

Qualité physico-chimique des huiles alimentaires à base de graines de coton produites au Mali : analyse des données du Laboratoire National de la Santé, 2023–2025

Physicochemical quality of edible cottonseed oils produced in Mali: Analysis of National Health Laboratory data, 2023–2025

Ousmane Dembélé^{1,2*}, Modibo Diakité², Ousmane Kodio², Sékou Dembélé², Gaoussou Coulibaly², Fatoumata S. Sangaré², Fatoumata Camara², Jacques Dakouo², Bengali Coulibaly², Solomane Traoré³, Seydou M. Coulibaly².

¹Faculté de Pharmacie de Bamako, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali.

²Laboratoire National de la Santé du Mali.

³Institut National de Santé Publique

Auteur correspondant : Ousmane Dembélé, Laboratoire National de la Santé, **Email** : oxmodamocles@yahoo.fr

Résumé

Introduction

Le Mali est l'un des principaux producteurs africains de coton, produit une quantité importante d'huiles alimentaires issues des graines. La qualité physico-chimique de ces huiles constitue un enjeu majeur de santé publique en raison du risque lié au gossypol et de l'obligation réglementaire de fortification en vitamine A. L'objectif de ce rapport était d'évaluer la conformité des huiles alimentaires analysées par le Laboratoire National de la Santé (LNS) entre 2023 et mi-2025.

Méthodes

Ce travail s'est basé sur une étude descriptive des données secondaires issues de l'exploitation de la base de données physico-chimique du LNS. Après nettoyage (doublons, valeurs manquantes, incohérences) de la base de données, les conformités ont été calculées selon les normes Codex Alimentarius et UEMOA. Les paramètres étudiés incluaient : indice d'acidité, peroxyde, iode, réfraction, densité, humidité, teneur en savon, impuretés, gossypol et vitamine A.

Résultats

Sur un total de 228 échantillons, les huiles de coton représentaient 198/228 soit 86,8%. Les taux de conformité étaient élevés pour les indicateurs suivants : l'indice de réfraction 219/228 (96,1%), peroxyde 218/228 (95,6%), impuretés 216/228 (94,7%) et humidité 213/228 (93,4%). Les indicateurs comme la densité présentait le plus fort taux de non-conformité 44/228 (19,3%). La teneur en iode affichait 31/228 (14%) de non-conformité. La fortification en vitamine A était très insuffisante avec 9/229 (3,9%) échantillons conformes. Le Gossypol était détecté dans 5,2% (5/58) échantillons testés.

Conclusion

La filière huile au Mali présente une bonne maîtrise des paramètres de conservation et de pureté. Toutefois, la non-conformité de la densité et la fortification en vitamine A constituent des priorités critiques pour la sécurité sanitaire.

Mots-clés : huile alimentaire, qualité physico-chimique, sécurité alimentaire, laboratoire national de la santé.

ABSTRACT

Introduction

Mali is one of Africa's leading cotton producers, generating substantial quantities of edible oil from cottonseeds. The physico-chemical quality of these oils is a major public health concern, particularly due to the risk associated with gossypol and the regulatory requirement for vitamin A fortification (Interministerial Decree No. 2017-0010). This report aimed to present the results of the compliance assessment of edible oils analyzed by the National Health Laboratory (LNS) from 2023 to mid-2025.

Methods

This study was based on a descriptive analysis of secondary data extracted from the LNS physico-chemical database. After data cleaning (removal of duplicates, missing values, and inconsistencies), compliance was assessed according to Codex Alimentarius and UEMOA standards. The parameters analyzed included acid value, peroxide value, iodine value, refractive index, density, moisture, soap content, impurities, gossypol, and vitamin A.

Results

Out of 228 samples analyzed, cottonseed oils accounted for 198/228 (86.8%). High compliance rates were observed for refractive index 219/228 (96.1%), peroxide value 218/228 (95.6%), impurities 216/228 (94.7%), and moisture 213/228 (93.4%). Density showed the highest non-compliance rate at 44/228 (19.3%). Iodine value had 31/228 (14%) non-compliance. Vitamin A fortification was very low, with only 9/228 (3.9%) compliant samples. Gossypol was detected in 5.2% (3/58) of tested samples.

Conclusion

The oil sector in Mali demonstrates good control of purity and storage-related parameters. However, density non-compliance and the systemic failure of vitamin A fortification represent critical priorities for food safety.

