



Hydroquinone et acide kojique dans des cosmétiques éclaircissants de Kinshasa : validation d'une méthode HPLC-UV

[Hydroquinone and kojic acid in skin-lightening cosmetics from Kinshasa: validation of an HPLC-UV method]

Fabrice Maphasi Bakulu^{1*}, Nicodème Kalenda Tshilombo², Jean Nsangu Mpasi³, Adelard Mbenza Phuati³ & Elvis Baguma Iragi²

¹Département de Pharmacie galénique et Analyse des médicaments, Faculté des Sciences pharmaceutiques, Université de Kinshasa, Kinshasa, République démocratique du Congo.

²Centre d'études des substances d'origine végétale (CESNOV), Département de Pharmacognosie, Faculté des Sciences pharmaceutiques, Université de Kinshasa, Kinshasa, République démocratique du Congo.

³Laboratoire d'analyse des médicaments, contrôle qualité et enquête alimentaire (LACOMEDA), Faculté des Sciences pharmaceutiques, Université de Kinshasa, Kinshasa, République démocratique du Congo

Résumé

L'hydroquinone et l'acide kojique sont fréquemment utilisés dans les produits éclaircissants. Pour l'interprétation réglementaire en RDC, les limites maximales retenues étaient de 2 % pour l'hydroquinone et de 1 % pour l'acide kojique, selon l'Arrêté ministériel n°1250/CAB/MIN/SP/008/CJ/MP/2013. Valider une méthode HPLC-UV pour le contrôle qualité dans l'intervalle 5–80 µg/mL, puis apprécier la conformité de produits fabriqués à Kinshasa aux spécifications retenues de 2 % d'hydroquinone et 1 % d'acide kojique. Cette étude analytique transversale reposait sur un échantillonnage raisonné non probabiliste de 14 produits fabriqués localement, portant les mentions « éclaircissant » ou « clarifiant » et collectés en décembre 2025 dans le district de Mont-Amba. La validation a été conduite dans les matrices lotion, crème et lait corporel, aux niveaux 5, 10, 20, 40 et 80 µg/mL, selon trois séries indépendantes de six répétitions par niveau. La justesse, la répétabilité, la fidélité intermédiaire, la linéarité, la sélectivité et les profils d'exactitude ont été évalués. Les LOD et LOQ ont été estimés par les relations ICH $3.3\sigma/S$ et $10\sigma/S$, à partir de la pente moyenne et de l'écart-type des intercepts de trois courbes de calibration. Les recouvrements variaient de 98,08 à 102,36 % et les CV de fidélité intermédiaire de 0,415 à 2,555 %. Les LOD/LOQ estimées étaient de 0,6623/2,0069 µg/mL pour l'acide kojique et de 0,4201/1,2732 µg/mL pour l'hydroquinone. La teneur moyenne en hydroquinone ne différait pas significativement entre crèmes et lotions (Welch $p = 0,095$). Le dépassement de 1 % d'acide kojique n'était pas associé à la forme (Fisher $p = 1,000$). L'hydroquinone dépassait 2 % dans 14/14 produits ; cinq produits dépassaient aussi 1 % d'acide kojique. La méthode est adaptée au contrôle de conformité dans l'intervalle validé. Les 14 produits étaient globalement non conformes ; l'absence de produits conformes empêchait l'estimation d'une régression logistique. Les LOD/LOQ restent des estimations à confirmer expérimentalement à faibles concentrations.

Mots-clés : Hydroquinone ; acide kojique ; cosmétiques éclaircissants ; HPLC-UV ; validation analytique ; profil d'exactitude.

Abstract

Hydroquinone and kojic acid are widely used in skin-lightening products. For the regulatory interpretation in the DRC, maximum limits of 2% for hydroquinone and 1% for kojic acid were applied according to Ministerial Order No. 1250/CAB/MIN/SP/008/CJ/MP/2013. To validate an HPLC-UV method for quality control over the 5–80 µg/mL range and assess compliance of products manufactured in Kinshasa with the applied specifications of 2% hydroquinone and 1% kojic acid. This cross-sectional analytical study used non-probability purposive sampling of 14 locally manufactured products labelled as “lightening” or “clarifying” and collected in December 2025 in the Mont-Amba district. Validation was performed in lotion, cream, and body-milk matrices at 5, 10, 20, 40, and 80 µg/mL, using three independent series of six replicates per level. Trueness, repeatability, intermediate precision, linearity, selectivity, and accuracy profiles were assessed. LOD and LOQ were estimated using the ICH relationships $3.3\sigma/S$ and $10\sigma/S$, based on the mean slope and the standard deviation of the intercepts of three calibration curves. Recoveries ranged from 98.08% to 102.36%, and intermediate-precision CVs ranged from 0.415% to 2.555%. Estimated LOD/LOQ values were 0.6623/2.0069 µg/mL for kojic acid and 0.4201/1.2732 µg/mL for hydroquinone. Mean hydroquinone content did not differ significantly between creams and lotions (Welch $p = 0.095$). Exceeding 1% kojic acid was not associated with dosage form (Fisher $p = 1.000$). Hydroquinone exceeded 2% in all 14 products; five also exceeded 1% kojic acid. The method is suitable for compliance-oriented quality control over the validated range. All 14 products were globally non-compliant, precluding logistic regression. The LOD/LOQ values remain estimates requiring experimental confirmation at low concentrations.

Keywords : Hydroquinone; kojic acid; skin-lightening cosmetics; HPLC-UV; analytical validation; accuracy profile.

*Auteur correspondant: Fabrice Maphasi Bakulu, (fabricemaphasi@gmail.com). Tél. : (+243) 899840711

<https://orcid.org/0009-0008-0337-9980>; Reçu le 21/08/2026; Révisé le 15/09/2026 ; Accepté le 09/10/2026

DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i4.359>

Copyright: ©2026 Bakulu et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

Les produits cosmétiques éclaircissants visent à réduire la pigmentation cutanée ou à uniformiser le teint. Leur utilisation constitue un phénomène mondial : une méta-analyse de 43 études regroupant une population multicentrique internationale, a rapporté la prévalence d'utilisation variait de 2% à 74%. L'utilisation est plus fréquente chez les femmes et jeunes, mais variait selon les pays ou la région (William et al, 2025). En Afrique, l'OMS rapporte qu'environ 25 à 80 % des femmes utilisent régulièrement des produits éclaircissants selon les pays ; en Afrique centrale, une prévalence de 66 % a été rapportée au Congo-Brazzaville (OMS, 2023). La disponibilité de formulations non contrôlées et la recherche d'un éclaircissement rapide en font ainsi un enjeu majeur de santé publique.

L'hydroquinone et l'acide kojique ont été retenus en raison de leur action directe sur la mélanogenèse, de leur présence fréquente dans les formulations éclaircissantes et de leurs profils de sécurité différents. L'hydroquinone inhibe la mélanogenèse, mais son usage cosmétique prolongé ou non encadré est associé notamment aux dermites irritatives, aux dyschromies et à l'ochronose exogène (Zilles et al., 2022 ; Cellarier et al., 2022). L'acide kojique, produit par certaines espèces fongiques, inhibe la tyrosinase ; souvent présenté comme une alternative, il peut néanmoins entraîner une sensibilisation cutanée et soulève des préoccupations toxicologiques lorsqu'il est mal employé (Phasha et al., 2022 ; Zilles et al., 2022 ; Yaméogo et al., 2023). Une synthèse récente confirme la nécessité d'une appréciation prudente de la sécurité de l'hydroquinone (Shivaram et al., 2024). Leur dosage simultané permet donc d'évaluer deux substances soumises, dans le cadre réglementaire retenu pour cette étude, à des limites maximales de concentration différentes.

