

Evaluation des effets antiradicalaire et photoprotecteur des extraits de dix plantes médicinales pour l'élaboration un produit de protection solaire au Mali

Aichata B.A. Mariko

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB),
Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali
Centre d'Excellence Africain de Formation, de Recherche et d'Expertises en Sciences du
Médicament (CEA – CFOREM)

Mahamane Haidara

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB),
Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali. Institut National de Recherche sur la
Médecine et la Pharmacopée Traditionnelle, Mali

Cissé Bakary Moussa

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB),
Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali
Centre d'Excellence Africain de Formation, de Recherche et d'Expertises en Sciences du
Médicament (CEA – CFOREM)

Denou Adama

Mamadou Lamine Diarra

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB),
Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali. Institut National de Recherche sur la
Médecine et la Pharmacopée Traditionnelle, Mali

Rasmane Semde

Centre d'Excellence Africain de Formation, de Recherche et d'Expertises en Sciences du
Médicament (CEA – CFOREM)
Laboratoire de Développement du Médicament – (LADME),
Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

Rokia Sanogo

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB),
Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali. Institut National de Recherche sur la
Médecine et la Pharmacopée Traditionnelle, Mali

Approved: 08 March 2026

Posted: 10 March 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Mariko, A.B.A., Haidara, M., Moussa, C.B., Adama, D., Diarra, M.L., Semde, R. & Sanogo, R. (2026). *Evaluation des effets antiradicalaire et photoprotecteur des extraits de dix plantes médicinales pour l'élaboration un produit de protection solaire au Mali*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.3.2026.p276>

Résumé

La survenue des cancers cutanés précoces induits par le soleil est un véritable défi auquel les personnes atteintes d'albinisme (PAA) sont confrontées en Afrique subsaharienne. Ils ont recours à des produits de protection solaire (PPS) importés qui sont coûteux, ce qui affaiblit leur couverture d'utilisation. Pour pallier à ces difficultés et améliorer l'accès au PPS, une étude a été initiée afin de mettre en place une unité de fabrication locale à base de plante. Notre objectif est de proposer un produit efficace qui passe par la détermination expérimentale des activités antiradicalaire et photoprotectrice. Pour ce faire, précédemment, nous avons identifié sur la base d'une enquête ethnobotanique réalisé au Mali et une revue de la littérature, dix plantes locales dotées des meilleures activités photoprotectrices soit un facteur de protection solaire (FPS) ≥ 15 . Pour cette étude, nous nous proposons de confirmer expérimentalement les activités citées plus haut, des extraits polaires des plantes recensées. Des méthodes spectrophotométriques basées sur une mesure de la réduction du radical DDPH et la détermination du FPS grâce à l'équation mathématique développée par Mansur et al 1986 ont été utilisées. Les extraits des feuilles de *Mangifera indica* et des feuilles de *Lawsonia inermis* ont montré une bonne activité antiradicalaire avec une concentration efficace 50 (CE_{50}) ≤ 10 $\mu\text{g/mL}$ et une bonne activité photoprotectrice avec un FPS compris entre [18,5 – 28,2]. Cette phase expérimentale sera une avancée majeure qui permettra l'élaboration de PPS efficaces pour les PAA à base d'extraits des feuilles de ces deux plantes.

Mots clés : Espèces végétales, Antiradicalaire, Photoprotectrice, Albinisme, Mali

Evaluation of the Antiradical and Photoprotective Effects of Extracts From Ten Medicinal Plants for the Development of a Sun Protection Product in Mali

Aichata B.A. Mariko

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako
(USTTB)/ Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali
Centre d'Excellence Africain de Formation, de Recherche et d'Expertises en
Sciences du Médicament (CEA – CFOREM)

Mahamane Haidara

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako
(USTTB)/ Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali. Institut National
de Recherche sur la Médecine et la Pharmacopée Traditionnelle, Mali