Mots-clés : Edible oils; Physicochemical quality; Food safety; National Health Laboratory

Introduction

Le Mali figure parmi les principaux producteurs de coton en Afrique, avec une production annuelle estimée à près de 700 000 tonnes [1]. Cette position stratégique dans la filière cotonnière s'accompagne d'une production importante d'huiles alimentaires issues des graines de coton, considérées comme un sous-produit valorisé de cette activité agro-industrielle. Ces huiles occupent une place centrale dans l'alimentation des populations et constituent une source essentielle de lipides alimentaires.

Dans ce contexte, la qualité physico-chimique des huiles alimentaires représente un enjeu majeur de santé publique. En effet, les huiles de coton peuvent contenir du gossypol, un composé naturellement toxique présent dans les graines, dont l'élimination dépend de l'efficacité des procédés de raffinage [2]. Par ailleurs, la réglementation nationale impose l'enrichissement obligatoire des huiles alimentaires en vitamine A afin de prévenir les carences nutritionnelles, encore fréquentes dans les pays en développement [3,4].

Dans le cadre de ses missions de contrôle de la qualité des denrées alimentaires, le laboratoire national de la santé du Mali (LNS) assure la surveillance des caractéristiques physico-chimiques des huiles produites ou commercialisées au Mali. L'exploitation de sa base de données constitue une opportunité d'évaluer la conformité des huiles alimentaires aux normes en vigueur, notamment celles du Codex Alimentarius et de l'UEMOA [5,6].

L'objectif de ce travail était d'évaluer la conformité multicritère des huiles alimentaires à base de coton produites au Mali entre 2023 et 2025, afin d'identifier les principales insuffisances et de contribuer à l'amélioration de la sécurité sanitaire des aliments.

Méthodes

Type et période d'étude

Il s'agissait d'une étude descriptive rétrospective portant sur des données secondaires issues de la base de données d'évaluation physico-chimique des huiles alimentaires produites au Mali. L'étude a couvert la période allant de janvier 2023 à mai 2025.

Cadre de l'étude

L'étude s'est déroulée au Laboratoire National de la Santé (LNS) à Bamako, structure nationale de référence chargée du contrôle de la qualité des denrées alimentaires dans le cadre de la surveillance de la sécurité sanitaire des aliments.

Population d'étude

La population étudiée était constituée de l'ensemble des échantillons d'huiles alimentaires enregistrés dans la base de données physico-chimique du LNS durant la période d'étude. Au total, 228 échantillons répondant aux critères d'inclusion ont été analysés.

Collecte des données

Les données brutes ont été extraites de la base de données électronique du LNS. Une vérification préalable des dimensions de la base (nombre d'observations et de variables) a été effectuée. Le processus de nettoyage a consisté en :

- l'identification et la gestion des valeurs manquantes ;
- la détection des incohérences de formats et des variations orthographiques ;
- la suppression des doublons ;
- la correction des valeurs aberrantes après vérification avec les registres sources, lorsque nécessaire.

Variables étudiées

Les paramètres physico-chimiques analysés comprenaient :

- l'indice d'acidité (IA) ;
- l'indice de peroxyde (IP) ;
- l'indice d'iode (II) ;
- l'indice de réfraction (IR) ;
- la densité ;
- l'humidité ;
- la teneur en savon ;
- les impuretés ;
- la conformité au gossypol ;
- la teneur en vitamine A.

Analyse des données

Les résultats analytiques ont été comparés aux normes de référence du Codex Alimentarius et aux règlements de l'UEMOA relatifs aux huiles végétales alimentaires.

Les proportions de conformité et de non-conformité ont été calculées pour chaque paramètre avec leurs intervalles de confiance à 95%. Les résultats ont été présentés sous forme de tableaux et de figures afin de faciliter l'interprétation épidémiologique et opérationnelle.

Considérations éthiques

L'étude a porté exclusivement sur des données secondaires anonymisées issues des activités de routine du LNS. Aucune information nominative concernant les producteurs ou les opérateurs n'a été divulguée. Les résultats sont présentés de manière agrégée dans le respect des principes de confidentialité et d'éthique en santé publique.

Résultats

Répartition géographique des échantillons d'huile provenant des usines de productions

Au total, 228 échantillons d'huiles alimentaires provenant des usines de production ont été analysés entre 2023 et 2025. La répartition géographique montre une forte concentration des échantillons dans la région de Koutiala, qui représente 42,5% (97/228) de l'ensemble. Les usines à implantation mixte entre les régions de Koulikoro et Sikasso représentent 30,3% (69/228). Les autres régions sont moins représentées : Sikasso 14,5% (33/228), Bamako 7,5% (17/228) et Fana 5,3% (12/228) (Figure 1).