En RDC, l'interprétation réglementaire retenue dans cette étude repose sur l'Arrêté ministériel n°1250/CAB/MIN/SP/008/CJ/MP/2013 (Ministère Santé RDC, 2013), avec une limite maximale de 2 % pour l'hydroquinone et de 1 % pour l'acide kojique dans les produits cosmétiques. Un résultat supérieur à la limite correspondante a été classé non conforme. Les avis du SCCS et le Règlement (UE) 2024/996, qui retiennent également 1 % pour l'acide kojique dans certains produits, ont servi de références comparatives

internationales (SCCS, 2022 ; commission européenne, 2024).

Peu de données analytiques documentent la composition réelle des cosmétiques éclaircissants fabriqués localement à Kinshasa. L'objectif était de valider une méthode HPLC-UV dans l'intervalle de travail de 5 à 80 µg/mL pour le contrôle qualité de l'hydroquinone et de l'acide kojique dans trois matrices cosmétiques, puis de l'appliquer à des produits fabriqués à Kinshasa afin d'apprécier leur conformité aux spécifications retenues de 2 % et 1 %. Le développement d'une méthode universelle de recherche de traces, indépendamment des seuils de contrôle, ne constituait pas l'objectif principal de l'étude.

2. Matériel et méthodes

2.1. Type d'étude et échantillonnage

Une étude analytique transversale à visée exploratoire a été conduite sur un échantillon raisonné non probabiliste. En décembre 2025, 14 produits fabriqués localement et portant les mentions « éclaircissant » ou « clarifiant » ont été achetés dans différents points de vente du district de Mont-Amba, à Kinshasa. Parmi sept fabricants locaux identifiés à Kinshasa, cinq ont été retenus en fonction de la disponibilité de produits répondant aux critères ; au moins deux références différentes ont été incluses par fabricant retenu. Les fabricants ont été codés afin d'en préserver la confidentialité. Les formes galéniques comprenaient des crèmes, des lotions et un lait corporel.

Aucun calcul de puissance n'a été réalisé, l'étude n'ayant pas pour objectif d'estimer une prévalence représentative du marché, mais de documenter analytiquement la composition de produits ciblés et de vérifier l'applicabilité de la méthode validée. Le nombre total de références commerciales disponibles sur le marché de Kinshasa n'a pas été recensé ; les résultats doivent donc être interprétés comme ceux d'un échantillon exploratoire. Ont été inclus les produits disponibles dans les points de vente visités, fabriqués à Kinshasa et présentant une allégation éclaircissante ou clarifiante ; les produits importés ou sans allégation correspondante ont été exclus.

2.2. Réactifs et équipements

L'hydroquinone (ReagentPlus®, ≥99 %, Merck KGaA), l'acide kojique (Merck), la résorcine utilisée comme étalon interne (Merck), le méthanol de qualité

HPLC, le dihydrogénophosphate de potassium et l'acide phosphorique ont été employés. Les analyses ont été réalisées sur un système HPLC-UV Vanquish (Thermo Fisher Scientific). Une balance analytique (Hansung, Corée du Sud), un agitateur magnétique Labbox Instruments, Espagne), un bain à ultrasons (Labbox, Chine), une centrifugeuse (Hunan, Chine), un dispositif de filtration sous vide (Labbox, Chine). et des filtres-seringues de 0,45 µm ont été utilisés pour la préparation des solutions.

2.3. Conditions chromatographiques

La séparation a été réalisée sur une colonne Zorbax C18 (250 × 4,6 mm; 5 µm). La phase mobile était constituée de méthanol et de tampon phosphate 0,05 M ajusté à pH 3,0 (25:75, v/v), à un débit de 1,0 mL/min. La température de colonne était de 30 °C et le volume d'injection de 10 µL. La détection UV était effectuée à 295 nm pour l'hydroquinone et à 268 nm pour l'acide kojique. L'acquisition et l'intégration ont été réalisées avec Chromeleon 7.3.

2.4. Préparation des solutions

Le tampon phosphate a été préparé en dissolvant 6,8 g de KH_2PO_4 dans environ 900 mL d'eau ultrapure ; le pH a été ajusté à 3,0 avec l'acide phosphorique, puis le volume porté à 1 000 mL. Après filtration sous vide, la solution a été dégazée aux ultrasons.

Des solutions mères individuelles d'hydroquinone, d'acide kojique et de résorciné à 0,8 mg/mL ont été préparées dans le mélange méthanol/eau (25:75, v/v). Les solutions d'étalonnage, de linéarité et de validation ont été obtenues par dilutions appropriées aux concentrations de 5, 10, 20, 40 et 80 µg/mL.

2.5. Préparation des matrices et des échantillons

Pour chaque forme galénique (lotion, crème et lait corporel), des portions de produits ont été regroupées en une matrice composite de 500 mg. Dix millilitres du mélange méthanol/eau (80:20, v/v) ont été ajoutés, puis la préparation a été agitée pendant 2 min et extraite aux ultrasons pendant 12 min. Après centrifugation à 3 000 tr/min pendant 8 min, le surnageant a été récupéré, fortifié aux niveaux requis pour la validation, filtré à 0,45 µm et transféré dans les flacons d'injection.

Pour l'analyse des produits, 500 mg de chaque échantillon ont été soumis à la même extraction. Après centrifugation et filtration, les extraits ont été dilués au 1/50 avec le mélange méthanol/eau (25:75, v/v) afin de placer les concentrations injectées dans la plage validée de 5 à 80 µg/mL. L'étalon interne a ensuite été ajouté avant l'injection. Le facteur de dilution 50 a été intégré

au calcul des teneurs. Chaque produit a été analysé en triplicat.

2.6. Validation de la méthode

La stratégie de validation a suivi les principes de l'ICH Q2(R2) (2023) et l'approche SFSTP fondée sur le profil d'exactitude (Hubert et al., 2007). Les définitions générales de la justesse, du recouvrement et de la fidélité proposées par l'AOAC ont servi de cadre interprétatif complémentaire, sans revendiquer une validation AOAC spécifique aux cosmétiques (AOAC international, 2026). La sélectivité chromatographique a été appréciée par la séparation des pics de la solution standard mixte. En l'absence de chromatogrammes documentés de blanc de matrice et de matrice fortifiée, ce contrôle atteste la séparation des deux analytes, mais ne démontre pas complètement l'absence d'interférences matricielles. Pour chaque analyte et chaque matrice, cinq niveaux ont été évalués : 5, 10, 20, 40 et 80 µg/mL. Le plan prévoyait trois séries indépendantes de six répétitions par niveau (n = 18).

