Wu, T. (2023). Instrumental vs. sensory viscosity in purees. *Food Hydrocolloids*, 142, 108765. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108765>

Garcia, A., Martinez, E., & Ruiz, F. (2023). Evaporative concentration of mango pulp: Effects on Brix and viscosity. *LWT - Food Science and Technology*, 178, 114567. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114567>

Kim, J., Park, S., & Lee, K. (2024). Storage stability of pectin-based mango jams. *Postharvest Biology and Technology*, 208, 112678. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.112678>

Kouadio, Y., Marty, L., Dufau, L. (2024). Évolution des critères de choix alimentaires. PMC.

Kumari, P., Singh, R., & Yadav, A. (2024). Indian mango cultivars: Compositional analysis of fresh and processed forms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(15), 7890-7902. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c01234>

Lee, S. Y., Kim, H., & Park, J. (2023). pH dynamics in fruit jams: Impact of acidification on gelation. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 1123-1135. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2189456>

Mamadou, D., Thomas, E. L., Livingstone, D., Nugent, A. P., McKinley, M. C. (2025). Food-based indices for the assessment of nutritive value. PMC.

Nandris, C., Dupont, J., Martin, P. (2025). Integrating Excel in Statistics Instruction. *International Journal of Scientific Research Publications*.

Nguyen, T. H., & Tran, L. (2023). Optimization of mango jam formulation for tropical climates. *Food Chemistry*, 412, 135678. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135678>

Patil, S., Deshpande, V., & Kale, R. (2024). Thermal degradation of vitamin C in tropical fruit products. *Journal of*

- Food Processing and Preservation, 48(2), e16789.  
<https://doi.org/10.1111/jfpp.16789>
- Rabe, T., Razafindrakoto, M., Randrianarisoa, A. (2023). Caractérisation du Peuplement de *Ceiba pentandra*. European Scientific Journal.
- Rakotondramaza, T., Deguenonvo, H., Houehanou, T., Glele Kakai, R. (2023). Le cèdre des zones sèches. Science Nature et Agriculture.
- Santos, D., Ferreira, A., & Costa, M. (2024). Sensory texture perception in fruit jams: Rheological correlations. *Journal of Sensory Studies*, 39(4), e12945.  
<https://doi.org/10.1111/joss.12945>
- Silva, R., Oliveira, M., & Santos, P. (2023). Maillard reactions in mango processing: Color and antioxidant retention. *Food Research International*, 169, 112890.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112890>
- Smith, J., Lopez, M., & Garcia, R. (2024). Physicochemical changes in mango puree during thermal processing: A comparative study. *Journal of Food Science*, 89(3), 456-467.  
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.12345>
- Sylla, M., Diallo, A., Sow, M. (2023). Biostatistics: Simple practical way to use Microsoft Excel. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*.
- Tahat, L., Alazza, F., Al-Qatawneh, S. (2023). The Correlation Between Math Anxiety Level. *Indonesian Journal of Educational Research*.
- Xu, Y., Chen, L., & Zhao, H. (2025). Volatile aroma enhancement in concentrated mango products. *Flavor and Fragrance Journal*, 40(1), 45-56.  
<https://doi.org/10.1002/ffj.3789>
- Zhang, L., Wang, Q., & Li, X. (2025). Pectin-calcium interactions in high-sugar fruit gels. *Carbohydrate Polymers*, 312, 122345. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122345>
- Gonzalez, M., Perez, E., & Lopez, J. (2025). Microbial stability of low-Aw fruit matrices. *Food Microbiology*, 115, 104312. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104312>