Cissé Bakary Moussa

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako
(USTTB)/ Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali
Centre d'Excellence Africain de Formation, de Recherche et d'Expertises en
Sciences du Médicament (CEA – CFOREM)

Denou Adama

Mamadou Lamine Diarra

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako
(USTTB)/ Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali. Institut National
de Recherche sur la Médecine et la Pharmacopée Traditionnelle, Mali

Rasmane Semde

Centre d'Excellence Africain de Formation, de Recherche et d'Expertises en
Sciences du Médicament (CEA – CFOREM)
Laboratoire de Développement du Médicament – (LADME),
Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

Rokia Sanogo

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako
(USTTB)/ Faculté de Pharmacie de Bamako, Bamako, Mali. Institut National
de Recherche sur la Médecine et la Pharmacopée Traditionnelle, Mali

Abstract

The occurrence of early-onset sun-induced skin cancers is a significant challenge faced by people with albinism (PAA) in sub-Saharan Africa. They rely on expensive imported sunscreens, which limits their usage. To address these difficulties and improve access to sunscreens, a study was initiated to establish a local plant-based manufacturing unit. Our objective is to develop an effective product, which requires experimental

determination of its free radical scavenging and photoprotective activities. Previously, based on an ethnobotanical survey conducted in Mali and a literature review, we identified ten local plants with the best photoprotective activities, specifically a sun protection factor (SPF) ≥ 15 . In this study, we aim to experimentally confirm the aforementioned activities of polar extracts from these identified plants. Spectrophotometric methods based on measuring DDPH radical reduction and determining the SPF using the mathematical equation developed by Mansur et al. (1986) were employed. Extracts from the leaves of *Mangifera indica* and *Lawsonia inermis* showed good free radical scavenging activity with an effective concentration 50 (EC50) ≤ 10 $\mu\text{g/mL}$ and good photoprotective activity with an SPF between 18.5 and 28.2. This experimental phase will be a major advance, enabling the development of effective plant protection products (PPS) for albinism based on extracts from the leaves of these two plants.

Keywords: Plant species, Free radical scavenging, Photoprotective, Albinism, Mali

Introduction

L'utilisation des produits de protection solaire (PPS) à fort indice est indispensable pour une partie de la population d'Afrique noire : les patients atteints d'albinisme (PAA) couramment appelé « albinos ». L'albinisme entraîne après une exposition au soleil non protégée, des érythèmes solaires, un vieillissement actinique et un cancer cutané précoce qui peuvent être létaux (Arslan, 2020). Au Mali, les PAA se protègent avec des PPS qui sont le plus souvent importés, ce qui accroît les inaccessibilités (économique et géographique) et rendent faible leur couverture d'utilisation (Dicko, 2024).

L'amélioration du champ d'utilisation passe par la mise en place d'une initiative de production locale basée notamment sur des plantes. En effet, une étude menée par l'Institut National de Recherche sur la Médecine et la Pharmacopée Traditionnelles (INRMPT) a montré que 70% des PAA avait recours aux plantes pour soigner leur dermatose et se protéger des rayons du soleil (Haidara and al., 2020). Fort de cette enquête ethnobotanique qui a identifié des plantes comme le *Bixa orellana*, nous avons entrepris une revue de la littérature qui nous a permis de recenser neuf autres plantes locales sur la base de leurs propriétés antioxydante et photoprotectrice prouvées. Assurément, les affections photo-induites peuvent être corrigées grâce à l'utilisation d'un produit contenant un filtre performant qui allie la présence prouvée des deux activités citées plus haut comme l'indique l'étude de Zouhri et al en 2016. Ces plantes étaient : *Carica papaya* (Jing et al., 2019), *Hibiscus sabdariffa* (Mohamad et al., 2018), *Lawsonia inermis* (Goudjil et al., 2020), *Mangifera indica* (Patel et Mashru,

2020), *Portulaca oleracea* (Lolo et al., 2017), *Punica granatum* (Ranjithkumar et al., 2016), *Solanum lycopersicum* (Sopyan et al., 2018), *Spondias mombin* (Silva et al., 2016), *Zea mays* (Laeliocattleya, 2019).