La justesse a été exprimée par le biais relatif et le taux de recouvrement. La fidélité a été estimée par les coefficients de variation de répétabilité (CVr) et de fidélité intermédiaire (CVFI), selon un modèle à effets aléatoires fondé sur les trois séries. Des intervalles de tolérance β bilatéraux à 95 % ont été calculés selon l'approche SFSTP et comparés, pour les six profils, aux limites d'acceptation fixées a priori à ± 10 % dans le protocole de validation. Cette valeur numérique n'est pas présentée comme une exigence universelle de l'ICH Q2(R2) (2023). La linéarité de la concentration retrouvée en fonction de la concentration introduite a été évaluée par régression linéaire sur l'intervalle 5–80 µg/mL. Pour chaque analyte, trois courbes de calibration de la réponse analytique ont été obtenues aux concentrations de 5, 20 et 80 µg/mL, avec six réponses par niveau. La pente moyenne S et l'écart-type σ des trois ordonnées à l'origine ont été utilisés pour estimer la LOD et la LOQ selon les relations ICH $\text{LOD} = 3,3\sigma/S$ et $\text{LOQ} = 10\sigma/S$. La normalité des résidus de chaque régression a été examinée par le test de Shapiro-Wilk, au seuil de 5 %.

2.7. Traitement des données

L'acquisition des chromatogrammes et l'intégration des pics ont été réalisées avec Chromeleon 7.3. Les contrôles de cohérence, statistiques descriptives et régressions ont été effectués sous Python 3.12.13 avec NumPy 2.3.5 et SciPy. Pour chaque produit, les trois déterminations techniques ont été moyennées avant l'analyse interproduits. Les moyennes, écarts-types, coefficients de variation et

intervalles de confiance à 95 % ont été calculés par forme galénique. La normalité a été examinée par Shapiro-Wilk et l'homogénéité des variances par Levene. Les teneurs en hydroquinone des crèmes et lotions ont été comparées par le test t de Welch; Mann-Whitney a été utilisé en analyse de sensibilité. Les proportions dépassant 1 % d'acide kojique ont été comparées par le test exact de Fisher et leurs IC95 % par la méthode exacte de Clopper-Pearson. Le statut par analyte a été défini comme conforme pour une teneur ≤ 2 % d'hydroquinone et ≤ 1 % d'acide kojique, et non conforme au-delà. Le statut global était non conforme dès qu'au moins une limite était dépassée. Une régression logistique n'était envisagée que si les deux modalités du statut global étaient observées. Tous les tests étaient bilatéraux, avec $p < 0,05$ comme seuil de significativité.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques des produits

Tableau I. Caractéristiques des 14 produits analysés.

Échantillon	Forme	Fabricant codé	AMM	Observation
E1	Lotion	LAB X2	Oui	Produit local
E2	Crème	LAB X2	Oui	Produit local
E3	Crème	LAB X1	Non	Produit local
E4	Crème	LAB X4	Non	Produit local
E5	Crème	LAB X5	Non	Produit local
E6	Crème	LAB X4	Non	Produit local
E7	Crème	LAB X2	Non	Produit local
E8	Crème	LAB X1	Non	Produit local
E9	Crème	LAB X4	Non	Produit local
E10	Lotion	LAB X2	Non	Produit local
E11	Lotion	LAB X2	Non	Produit local
E12	Lait corporel	LAB X2	Non	Produit local
E13	Crème	LAB X2	Non	Produit local
E14	Lotion	LAB X3	Non	Produit local

Deux produits sur quatorze (14,3 %) disposaient d'une autorisation de mise sur le marché ; 12/14 (85,7 %) n'en disposaient pas.

3.2. Sélectivité et identification chromatographique

Le chromatogramme de la solution standard mixte présentait trois pics positifs distincts, observés à environ 2,664 minutes pour l'Hydroquinone, 3,054 minutes pour l'Acide Kojique et 4,984 minutes pour le resorcinol. L'identification des analytes dans les échantillons reposait sur la concordance des temps de rétention avec ceux des solutions standards analysées dans les mêmes conditions.

Profil d'exactitude – Acide kojique – Crème

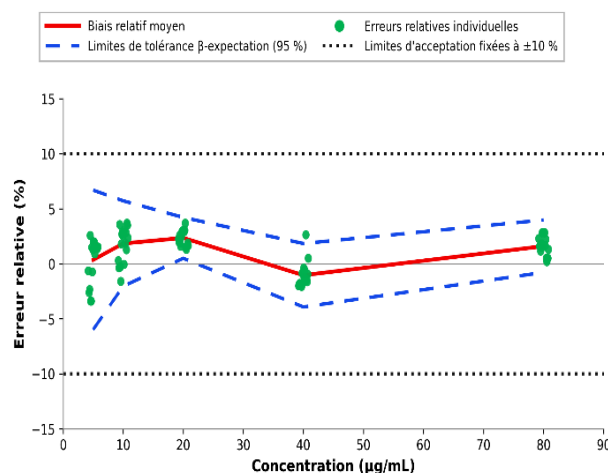


Figure 1. Chromatogramme représentatif de la solution standard mixte contenant l'hydroquinone, l'acide kojique et la résorcine. Les temps de rétention indiqués sont ceux affichés dans l'enregistrement fourni.

Les résultats détaillés par niveau sont présentés en annexes 1 et 2. Les performances synthétiques sont regroupées dans les tableaux II à IV. Les recouvrements étaient compris entre 98,08 et 102,36 %, le CVr maximal était de 1,496 % et le CVFI maximal de 2,555 %. Les bornes extrêmes de l'ensemble des intervalles de tolérance β étaient de -9,705 % et +8,102 %; elles restaient donc à l'intérieur des limites d'acceptation fixées a priori à ± 10 %. Pour l'hydroquinone dans la lotion, les recouvrements recalculés étaient de 100,451; 100,343; 100,364; 100,129 et 100,076 %, avec des bornes de tolérance comprises entre -0,632 et +1,360 %.

Tableau II. Synthèse de la justesse, de la fidélité et des intervalles de tolérance β .

Analyte	Matrice	Biais relatif (%)	Recouvrement (%)	CVr max (%)	CVFI max (%)	Intervalle β extrême (%)
Acide kojique	Lotion	-0.52 à 1.98	99.48 à 101.98	1.375	2.207	-7.44 à 8.07
Acide kojique	Crème	-1.04 à 2.36	98.96 à 102.36	1.440	2.116	-5.98 à 6.69
Acide kojique	Lait corporel	-1.92 à 2.05	98.08 à 102.05	1.199	1.739	-7.40 à 4.94
Hydroquinone	Lotion	0.08 à 0.45	100.08 à 100.45	0.459	0.459	-0.63 à 1.36
Hydroquinone	Crème	-0.80 à 0.25	99.20 à 100.25	1.335	2.555	-9.70 à 8.10
Hydroquinone	Lait corporel	-0.87 à 0.78	99.13 à 100.78	1.496	2.380	-6.87 à 7.95

CVr : coefficient de variation de répétabilité ; CVFI : coefficient de variation de fidélité intermédiaire ; intervalle β : valeurs minimale et maximale des bornes de tolérance sur les cinq niveaux.

Tableau III. Régression de la concentration retrouvée sur la concentration introduite (5–80 µg/mL).

Analyte	Matrice	Pente	Ordonnée à l'origine (µg/mL)	R ²
Acide kojique	Lotion	1.00589	0.0270	0.9999146
Acide kojique	Crème	1.01329	-0.1047	0.9997550
Acide kojique	Lait corporel	1.01972	-0.4025	0.9995518
Hydroquinone	Lotion	1.00036	0.0373	0.9999997
Hydroquinone	Crème	0.99174	0.1010	0.9999927
Hydroquinone	Lait corporel	0.99304	0.0246	0.9999983

Les coefficients de détermination des six profils variaient de 0,9995518 à 0,9999997. Pour l'hydroquinone dans la lotion, la pente était de 1,00036, l'ordonnée à l'origine de 0,0373 µg/mL et R² de 0,9999997. Les profils d'exactitude confirmaient la maîtrise de l'erreur totale pour les trois matrices et les deux analytes.