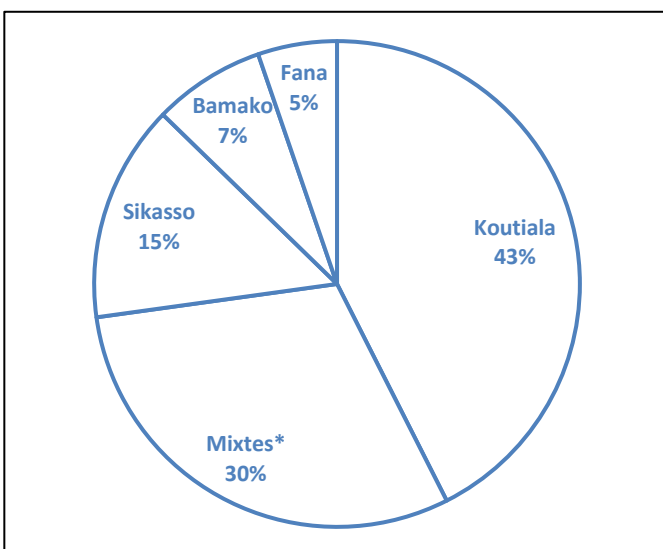


Figure 1 : Répartition géographique des échantillons d'huile alimentaire collectés de 2023 à 2025 au Mali

Nomenclature des échantillons d'huile analysé

La typologie des huiles analysées confirme la prédominance des huiles issues de la filière cotonnière avec 198/228 (86,8%) échantillons. Cette répartition se décompose en huile de graine de coton brute (169 échantillons, 74,1%) et huile raffinée de coton (29 échantillons, 12,7%) (tableau 1).

Tableau 1 : répartition des échantillons selon la typologie d'huile analysé au laboratoire national de la santé de 2023 à 2025

Types d'huiles analysées	Effectifs	Pourcentage (%)
Huile de graine de coton	169	74,1
Huile raffinée de coton	29	12,7
Autres huiles	30	13,2
Évaluation physico-chimiques	228	100,0
Total		

Paramètres à forte conformité

L'indice de réfraction présente le taux de conformité le plus élevé soit 96,1% avec un IC de 95% [93,6–98,6]. L'indice de peroxyde affiche 95,6% de conformité (IC95% [92,9–98,3]). La conformité relative aux impuretés atteint 94,7% (IC95% [91,7–97,7]). Ces paramètres sont classés en priorité faible, car leur niveau de conformité élevé et leurs intervalles de confiance étroits suggèrent une performance technique globalement maîtrisée à l'échelle nationale.

Paramètres à conformité intermédiaire

L'humidité présente un taux de conformité de 93,4% (IC95% [90,1–96,7]). L'indice d'acidité est conforme dans 91,2% des cas (IC95% [87,4–95,0]). La teneur en iode enregistre 86,0% de conformité (IC95% [81,4–90,6]), avec 14% de non-conformité.

Paramètres à conformité critique

La densité constitue le principal défi identifié, avec seulement 80,7% de conformité (IC95% [75,4–86,0]) et 19,3% d'échantillons non conformes. La situation la plus préoccupante concerne la teneur en vitamine A, avec un taux de conformité extrêmement faible de 3,9% (9 échantillons conformes sur 228) (tableau 2)

Surveillance du Gossypol dans les échantillons analysés de 2024 à 2025

Sur les 58 échantillons analysés pour le gossypol, 55 (94,8%) étaient négatifs et 3 (5,2%) positifs. L'analyse annuelle montre que les trois cas positifs ont été détectés en 2024 (3/35), tandis qu'aucun cas n'a été enregistré en 2025 (0/23) (tableau 3).