L'efficacité est un critère majeur définissant la qualité d'un produit. A ce titre, elle doit être obligatoirement prouvée à travers une étude expérimentale. Ainsi la présente étude a été initiée pour évaluer le potentiel antioxydant et photoprotecteur des extraits polaires de échantillons provenant des dix plantes récoltées au Mali. Des méthodes d'évaluation spectrophotométrique utilisant une mesure de la réduction du radical DDPH et la détermination du FPS grâce à l'équation mathématique développée par Mansur et al 1986 ont été utilisées. La perspective de cette étude serait l'identifier de plantes candidates qui serviront à la mise au point d'un PPS local, efficace, accessible économiquement et sûre d'utilisation. Ce produit pourra être utilisé pour les soins, la prévention et la prise en charge des affections photo-induits chez les PAA.

Matériels et méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué par les organes séchés et pulvérisés en poudres fines de ces dix plantes locales (voir tableau 1).

Tableau 1 : Matériel végétal des dix plantes locales et leur lieu d'acquisition

N°	Noms scientifiques	Famille botanique	Organes utilisés	Lieu d'acquisition	N° Herbier
1	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Graine	Sikasso	2931/ DMT
2	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Feuille	Kati	2916/ DMT
3	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Malvaceae	Calice	Ségou	2213/ DMT
4	<i>Lawsonia inermis</i> L.	Lythraceae	Feuille	Banamba	903/ DMT
5	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Feuille	Kati	890/ DMT
6	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	Plante entière	Bamako	2637/ DMT
7	<i>Punica granatum</i> L.	Lythraceae	Feuille	Kati	-
8	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Solanaceae	Feuille	Kati	1977/ DMT
9	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Feuille	Kati	279/ DMT
10	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	Graine	Ségou	-

Préparation des extraits :

Le choix des extraits a été guidé par une revue de la littérature qui nous avait montré l'efficacité des solvants polaires comme le méthanol, l'éthanol et l'eau dans la photoprotection (Aburjai et al 2019 ; Chebil 2018 ; Enaud 2018). Les extraits ont été préparés par macération des poudres (10 g) dans l'éthanol à 70% (100 mL) pendant 24 heures et par infusion des poudres (10 g) dans l'eau distillée bouillante (100 mL) pendant 15 minutes. Les mélanges ont été filtrés sur compresse puis sur papier filtre (Whatman

N°1). Les filtrats obtenus ont été concentrés puis lyophilisés. Le rendement de chaque extrait a été calculé par la formule :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

P1 : poids du ballon après évaporation ; P2 : poids du ballon vide avant évaporation ; P3 : poids de la matière végétale sèche de départ.

Les résultats se présenteront sous forme de tableau reprenant les matériels végétaux et leurs rendements en fonction des types d'extraits (Infusé aqueux et macérât hydroéthanolique).

Evaluation des activités et sélection des candidats performants

Le but est d'identifier les extraits qui fourniront les meilleures activités photoprotectrice et antioxydante, gagent d'un filtre naturel performant selon les données de la littérature (Zouhri et al 2016). Les critères de sélection seront basés sur les meilleures activités pour ces deux activités : Pour l'activité antioxydante, les extraits qui présenteront une $CE_{50} \leq 10$ $\mu\text{g/mL}$ et pour l'activité photo protectrice, les extraits qui présenteront un SPF moyen à fort [15 - 50+] seront retenus. Nous allons faire une présélection après les activités antioxydants qui nous permettra de réduire le nombre d'échantillon à la phase 2 relatif à l'activité photoprotectrice.