Profil d'exactitude — Acide kojique — Lotion

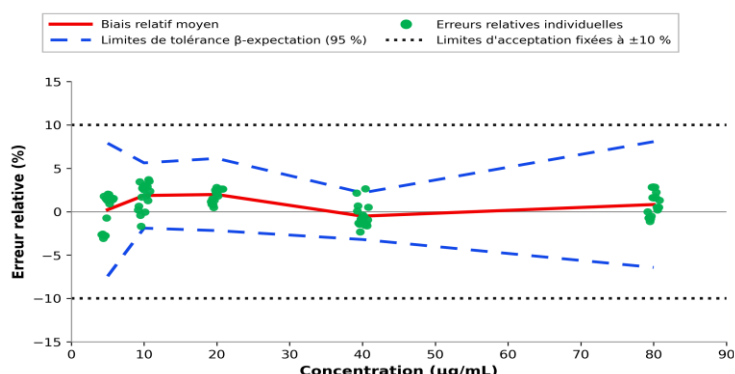


Figure 2. Profil d'exactitude de l'acide kojique dans la matrice lotion

Points verts : erreurs relatives individuelles de chaque répétition ; ligne rouge continue : biais relatif moyen à chaque niveau ; lignes bleues discontinues : limites inférieure et supérieure de tolérance β -expectation à 95 % ; lignes noires pointillées : limites d'acceptation fixées a priori à -10 % et +10 % dans le protocole de validation.

Profil d'exactitude — Acide kojique — Crème

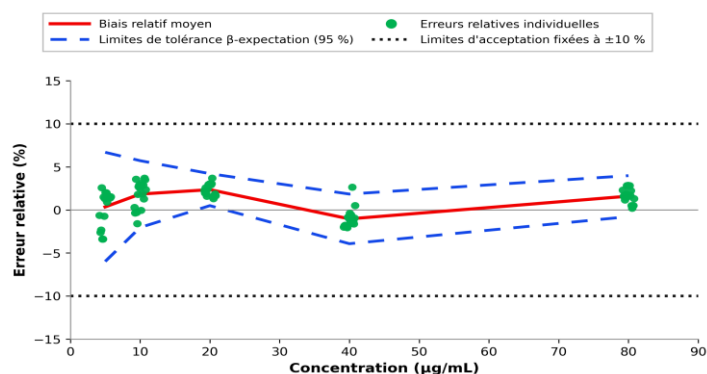


Figure 3. Profil d'exactitude de l'acide kojique dans la matrice crème

Points verts : erreurs relatives individuelles de chaque répétition ; ligne rouge continue : biais relatif moyen à chaque niveau ; lignes bleues discontinues : limites inférieure et supérieure de tolérance β -

expectation à 95 % ; lignes noires pointillées : limites d'acceptation fixées a priori à -10 % et +10 % dans le protocole de validation.

Profil d'exactitude — Acide kojique — Lait corporel

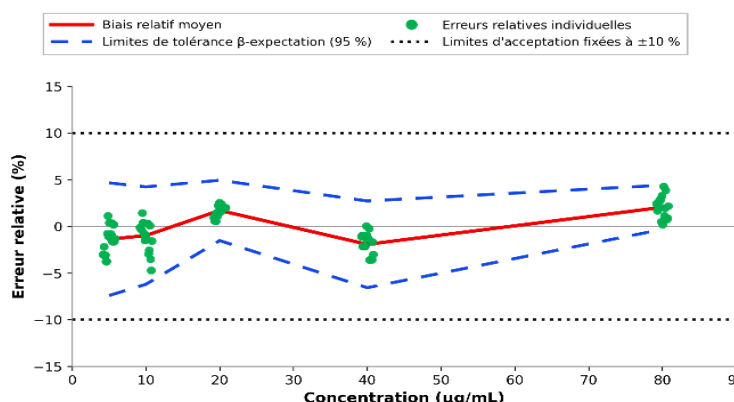


Figure 4. Profil d'exactitude de l'acide kojique dans la matrice lait corporel

Points verts : erreurs relatives individuelles de chaque répétition ; ligne rouge continue : biais relatif moyen à chaque niveau ; lignes bleues discontinues : limites inférieure et supérieure de tolérance β -expectation à 95 % ; lignes noires pointillées : limites d'acceptation fixées a priori à -10 % et +10 % dans le protocole de validation.

Profil d'exactitude — Hydroquinone — Lotion

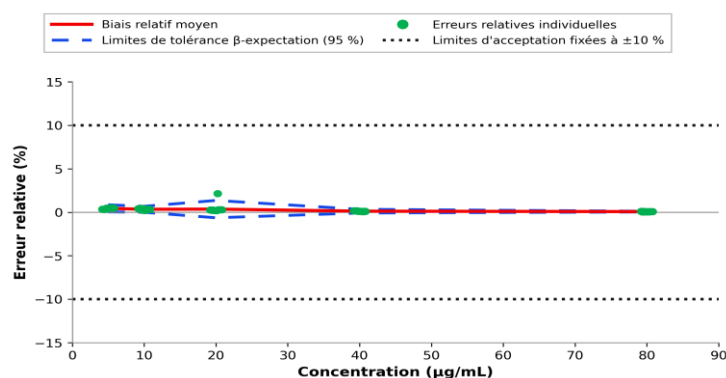


Figure 5. Profil d'exactitude de l'hydroquinone dans la matrice lotion

Points verts : erreurs relatives individuelles de chaque répétition ; ligne rouge continue : biais relatif moyen à chaque niveau ; lignes bleues discontinues : limites inférieure et supérieure de tolérance β -expectation à 95 % ; lignes noires pointillées : limites d'acceptation fixées a priori à -10 % et +10 % dans le protocole de validation.

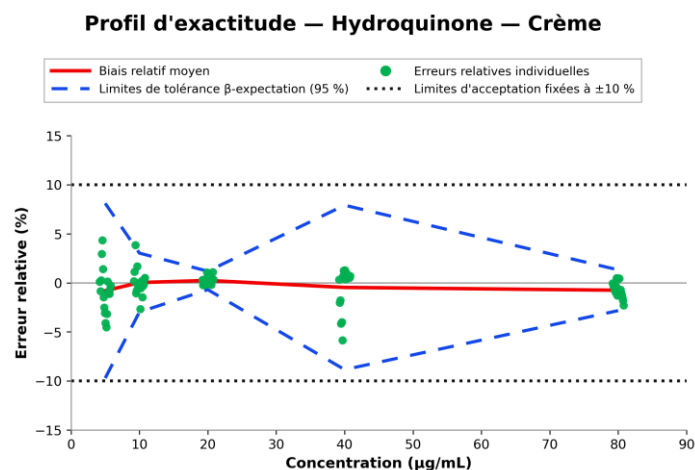


Figure 6. Profil d'exactitude de l'hydroquinone dans la matrice crème

Points verts : erreurs relatives individuelles de chaque répétition ; ligne rouge continue : biais relatif moyen à chaque niveau ; lignes bleues discontinues : limites inférieure et supérieure de tolérance β -expectation à 95 % ; lignes noires pointillées : limites d'acceptation fixées a priori à ± 10 % et ± 10 % dans le protocole de validation.