Tableau 2 : Distribution des échantillons d'huile alimentaire produit entre 2023 et 2025 selon la conformité des paramètres d'évaluation

Paramètres	Conformes	Non-conformes	Taux de conformité	IC 95%	Priorité
Indice de réfraction	219	9	96,1%	[93,6%-98,6%]	Faible
Indice peroxyde	218	10	95,6%	[92,9%-98,3%]	Faible
Impuretés	216	12	94,7%	[91,7%-97,7%]	Faible
Humidité	213	15	93,4%	[90,1%-96,7%]	Modérée
Indice d'acidité	208	20	91,2%	[87,4%-95,0%]	Modérée
Teneur en iode	191	31	86,0%	[81,4%-90,6%]	Élevée
Densité	184	44	80,7%	[75,4%-86,0%]	Critique
Teneur en savon	202	26	97,7%	[87,4%-95,5%]	Modéré
Teneur en vitamine A	9	219	3,9%	[94,4%-100%]	Critique

Tableau 3 : répartition des échantillons d'huile selon la conformité par rapport au gossypol de 2023-2025

Gossypol/an	Négatif	Positif	Total
2024	32	3	35
2025	23	0	23
Total	55	3	58

Discussion

L'analyse des 228 échantillons d'huiles alimentaires révèle un profil de qualité globalement satisfaisant pour les paramètres liés à la pureté et à la stabilité oxydative, mais met en évidence des insuffisances critiques concernant la densité et la fortification en vitamine A. Ces résultats doivent être interprétés à la lumière du contexte agro-industriel malien et des exigences réglementaires sous-régionales.

Performance des paramètres de pureté et de stabilité

Les taux élevés de conformité observés pour l'indice de réfraction (96,1%), l'indice de peroxyde (95,6%) et les impuretés (94,7%) démontrent une satisfaction de la maîtrise technique relative aux procédés d'extraction, de filtration et de conservation. Dans la sous-région ouest-africaine, plusieurs études conduites au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire ont rapporté des niveaux variables de conformité pour l'indice de peroxyde, souvent influencés par les conditions de stockage et la chaîne logistique [5,6]. Les taux observés dans notre étude sont supérieurs à ceux rapportés dans certaines unités artisanales de la sous-région, où des non-conformités liées au rancissement oxydatif atteignaient parfois plus de 15% [6].

Ces résultats suggèrent que, dans le contexte malien, les conditions de conservation post-extraction sont relativement bien maîtrisées, notamment dans les zones industrielles majeures comme Koutiala.

Paramètres intermédiaires : acidité, humidité et indice d'iode

L'indice d'acidité (91,2%) et l'humidité (93,4%) restent dans des marges acceptables selon les normes du Codex et de l'UEMOA [5,6]. La teneur en iode (86% conforme) indique une variabilité dans la composition en acides gras. Des travaux menés au Mali par K Diakité et al ont également montré que la variabilité variétale influence significativement l'indice d'iode des huiles de coton au Mali [7].

Densité : un indicateur critique de pureté et d'authenticité

La densité constitue le principal défi identifié (19,3% de non-conformité). Ce résultat est préoccupant car la densité est un paramètre fondamental d'identification et de détection d'éventuelles adultérations. Dans la sous-région, des études menées au Bénin ont documenté des cas de mélange d'huiles végétales, entraînant des écarts significatifs de densité par rapport aux normes [8]. La largeur relative de l'intervalle de confiance observé dans notre étude suggère une variabilité potentiellement liée aux pratiques de mesure.

Fortification en vitamine A

La très faible conformité en vitamine A (3,9%) constitue un constat inquiétant. Cette situation traduit un non-respect de l'arrêté interministériel rendant obligatoire l'enrichissement des huiles alimentaires [8]. À l'échelle régionale dans l'espace UEMOA, les pays ont promu des politiques de fortification pour lutter contre la carence en vitamine A, encore prévalente chez les enfants et les femmes en âge de procréer [3,9]. Au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire, les programmes de fortification ont montré que la conformité dépend fortement de la disponibilité du prémix, du contrôle post-marché et des mécanismes d'incitation ou de sanction [10]. Cette très faible conformité observée au Mali suggère une faiblesse du système de contrôle réglementaire et un besoin urgent de renforcement de la surveillance et de l'accompagnement technique des producteurs.

Surveillance du gossypol

La détection du gossypol dans 5,2% des échantillons analysés en 2024, bien que limitée en nombre, rappelle le risque spécifique lié aux huiles de coton. Des travaux réalisés au Nigeria et au Ghana ont confirmé que le raffinage alcalin permet généralement de réduire le gossypol à des niveaux conformes aux normes internationales [4]. L'absence de cas positifs en 2025 pourrait indiquer une amélioration des pratiques, mais la couverture limitée des analyses (25,4% des échantillons totaux) impose la prudence.