➤ Evaluation de l'activité anti radicalaire :

L'activité antiradicalaire des extraits a été évaluée en utilisant la méthode de réduction du radical 1,1-diphényl 1-2 picrylhydrazyle (DPPH) selon la méthode décrite par Zongo et al. en 2010. Les extraits secs à différentes concentration (0,781 – 100 $\mu\text{g/mL}$) ont été mélangés à une solution méthanolique de DPPH (0,025 g/L). Les mélanges ont été incubés pendant 30 mn à la température ambiante à l'abri de la lumière puis l'absorbance a été mesurée à 517 nm au spectrophotomètre (6705 UV / VIS Spectrophotomètre JENWAY). Le méthanol a été utilisé comme blanc, DDPH comme contrôle négatif et l'acide gallique comme contrôle positif. Le pourcentage de réduction du radical DPPH a été calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ de Réduction} = \frac{\text{Absorbance contrôle} - \text{Absorbance échantillons}}{\text{Absorbance contrôle}} \times 100$$

Les CE_{50} de réduction du radical DPPH par les extraits et l'acide gallique ont été déterminées à l'aide de courbe de régression linéaire en utilisant le logiciel Graphpad prisme version 6.0.

Les résultats se présenteront sous forme de tableau reprenant les plantes et leurs CE_{50} en $\mu\text{g/mL}$. Les plantes les plus efficaces dotées d'une

$CE_{50} \leq 10 \mu\text{g/mL}$ se présenteront en gras dans le tableau et seront soumis à la phase 2 relative à l'activité photoprotectrice.

➤ **Détermination de l'effet photoprotecteur :**

L'activité photoprotectrice des extraits a été évaluée sur les échantillons présélectionnés en utilisant la méthode décrite par Dutra et al 2004. Les extraits secs ont été dilués dans de l'éthanol absolu puis filtrer à l'aide d'un coton. Nous avons obtenu des concentrations de 10, 1 et 0,200 mg/mL. Un balayage spectrophotométrique a ensuite été effectué à des longueurs d'onde comprises entre 290 et 320 nm, avec des intervalles de 5 nm. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'une cellule en quartz de 1 cm, l'éthanol servant de blanc. Le facteur de protection solaire (FPS) connu en anglais sous Solar Protection Factor (SPF) a été calculé selon l'équation développée par Mansur et al. (1986) comme suit :

$$\text{SPF spectrophotometric} = \text{CF} \times \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)$$

Où $\text{EE}(\lambda)$ est le spectre de l'effet érythémateux ; $\text{I}(\lambda)$ est le spectre d'intensité solaire ; $\text{Abs}(\lambda)$ est l'absorbance du produit de protection solaire ; et CF est le facteur de correction (= 10). Les valeurs de $\text{EE} \times \text{I}$ sont des constantes. Elles ont été déterminées par Sayre et al., 1979 et sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Fonction produit normalisée pour le calcul du SPF

Longueur d'onde (λ nm)	EE x I (Normalisé)
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1

L'homosalate qui est le témoin, a subi le même traitement que les autres extraits. Les résultats se présenteront sous forme de tableau reprenant les plantes et leurs indices de protection FPS calculés. Les potentiels candidats ayant validés les deux critères seront mis en gras.

Résultats et discussion :

Ce travail avait pour but de montrer le potentiel antiradicalaire et photoprotecteur des extraits de dix plantes médicinales récoltées au Mali.

Rendement des extractions

Les rendements des extraits obtenus à partir du matériel végétal des dix plantes sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Rendements (%) des extraits des dix plantes

Matériel végétal	Rendement (%)	
	Infusé aqueux	Macérât hydro-éthanolique
<i>Cire des graines de B. orellana L.</i>	29,73	22,2
<i>Feuilles de C. papaya L.</i>	54,63	21,8
<i>Calice de H. sabdariffa L.</i>	52,49	18,53
<i>Feuille de L. inermis L.</i>	24,3	28,43
<i>Feuille de M. indica L.</i>	19,26	27,43
<i>Plante entière de P. oleracea L.</i>	24,16	16,5
<i>Feuille de P. granatum L.</i>	27,7	39,5
<i>Feuille de S. lycopersicum L.</i>	24,33	18,53
<i>Feuille de S. mombin L.</i>	24,3	24,46
<i>Graine de Z. mays L.</i>	4,1	4,1