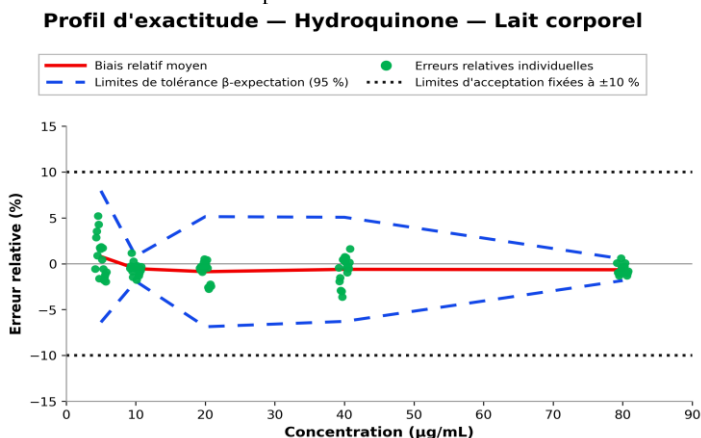


Figure 7. Profil d'exactitude de l'hydroquinone dans la matrice lait corporel

Points verts : erreurs relatives individuelles de chaque répétition ; ligne rouge continue : biais relatif moyen à chaque niveau ; lignes bleues discontinues : limites inférieure et supérieure de tolérance β -expectation à 95 % ; lignes noires pointillées : limites d'acceptation fixées a priori à ± 10 % et ± 10 % dans le protocole de validation.

Tableau IVa. Estimation des limites de détection et de quantification selon l'approche ICH fondée sur l'écart-type des intercepts

Analyte	Pente moyenne S	Écart-type σ	LOD estimée (µg/mL)	LOQ estimée (µg/mL)
Acide kojique	0,053151330	0,010666720	0,6623	2,0069
Hydroquinone	0,008143675	0,001036819	0,4201	1,2732

LOD : limite de détection; LOQ : limite de quantification; S : pente moyenne des trois courbes de calibration; σ : écart-type des ordonnées à l'origine.

Les diagnostics détaillés sont présentés au tableau IVb et à la figure 8. Les tests de Shapiro-Wilk appliqués aux résidus donnaient $p < 0,05$ pour les six régressions. Les valeurs sont donc présentées comme des estimations statistiques non encore confirmées par des préparations indépendantes aux concentrations calculées. Cette limitation n'affecte pas la comparaison des teneurs des produits aux seuils de 2 % et 1 %, qui constitue l'usage principal de contrôle qualité évalué ici.

Tableau IVb. Régressions de calibration et diagnostics des résidus

Analyte	Série	Équation de calibration	R^2	S_y/x	Shapiro-Wilk p
Hydroquinone	1	$y = 0,007910082x + 0,000044393$	0,999578315	0,005583901	0,0013
Hydroquinone	2	$y = 0,007857562x + 0,000931396$	0,999593915	0,005443214	0,0035
Hydroquinone	3	$y = 0,008663381x + 0,002111133$	0,999074956	0,009060257	0,0174
Acide kojique	1	$y = 0,053094882x + 0,021033411$	0,999957152	0,011945357	<0,0001
Acide kojique	2	$y = 0,052963025x + 0,009709839$	0,999729268	0,029955232	0,0004
Acide kojique	3	$y = 0,053396085x - 0,000286257$	0,999861141	0,021627069	0,0130

S_y/x : écart-type résiduel de la régression. Les valeurs $p < 0,05$ indiquent un écart à la normalité des résidus ; les estimations de LOD/LOQ sont donc interprétées avec prudence et ne remplacent pas une confirmation expérimentale.

Diagnostic des résidus des calibrations

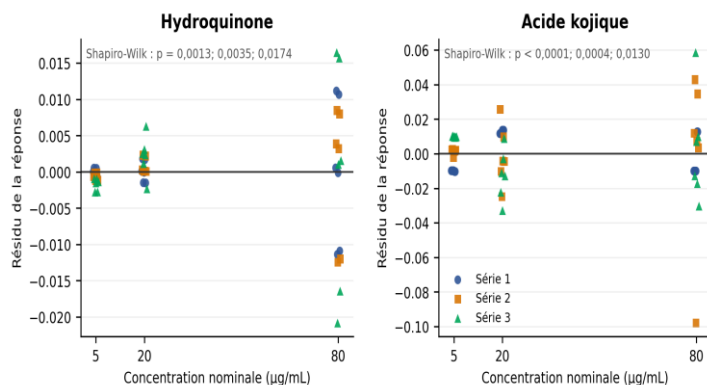


Figure 8. Résidus des trois calibrations de l'hydroquinone et de l'acide kojique aux niveaux 5, 20 et 80 µg/mL

La dispersion augmente aux concentrations élevées et les tests de Shapiro-Wilk rejettent la normalité pour les six régressions.

3.4. Quantification dans les produits

Tableau V. Teneurs des analytes dans les produits et statut réglementaire selon les limites retenues (moyenne $\pm$ écart-type; $n = 3$)

Échantillon	Forme	Hydroquinone (% m/m)	Acide kojique (% m/m)	Statut réglementaire global
E1	Lotion	4.86 $\pm$ 0.02	1.72 $\pm$ 0.02	NC (HQ>2 %; AK>1 %)
E2	Crème	3.39 $\pm$ 0.03	ND	NC (HQ>2 %)
E3	Crème	6.10 $\pm$ 0.01	ND	NC (HQ>2 %)
E4	Crème	6.11 $\pm$ 0.04	1.13 $\pm$ 0.01	NC (HQ>2 %; AK>1 %)
E5	Crème	4.86 $\pm$ 0.03	ND	NC (HQ>2 %)
E6	Crème	6.11 $\pm$ 0.02	2.71 $\pm$ 0.01	NC (HQ>2 %; AK>1 %)
E7	Crème	4.89 $\pm$ 0.05	ND	NC (HQ>2 %)
E8	Crème	4.76 $\pm$ 0.02	0.74 $\pm$ 0.05	NC (HQ>2 %)
E9	Crème	4.84 $\pm$ 0.01	2.63 $\pm$ 0.01	NC (HQ>2 %; AK>1 %)
E10	Lotion	2.79 $\pm$ 0.05	ND	NC (HQ>2 %)
E11	Lotion	3.84 $\pm$ 0.04	ND	NC (HQ>2 %)
E12	Lait corporel	2.86 $\pm$ 0.06	ND	NC (HQ>2 %)
E13	Crème	5.54 $\pm$ 0.03	3.80 $\pm$ 0.01	NC (HQ>2 %; AK>1 %)
E14	Lotion	4.70 $\pm$ 0.05	ND	NC (HQ>2 %)

ND : non détecté ou non quantifié dans les données fournies. C : conforme; NC : non conforme. Limites appliquées : hydroquinone ≤ 2 % et acide kojique ≤ 1 %. Le statut global est NC dès qu'au moins une limite est dépassée.

L'hydroquinone a été quantifiée dans les 14 produits, à des teneurs de $2,79 \pm 0,05$ à $6,11 \pm 0,04$ % m/m; les 14/14 dépassaient donc la limite de 2 %. Même la borne moyenne moins un écart-type la plus faible restait supérieure à 2 % (2,74 %). L'acide kojique a été quantifié dans six produits (42,9 %), à des teneurs de $0,74 \pm 0,05$ à $3,80 \pm 0,01$ % m/m. Cinq produits (E1, E4, E6, E9 et E13) dépassaient 1 %; E8, à $0,74 \pm 0,05$ %, respectait cette limite. Tous les produits étaient globalement non conformes en raison du dépassement de 2 % d'hydroquinone.