Limites du rapport

Malgré l'intérêt stratégique de cette analyse pour la surveillance de la qualité des huiles alimentaires au Mali, plusieurs limites doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats.

Utilisation de données secondaires

L'étude repose exclusivement sur des données secondaires issues des activités de routine du LNS. Les chercheurs n'avaient pas le contrôle direct sur les conditions initiales de prélèvement, de transport et de conservation des échantillons, ce qui peut influencer certains paramètres sensibles comme la densité ou l'indice de peroxyde.

Représentativité des échantillons

Les échantillons analysés proviennent principalement des usines soumettant volontairement leurs produits au contrôle du LNS. Il ne s'agit donc pas d'un échantillonnage probabiliste national. La forte proportion d'échantillons provenant de Koutiala (42,5%) peut introduire un biais géographique et limiter la généralisation des résultats à l'ensemble du territoire.

Couverture incomplète de certains paramètres

Tous les échantillons n'ont pas bénéficié d'analyses complètes pour certains paramètres critiques :

- le gossypol n'a été analysé que sur 25,4% des échantillons ;
- certains paramètres émergents comme les résidus de pesticides et les métaux lourds étaient insuffisamment documentés.

Encadré récapitulatif

Que sait-on déjà sur ce sujet ?

Les huiles de coton dominent le marché malien et nécessitent un contrôle rigoureux en raison du risque de gossypol et de l'obligation réglementaire de fortification en vitamine A.

Qu'apporte ce rapport ?

Il fournit une évaluation nationale (2023–2025) montrant une bonne maîtrise des paramètres de pureté et de conservation, mais identifie la densité et la fortification en vitamine A comme défaillances critiques.

Quelles sont les implications pour la santé publique ?

Renforcer le contrôle analytique, systématiser la surveillance du gossypol et appliquer strictement la fortification obligatoire en vitamine A pour protéger les populations vulnérables.

Conclusion

L'analyse de la base de données physico-chimique du Laboratoire National de la Santé présentée dans ce rapport met en évidence une situation globalement satisfaisante sur plusieurs paramètres essentiels de qualité. Les indices de réfraction, de peroxyde, les impuretés, l'humidité et l'acidité présentent des taux élevés de conformité, traduisant une maîtrise technique acceptable des procédés d'extraction, de filtration et de conservation des huiles, en particulier dans la filière coton qui domine largement le marché national.

Référence

- 1 Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Base de données FAOSTAT : production de coton au Mali. Rome : FAO ; 2023.
- 2 Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Guide de transformation et de contrôle de la qualité de l'huile de coton dans les pays en développement. Rome : FAO ; 2018.
- 3 République du Mali. Arrêté interministériel n°2017-0010/MDI-MEF-MSHP-MC/SG du 12 janvier 2017 rendant obligatoire l'enrichissement en vitamine A des huiles alimentaires destinées à la consommation humaine. Bamako : Journal officiel ; 2017.
- 4 Organisation mondiale de la Santé (OMS). Directives : fortification des huiles alimentaires en vitamine A pour la prévention de la carence en vitamine A. Genève : OMS ; 2011.
- 5 Commission du Codex Alimentarius (FAO/OMS). Norme pour les huiles végétales nommées (CXS 210-1999). Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé ; 2019 (mise à jour 2021).
- 6 Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA). Règlement n°03/2010/CM/UEMOA relatif aux normes des huiles végétales alimentaires dans les États membres. Ouagadougou: UEMOA; 2010.
- 7 Kahirou Diakité, Saloum Diagouraga, Mamady Diawara, Mah Fané. Etude des paramètres physico-chimiques des huiles de graine de coton produites en zone CMDT au Mali. Int. J. Biol. Chem. Sci. 16(3): 1320-1330, 2022
- 8 Aïssi M. Mohamed, Soumanou, Tchobo, Fidèle Paul Kiki, Denis. Etude comparative de la qualité des huiles végétales alimentaires raffinées en usage au Bénin. Bulletin d'Informations de la Société Ouest Africaine de Chimie. 25-37. 2009.
- 9 O. Ogah, C. ., O. Ologunagba, M. ., et O. Ogundeyi, P. . Évaluation de la qualité des marques d'huile végétale commercialisées à Lagos, Nigéria. Le Journal Nigérien de Pharmacie , 54 (1). 2020. Récupéré de <https://www.psnnpj.org/index.php/home/article/view/73>
- 10 World Health Organization. Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2019. Geneva: WHO; 2021.