Les rendements des extractions par l'eau et par une solution hydroéthanolique à 70% étaient comprises entre 4 et 55%. Dans notre étude, nous avons obtenu les rendements les plus faibles avec l'échantillon des graines de *Zea mays*. Ce résultat suggère que la poudre des graines de *Zea mays* contient très peu de substances extractibles par les solvants polaires. Ceci est confirmé par l'étude de Kouamé en 2023 qui indique la présence majoritaire des glucides et des protéines qui sont bloqués lors de l'étape de la filtration et des lipides qui ne sont pas extractibles par les solvants polaires.

Une autre observation avec ce résultat, est la présence d'écart important en terme de valeur de rendement entre les deux types d'extraits utilisés notamment avec les échantillons de *Hibiscus sabdariffa* et de *Carica papaya*. Ces résultats suggèrent une meilleure extraction avec les infusés de ces plantes, qui est confirmée par l'étude de M. Singh et al en 2021 qui a montré en plus de nos résultats communs que la dilution de l'éthanol améliorerait le rendement des extraits éthanoliques de *Hibiscus sabdariffa*. Notre étude montre par ailleurs que les solvants d'extraction utilisées, influencent peu le rendement de *Spondias mombin*. Nous pouvons dire en conclusion que le mode d'extraction pourrait avoir une influence sur l'obtention des rendements dans la plupart des cas comme le suggère aussi l'étude de Bourgou et al 2016. Ceci dit, il existe des singularités qui justifieraient la réalisation d'étude préliminaire qui aiderait à choisir le mode d'extraction adéquate indispensable pour l'obtention des meilleurs rendements.

Les activités

➤ Activité antiradicalaire :

Les CE₅₀ de réduction du radical DPPH sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : CE₅₀ de réduction du radical DPPH par les extraits des dix plantes

Extrait	CE ₅₀ (µg/mL)	
	Infusé aqueux	Macérât hydro-alcoolique
Cire des graines de <i>B. orellana</i> L.	> 100	> 100
Feuilles de <i>C. papaya</i> L.	77,47±8,6	> 100
Calice de <i>H. sabdariffa</i> L.	69,74±7,3	85,8±6,2
Feuille de <i>L. inermis</i> L.	20,2±0,9	6,8±0,09
Feuille de <i>M. indica</i> L.	6,81±1,04	4,2±0,6
Plante entière de <i>P. oleracea</i> L.	60,8±0,5	26,09±5,8
Feuille de <i>P. granatum</i> L.	2,8±0,8	1,83±0,5
Feuille de <i>S. lycopersicum</i> L.	11,9±0,05	38,9±3,5
Feuille de <i>S. mombin</i> L.	4,2±0,6	2,6±0,4
Graine de <i>Z. mays</i> L.	> 100	> 100
Acide gallique	0,88±0,05	

Sur les 20 extraits (10 extraits infusés et 10 extraits hydroéthanoliques), sept extraits provenant des échantillons des plantes suivantes : *Lawsonia inermis*, *Mangifera indica*, *Punica granatum* et *Spondias mombin* ont montré une bonne activité antiradicalaire avec des CE₅₀ < 10 µg/mL. Plus la CE₅₀ est faible, plus l'activité est meilleure. L'activité antioxydante est un atout clé dans la prévention des héliodermies chez les PAA. Les sujets à peau claire comme les albinos sont en effet plus sensibles au vieillissement actinique (Meunier 2023). L'activité antioxydante protège la peau contre les dommages causés par les radicaux libres qui peuvent accélérer le vieillissement cutané en provoquant des rides, des taches brunes et une perte d'élasticité (Mavon et Bacqueville 2007, Meunier 2023). Les antioxydants aideraient aussi à améliorer les troubles de la vision photo-induits (Birlouez-Aragon et Saavedra 2005).