Comparaison des teneurs aux limites réglementaires retenues

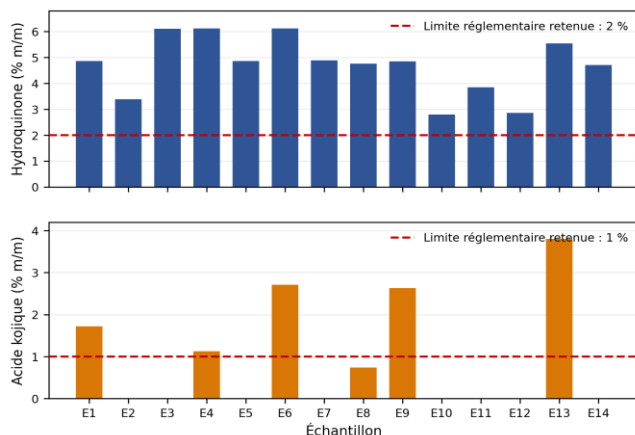


Figure 9. Distribution des teneurs en hydroquinone et en acide kojique dans les 14 produits.

Les lignes rouges discontinues indiquent les limites réglementaires retenues pour l'interprétation : 2 % pour l'hydroquinone et 1 % pour l'acide kojique.

3.5. Analyses statistiques exploratoires

Les moyennes par forme galénique ont été calculées à partir de la moyenne des trois déterminations de chaque produit, le produit constituant l'unité statistique. Les intervalles de confiance à 95 % des moyennes ont été calculés avec la loi de Student et ceux des proportions par la méthode binomiale exacte de Clopper-Pearson.

Tableau VI. Statistiques descriptives de l'hydroquinone et proportion de produits dépassant 1 % d'acide kojique selon la forme galénique.

Forme	n	Hydroquinone moyenne $\pm$ ET (%)	CV (%)	IC95 % moyenne	AK>1 %, n/N (%)	IC95 % proportion
Crème	9	5,178 $\pm$ 0,894	17,26	4,491–5,865	4/9 (44,4)	13,7–78,8
Lotion	4	4,048 $\pm$ 0,950	23,48	2,535–5,560	1/4 (25,0)	0,6–80,6
Lait corporel	1	2,860	—	—	0/1 (0,0)	0,0–97,5
Ensemble	14	4,689 $\pm$ 1,118	23,84	4,044–5,335	5/14 (35,7)	12,8–64,9

ET : écart-type inter produits; CV : coefficient de variation interproduits; IC95 % : intervalle de confiance à 95 %; AK : acide kojique. Le CV et l'IC95 % de la moyenne ne sont pas estimables pour le lait corporel ($n = 1$).

Pour l'hydroquinone, la normalité n'était pas rejetée dans les groupes crème (Shapiro-Wilk $p = 0,114$) et lotion ($p = 0,454$), et le test de Levene ne mettait pas en évidence d'hétérogénéité des variances ($p = 0,859$). La comparaison principale par le test t de Welch ne montrait pas de différence statistiquement significative entre les crèmes et les lotions : différence moyenne = 1,130 point de pourcentage, IC95 % $[-0,273; 2,533]$, $t = 2,015$, ddl = 5,50, $p = 0,095$. Une analyse de sensibilité par Mann-Whitney aboutissait à la même conclusion ($U = 30,5$; $p = 0,076$). Le lait corporel n'a pas été inclus dans les comparaisons inférentielles, car un seul produit était disponible.

Le dépassement de 1 % d'acide kojique concernait 4/9 crèmes et 1/4 lotions; le test exact de Fisher ne montrait pas d'association avec la forme galénique (odds ratio brut = 2,40; $p = 1,000$). En revanche, la conformité globale était constante : 14/14 produits étaient non conformes, soit 100 % avec un IC95 % binomial exact de 76,8–100 %. Le test du χ^2 et la régression logistique binaire n'étaient donc pas estimables en l'absence de produits globalement conformes. Ces analyses demeurent exploratoires en raison de l'échantillonnage raisonné et des faibles effectifs.

4. Discussion

La méthode HPLC-UV a présenté des performances cohérentes dans les trois matrices étudiées sur l'intervalle validé de 5 à 80 µg/mL. Les recouvrements proches de 100 %, les CV de fidélité inférieurs à 3 % et le maintien de tous les intervalles de tolérance β à 95 % à l'intérieur des limites d'acceptation fixées a priori à ± 10 % indiquent une maîtrise satisfaisante de l'erreur totale aux niveaux étudiés. L'usage revendiqué est le

contrôle de conformité autour des spécifications de 2 % d'hydroquinone et 1 % d'acide kojique, et non une recherche universelle de traces. Selon l'approche $3,3\sigma/S$ et $10\sigma/S$, les LOD/LOQ estimées étaient de 0,6623/2,0069 µg/mL pour l'acide kojique et de 0,4201/1,2732 µg/mL pour l'hydroquinone. Bien qu'elles ne soient pas expérimentalement confirmées sous 5 µg/mL, elles sont nettement inférieures aux concentrations correspondant aux seuils de décision après la préparation et la dilution des échantillons.

Tableau VII. Valeurs de recouvrement aux cinq niveaux de validation, présentées dans la Discussion

Analyte	Matrice	Niveaux (µg/mL)	Recouvrements correspondants (%)
Acide kojique	Lotion	5 / 10 / 20 / 40 / 80	100,226 / 101,865 / 101,981 / 99,484 / 100,825
Acide kojique	Crème	5 / 10 / 20 / 40 / 80	100,355 / 101,840 / 102,355 / 98,961 / 101,599
Acide kojique	Lait corporel	5 / 10 / 20 / 40 / 80	98,628 / 99,020 / 101,711 / 98,080 / 102,046
Hydroquinone	Lotion	5 / 10 / 20 / 40 / 80	100,451 / 100,343 / 100,364 / 100,129 / 100,076
Hydroquinone	Crème	5 / 10 / 20 / 40 / 80	99,199 / 100,029 / 100,246 / 99,536 / 99,247
Hydroquinone	Lait corporel	5 / 10 / 20 / 40 / 80	100,782 / 99,466 / 99,134 / 99,390 / 99,344

Les valeurs du [tableau VII](#) confirment une justesse satisfaisante : tous les recouvrements sont compris entre 98,080 et 102,355 %, soit un écart absolu maximal de 2,355 % par rapport à 100 %. La valeur la plus faible est observée pour l'acide kojique dans le lait corporel à 40 µg/mL (98,080 %), tandis que la plus élevée concerne l'acide kojique dans la crème à 20 µg/mL (102,355 %). Pour l'hydroquinone dans la lotion, les recouvrements recalculés restent particulièrement proches de 100 % : 100,451; 100,343; 100,364; 100,129 et 100,076 % aux niveaux respectifs de 5, 10, 20, 40 et 80 µg/mL. Le biais relatif demeure faiblement positif, avec un maximum de 0,451 % à 5 µg/mL et une valeur de 0,364 % à 20 µg/mL.