Les meilleures activités ont été obtenues avec les deux types d'extraits de *Punica granatum* pour des valeurs comprises entre 1,83-2,8 µg/mL. Cette plante est en effet bien connue pour ces propriétés antioxydantes comme le rapporte l'étude de Mokhtari 2019 qui trouvait aussi des valeurs faibles de 5 µg/mL. Nos études divergeaient en terme de valeur à cause sans doute des variabilités entre les types d'extraits choisis puisque son étude a été réalisée sur des extraits Eau / Ethanol et Eau / acétone. Nous pouvons conclure que les meilleures activités peuvent être obtenues avec les extraits polaires idéalement un mélange Eau / Ethanol à 70%.

Lors de notre étude, nous avons noté l'absence d'activité observée pour le *Bixa orellana* et le *Zea mays*. Ceci pourraient s'expliquer par le fait que l'activité anti oxydante du *Bixa orellana* serait attribuée aux

caroténoïdes (composés lipophiles) comme l'indique l'étude (Campos 2011). Les graines de *Zea mays* sont essentiellement constituées de glucide, de protéine et de lipide (Kouamé 2023). La fraction lipidique contient des vitamines liposolubles comme les caroténoïdes (Présents que dans les graines jaunes), la vitamine E et la vitamine K (Kouamé 2023). Les caroténoïdes sont extraits par des solvants apolaires (Kouamé 2023) ; Pourtant notre méthode d'analyse spectrophotométrique utilise des solvants polaires comme le méthanol lors des dilutions ; En conclusion, la méthode utilisée n'est pas adaptée à tous les échantillons, notamment celle dont les activités sont liées à l'extraction des composés apolaires.

➤ **Activité photoprotectrice**

Le tableau 5 présente les FPS des extraits ayant montré une activité antiradicalaire.

Tableau 5 : FPS des extraits ayant montré une activité antiradicalaire

Echantillons	FPS	
	Macérât hydro-éthanolique	Infusé aqueux
Extrait blanc	$1,4 \pm 0,07$	$1,4 \pm 0,07$
Homosalate	$39,7 \pm 0,40$	$39,7 \pm 0,40$
Feuille de <i>L. inermis</i>	$28,2 \pm 0,33$	$19,4 \pm 0,32$
Feuille de <i>M. indica</i>	$20,13 \pm 0,02$	$18,5 \pm 0,07$
Feuille de <i>P. granatum</i>	$8,7 \pm 0,12$	$6,1 \pm 0,2$
Feuille de <i>S. mombin</i>	$6,4 \pm 0,01$	$4,2 \pm 0,12$

Les extraits des feuilles de *L. inermis* et de *M. indica* ont présenté les meilleures activités photoprotectrices avec des FPS compris entre [18,5 – 28,2].

Aujourd'hui plusieurs études concourent à montrer l'efficacité des filtres naturels issus du règne végétal (Aburjai et al., 2019 ; Zouhri et al., 2016). Au sein de ces filtres naturels, on retrouve plusieurs phytoconstituants bioactifs comme les polyphénols (Aburjai et al., 2019 ; Chebil, 2018 ; Enaud, 2018 ; Rojas et al., 2016) ou encore les caroténoïdes (Shaath, 2016).

L'activité photoprotectrice de *Lawsonia inermis* est bien documentée puisque certains auteurs comme Zouhri and al 2016 ont également démontré des FPS moyens à élevé [20-50] sur des extraits lipidiques et Goudjil and al, 2020 qui a trouvé un FPS de 43 sur des extraits méthanoliques. Ces études donnent des valeurs FPS plus élevées au notre suggérant que l'efficacité de la réponse serait améliorée avec la présence de phytoconstituants lipophiles. Ces informations suggéreraient le renforcement de la crème lors de la phase de fabrication avec des composantes lipophiles de cette plante. Cette supplémentation aiderait à améliorer sans doute l'efficacité du produit fini. *Lawsonia inermis* est bien connu pour sa richesse en quinone notamment en naphthoquinones telle que la lawsone, qui est un traceur chimique permettant

l'identification de la plante. *Lawsonia inermis* pourrait contenir, selon les données de la littérature, en plus des quinones, d'autres polyphénols comme des flavonoïdes, des tannins, des xanthones ou d'autres phytoconstituants comme des caroténoïdes (OOAS 2013) qui sont bien documentés pour leur activité photo-protectrice (Aburjai et al., 2019 ; Chebil, 2018 ; Rojas et al., 2016 ; Shaath, 2016).

Les feuilles de *Mangifera indica* ont présenté lors de cette étude des SPF moyen à élevé [15-30]. Ces résultats sont similaires aux études réalisés par Patel and Mashru 2020 qui avaient trouvé un SPF de 19 sur des extraits méthanoliques. La similarité des résultats inter et intra études suggèrent une indifférence dans le type des trois solvants polaires utilisés pour atteindre l'efficacité photoprotectrice de cette plante. *Mangifera indica* est connu pour sa richesse en xanthone notamment la mangéferine qui a montré des activités photoprotectrices et qui pourrait être considéré comme un marqueur d'identité pour cette plante (Kawakami et Gaspar, 2015 ; Eff et al., 2019). On pourrait aussi retrouver selon des données de la littérature d'autres polyphénols dans les feuilles comme les flavonoïdes et des tanins (Aouissa 2002) qui présenteraient de bonne activité photoprotectrice. Par ailleurs le fruit de cette plante est très riche en caroténoïdes et autres vitamines lipophiles (Aouissa 2002) qui pourraient améliorer aussi les paramètre d'efficacité du produit finis.

Lors de cette étude nous avons obtenu des FPS compris entre 4 à 8, ce qui est jugé faible pour les extraits polaires de *Punica granatum* et de *Spondias mombin*. Nos valeurs diffèrent de celles réalisées par d'autres auteurs. Ainsi Ranjithkumar and al 2016 ont trouvé un FPS moyen de 21.16 avec l'huile des graines provenant du fruit de *Punica granatum* et Silva and al en 2016 a trouvé un FPS de 44 dans l'extrait méthanolique de la peau du fruit de *Spondias mombin*. Ces différences peuvent s'expliquer par une variabilité en terme d'organes des plantes utilisés. Nous avons privilégié l'utilisation des feuilles pour tous nos échantillons lors de cette étude afin de mieux maîtriser les paramètres de séchage des organes et leur accessibilité qui serait indépendant des saisons, ce qui n'était pas garantie avec les fruits ; Aussi, nous avons voulu établir une base de comparaison commune qui nous permettrait de mieux juger l'efficacité de l'activité des feuilles. Au final, ce choix à impacter négativement sur la performance de certains échantillons de plantes. Ce résultat suggère une importance dans le choix des organes et des types d'extraits pour atteindre l'efficacité recherchée. Les études expérimentales devraient être précédées d'une revue de la littérature qui orienterait le choix des organes et des modes d'extraction pour plus de performance.

Paradoxalement, *Lawsonia inermis* qui avait montré l'une des activité anti radicalaire les plus basses, s'est avéré celui qui démontré l'indice