L'hydroquinone a été retrouvée dans 100 % des produits. Les teneurs, comprises entre 2,79 et 6,11 %, dépassaient toutes la limite réglementaire de 2 % retenue pour l'interprétation en RDC ([Ministère Santé RDC, 2013](#)). Des résultats préoccupants ont été rapportés dans d'autres marchés africains : au Burkina Faso, 51,72 % des 29 produits analysés contenaient de l'hydroquinone et 27,58 % présentaient des teneurs supérieures à 2 % ([Yaméogo et al., 2023](#)); au Nigeria, des teneurs de 1,9 à 3,3 % ont été mesurées dans des cosmétiques éclaircissants ([Bamidele et al., 2023](#)). La fréquence et les teneurs observées à Kinshasa sont donc particulièrement préoccupantes.

Les résultats diffèrent de ceux rapportés au Togo, où l'analyse ont montré que 76 % contenaient

l'hydroquinone, dont 48 % avaient des teneurs supérieures à 2%. Les produits à base d'huile et les sérums présentaient les concentrations les plus élevées, atteignant 6,3% ([Bekeji et al., 2026](#)). Au Cameroun, une étude préliminaire conduite sur quatre produits achetés à Douala a retrouvé de l'hydroquinone dans tous les échantillons, à des teneurs estimées de 0,06 à 2,23 % ([Tang et al., 2024](#)). Cette dernière comparaison doit toutefois rester prudente, car il s'agit d'un préprint non évalué par les pairs, portant sur un très faible nombre de produits et dont la quantification n'était pas encore pleinement validée. En Côte d'Ivoire, une étude HPLC-UV publiée en 2026 a détecté l'hydroquinone dans 90 % de 150 produits ; 8 % dépassaient la limite nationale de 2 %, avec des teneurs de 2 à 5,91 % ([Tigori et al., 2026](#)). À Kinshasa, la détection dans 100 % des produits et le dépassement de 2 % dans les 14 échantillons indiquent une non-conformité plus systématique, bien que les plans d'échantillonnage et les réglementations nationales diffèrent.

En Europe, une étude coordonnée par le réseau des laboratoires officiels de contrôle des cosmétiques a analysé 189 produits prélevés dans sept pays en 2021–2022 : 18 % étaient non conformes en raison d'au moins une substance interdite, et l'hydroquinone a été détectée dans 5 % des produits testés pour cette substance ([EDQM, 2024](#)). Le contraste avec les 100 % observés à Kinshasa souligne l'importance d'une

surveillance analytique organisée et de mesures effectives de retrait du marché.

L'acide kojique n'a été quantifié que dans six produits, mais cinq dépassaient la limite réglementaire de 1 % retenue dans cette étude (Ministère Santé RDC, 2013). E8, à $0,74 \pm 0,05$ %, restait sous cette limite. Ce résultat contraste avec l'étude burkinabè, où cinq produits sur 29 contenaient de l'acide kojique et où les teneurs restaient inférieures à 1 % (Yaméogo et al., 2023). Dans le présent échantillon, la coexistence d'hydroquinone et d'acide kojique dans six produits peut augmenter l'exposition globale à des inhibiteurs de la mélanogenèse, sans que la présente étude permette d'estimer un risque clinique individuel.

Sur le plan toxicologique, l'application répétée de formulations contenant 2,79 à 6,11 % d'hydroquinone expose notamment à l'irritation, aux dyschromies et à l'Ochronose exogène ; le risque dépend toutefois de la dose appliquée, de la fréquence, de la durée d'utilisation, de la surface corporelle exposée et des associations avec d'autres agents (Zilles et al., 2022 ; Shivaram et al., 2024). La présente étude établit un danger potentiel lié à la composition, mais ne mesure ni l'exposition individuelle ni la survenue d'effets cliniques. Les résultats ne doivent donc pas être interprétés comme une estimation du risque individuel.

La faible proportion de produits disposant d'une AMM (14,3 %) et la présence d'hydroquinone même dans les deux produits enregistrés soulèvent des insuffisances possibles dans l'évaluation préalable, la traçabilité des formulations et la surveillance après mise sur le marché. Les autorités sanitaires et l'Office Congolais de Contrôle (OCC), dans le cadre de leurs attributions respectives, pourraient intégrer un dépistage HPLC-UV périodique des dépigmentants, contrôler la concordance entre étiquetage et composition, publier des alertes et organiser le retrait ou le rappel des lots non conformes. Les fabricants devraient documenter leurs matières premières, respecter les bonnes pratiques de fabrication et soumettre toute modification de formule aux procédures réglementaires applicables. Les distributeurs devraient vérifier l'enregistrement et la traçabilité des produits. Enfin, les consommateurs devraient éviter les produits sans identification claire ou sans autorisation vérifiable et consulter un professionnel de santé en cas d'effet cutané indésirable.

4.1. Limites de l'étude

L'échantillonnage était raisonné, limité à 14 produits d'un seul district et ne permet pas d'extrapoler les fréquences à l'ensemble du marché de Kinshasa ou

de la RDC. Le nombre total de références commerciales disponibles n'a pas été recensé et deux des sept fabricants locaux identifiés n'ont pas été représentés. La répartition très déséquilibrée des formes galéniques et le faible effectif limitent la puissance des comparaisons ; leurs IC95 % sont larges et les résultats doivent rester exploratoires. La conformité globale constante (14/14 non conformes) rendait le χ^2 et la régression logistique non estimables. Seuls deux agents dépigmentants ont été recherchés ; les corticoïdes, le mercure, l'arbutine, le glutathion et d'autres substances n'ont pas été évalués. La sélectivité matricielle complète et la robustesse de la méthode n'ont pas été documentées. Enfin, les LOD et LOQ ont été extrapolées sous le premier niveau de calibration de 5 µg/mL ; elles sont considérées comme des estimations non confirmées et non comme la validation d'une capacité universelle de recherche de traces.

4.2. Perspectives

Ces résultats justifient la mise en place d'un programme national de surveillance des cosmétiques éclaircissants associant les autorités sanitaires, l'OCC, les laboratoires universitaires et les structures de pharmacovigilance. Une étude multicentrique devrait couvrir plusieurs communes de Kinshasa et plusieurs provinces, inclure les produits locaux, importés et vendus en ligne, et reposer si possible sur un échantillonnage probabiliste construit à partir d'un inventaire du marché. Le champ analytique devrait être étendu aux corticoïdes, au mercure, à l'arbutine, au glutathion et à d'autres dépigmentants. Une étude complémentaire sur une gamme basse, comportant des blancs et des préparations indépendantes au voisinage des LOD/LOQ estimées, est nécessaire pour confirmer la sensibilité de la méthode. Des études d'utilisation et d'exposition des consommateurs, complétées par une évaluation toxicologique et des comparaisons interlaboratoires, permettraient de mieux caractériser le risque sanitaire et de consolider les capacités nationales de contrôle.

5. Conclusion

La méthode HPLC-UV a montré une justesse, une fidélité, une linéarité et une exactitude satisfaisantes pour le contrôle qualité de l'hydroquinone et de l'acide kojique dans les trois matrices sur l'intervalle validé de 5 à 80 µg/mL. L'analyse exploratoire ne montrait pas de différence significative de teneur en hydroquinone entre crèmes et lotions, ni d'association entre la forme et le dépassement de 1 % d'acide kojique. Les 14 produits contenaient plus de 2 % d'hydroquinone et

étaient donc globalement non conformes; cinq dépassaient aussi 1 % d'acide kojique. L'absence de produits conformes ne permettait pas d'estimer une régression logistique. Les LOD/LOQ estimées restent à confirmer à faibles concentrations, sans remettre en cause l'usage principal de comparaison aux spécifications dans l'intervalle validé. Les autorités sanitaires et l'OCC devraient renforcer les contrôles avant et après mise sur le marché.

Remerciements

Les auteurs expriment leur sincère gratitude aux responsables des laboratoires LACOMEDA, CESNOV et du laboratoire de Chimie physique de la Faculté des Sciences Pharmaceutiques de l'Université de Kinshasa, pour avoir facilité l'accès aux équipements et au matériel de laboratoire nécessaires à la réalisation de cette étude.

Ils adressent également leurs remerciements aux pharmaciens David-Joseph Kalunga et Patrick Kalubi pour leur contribution aux analyses préliminaires des échantillons par chromatographie sur couche mince (CCM).

Financement

Cette recherche n'a bénéficié d'aucun financement spécifique. Aucun auteur n'a reçu de rémunération, de soutien matériel ou tout autre avantage financier en lien avec la réalisation ou la publication de cette étude.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts financier, professionnel ou personnel susceptible d'avoir influencé la conduite de l'étude, l'analyse et l'interprétation des résultats ou la présentation des données.

Considérations d'Éthique

Cette étude porte sur l'analyse physicochimique de produits cosmétiques et n'implique ni participants humains ni expérimentation animale. Par conséquent, aucune approbation d'un comité d'éthique ni aucun consentement éclairé n'étaient requis.

Contributions des auteurs

F.M.B. : conception de l'étude, élaboration de la méthodologie, collecte des échantillons, la réalisation des analyses et rédaction de la première version du manuscrit ; N.K.T. : réalisation des analyses avec HPLC, traitement et interprétation des données, rédaction et correction du manuscrit.

A.M.P. : contribution à la méthodologie analytique, participation aux analyses de laboratoire et interprétation des résultats.

J.N.M. : supervision scientifique, vérification de la cohérence des résultats et correction du manuscrit.

E.B.I. : participation à la réalisation des analyses HPLC.

ORCID des Auteurs

Bakulu M.F. : <https://orcid.org/0009-0008-0337-9980>;

Tshilombo K.N. : <https://orcid.org/0000-0003-0638-4263>;

Mpasi N.J. : N/A

Phuati M.A. : N/A

Iragi B.E. : N/A

Références bibliographiques

- Williams, S. N., Webb, T., Lohiniva, A. L., Jordan, E., Onyon, L., & Altieri, E. (2026). Why are people cosmetic skin whitening? A systematic review. In *BMC Public Health* (Vol. 26, Number 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12889-026-26649-1>.
- Organisation mondiale de la Santé, Bureau régional de l'Afrique. Skin bleaching in Africa: a public health problem. Analytical fact sheet. Novembre 2023.*
- Zilles, J. C., dos Santos, F. L., Kulkamp-Guerreiro, I. C., & Contri, R. V. (2022). Biological activities and safety data of kojic acid and its derivatives: A review. *Experimental Dermatology*, 31(10), 1500–1521. <https://doi.org/10.1111/exd.14662>.
- Cellarier D, Adet A, Barré M. The dark side of skin lightening. *Médecine Tropicale et Santé Internationale*. 2022;2(4):8–10. [doi:10.48327/mtsi.v2i4.2022.264](https://doi.org/10.48327/mtsi.v2i4.2022.264).
- Yaméogo, B. G. J., Ilboudo, L. S. B. A., Ouédraogo, N. A., Belem, M., Nikiema, O., Gombri, B. W., Sombié, B. C., Zimé-Diawara, H., Kabré, E., & Semdé, R. (2023). Analysis of Depigmenting Substances of Interest (Hydroquinone, Kojic Acid, and Clobetasol Propionate) Contained in Lightening Cosmetic Products Marketed in Burkina Faso. *Cosmetics*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/cosmetics10060154>.
- Phasha V, Senabe J, Ndzotoyi P, Okole B, Fouche G, Chuturgoon A. Review on the use of kojic acid—a skin-lightening ingredient. *Cosmetics*. 2022;9(3):64. doi:10.3390/cosmetics9030064.
- Zilles JC, dos Santos FL, Kulkamp-Guerreiro IC, Contri RV. Biological activities and safety data of kojic acid and its derivatives: a review. *Experimental Dermatology*. 2022;31(10):1500–1521. doi:10.1111/exd.14662.

- Shivaram K, Edwards K, Mohammad TF. An update on the safety of hydroquinone. *Archives of Dermatological Research*. 2024;316:378. doi:10.1007/s00403-024-02990-6.
- République démocratique du Congo, Ministère de la Santé publique. *Arrêté ministériel n°1250/CAB/MIN/SP/008/CJ/MP/2013* relatif aux produits cosmétiques et autres produits d'hygiène corporelle. 2013.
- Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS). Scientific Opinion on Kojic Acid, SCCS/1637/21. Final version 15–16 March 2022 ; corrigendum 10 June 2022.
- Commission européenne. Règlement (UE) 2024/996 de la Commission du 3 avril 2024 modifiant le règlement (CE) n°1223/2009 relatif aux produits cosmétiques. *Journal officiel de l'Union européenne*. 4 avril 2024.
- International Council for Harmonisation (ICH). ICH Q2(R2): Validation of Analytical Procedures. Step 4 guideline. 1 November 2023.
- Hubert P, Nguyen-Huu JJ, Boulanger B, et al. Harmonization of strategies for the validation of quantitative analytical procedures: a SFSTP proposal—Part III. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2007;45(1):82–96. doi:10.1016/j.jpba.2007.06.032.
- AOAC International. Appendix F(2016). Guidelines for Standard Method Performance Requirements. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 20th ed. Rockville, MD: AOAC International;
- Yaméogo BGJ, Ilboudo LSBA, Ouédraogo NA, et al. Analysis of depigmenting substances of interest (hydroquinone, kojic acid, and clobetasol propionate) contained in lightening cosmetic products marketed in Burkina Faso. *Cosmetics*. 2023;10(6):154. doi:10.3390/cosmetics10060154.
- Bamidele OD, Kayode BA, Eniayewu OI, et al. Quality assessment of hydroquinone, mercury, and arsenic in skin-lightening cosmetics marketed in Ilorin, Nigeria. *Scientific Reports*. 2023;13: 20992. doi:10.1038/s41598-023-47160-2.
- Bekeyi, M. F., Badjabaissi, E., Diallo, A., Assih, M., Sanvee, S. C. J., Saka, B., Lawson-Evi, P., & Bakoma, B. (2026). *Quantitative and qualitative evaluation of hydroquinone in depigmenting cosmetic products marketed in Lome*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-9255298/v1>.
- Tang EN, Lenga S, Siani-Yonga HG, Ngono-Mballa R, Heudi, O(2024). Development of a LC-UV method for the rapid screening of arbutin, hydroquinone, dexamethasone, hydrocortisone, and clobetasol propionate in skin-whitening cosmetic products. *Research Square [prépublication]*.. doi:10.21203/rs.3.rs-4155308/v1.
- Tigori-Sangare B, Brissy-Ayekoue DC, Kone-Bakayoko S, et al. Dosage par HPLC-UV de l'hydroquinone dans les produits cosmétiques éclaircissants commercialisés en Côte d'Ivoire : toxicité et risque pour les consommateurs. *Health Research in Africa*. 2026;4(3):38–43. doi:10.5281/zenodo.18613926