photoprotecteur FPS le plus élevé. Dans notre étude, nous nous sommes rendus compte que les plantes dotées d'activité anti radicalaire les plus élevés n'étaient pas forcément celle doté d'un SPF élevé (*Punica granatum*). Ceci dit, les meilleures activités photoprotectrices étaient obtenues avec les extraits ayant démontré une certaine activité antioxydante. Par exemple, les extraits hydro-alcooliques de *L. inermis* qui ont montré une meilleure activité antioxydante, sont celle qui ont donné aussi la meilleure activité photoprotectrice, idem pour les autres plantes photoprotectrices. Des études antérieures ont montré une relation entre les composés phénoliques totaux, l'activité antioxydante et l'activité photoprotectrice notamment celle de Belkoucem et Boubrioua en 2022. Au vue de nos résultats, une hypothèse se dégage. Nous pouvons suggérer que l'activité antioxydante influence les paramètres de photoprotection mais ne peuvent à elle seule résumer l'activité. D'autres paramètres participeraient au renforcement de l'efficacité photoprotectrice notamment celle rencontré dans les extraits polaires de *L. inermis* et le *M. indica*. La multitude, la complexité et la variabilité du groupe des polyphénols suggèrent que certains phytoconstituants possèdent naturellement une activité antiradicalaire prédominante par rapport à d'autres. Ils cohabitent ensemble et partagent le même noyau phénol qui leur confère l'effet antiradicalaire. Ceci dit, la variabilité des groupements chimiques greffés au noyau phénol permettrait leur classification et participerait au développement d'autres activités comme la photoprotection en plus des activités antiradicalaires connues. Ce qui pourrait expliquer qu'une plante doté d'un groupe chimique très antiradicalaire et qui ne possèdent pas certains groupements chimiques spécifiques qui le prédisposeraient à l'activité photoprotectrice, ne pourra jamais produire cette activité. En conclusion, l'apparition de l'activité photoprotectrice est lié à la présence préalable de l'activité antiradicalaire issus du groupement phénol puis d'autres facteurs secondaires qui vont consolider l'activité photoprotectrice comme la présence de certains groupements chimiques spécifiques. Pour répondre à ce questionnement, il faudrait d'abord identifier et isoler le ou les phytoconstituants responsables de l'activité photoprotectrice. Ensuite faire une comparaison avec d'autres groupes de polyphénol qui ne donnent pas l'activité. Enfin, mettre au point une relation structure activité sur la base des résultats obtenus.

Aussi les meilleures activités photoprotectrices s'obtenaient toujours avec des extraits hydroéthanoliques suggérant que le passage même négligeable de certains phytoconstituants notamment lipophiles comme les caroténoïdes pourraient améliorer l'efficacité des réponses photoprotectrices. Nous pouvons suggérer qu'une supplémentation avec des extraits lipophiles pourraient améliorer le profil photoprotecteur du produit fini.

Conclusion

Au terme de cette étude, il ressort que les extraits infusés et hydroéthanoliques des feuilles de *Lawsonia inermis*, *Mangifera indica*, *Punica granatum* et *Spondias mombin* ont des activités antiradicalaires. Les deux premières ont été celle qui ont fourni le plus d'activités photoprotectrices. Ces deux activités pourraient être bénéfiques dans la prévention des affections photo-induites cutanées ou ophtalmologiques grâce à la mise au point de formes topiques et orales. Les candidates sélectionnées selon nos critères d'efficacité ont été *Lawsonia inermis* et *Mangifera indica*. En perspective, nous proposons l'élaboration des produits de protection pour les PAA à partir des extraits des feuilles de ces deux plantes.

Remerciements

Au terme de ce travail, l'auteur principal tient à remercier :

- L'ensemble du personnel de l'Institut National de Recherche sur la Médecine et Pharmacopée Traditionnelles (INRMPT) dirigé par Pr Rokia Sanogo pour l'appui technique, pédagogique et humain
- Le Centre de formation, de recherche et d'expertises en sciences du médicament (CEA-CFOREM) de l'Université Joseph Ki-Zerbo du Burkina Faso dirigé par Pr Semde Rasmané pour l'appui pédagogique
- Fondation Pierre Fabre pour le financement de cette étude

Contributions des auteurs

AM a participé à la collecte des documents, l'analyse des données et à la rédaction du manuscrit. MH a participé à l'analyse des données et à la rédaction de la publication. AD, MLD, BMC ont participé à la correction du manuscrit. RS et RS ont conçu l'étude et ont participé à la correction du manuscrit.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Aburjai T. et Tayseer I.I. (2019). Green sunscreens, n book: Sunscreens, pp.245-276, Nova.

2. Aouissa I. W-R. (2002). Etude des activités biologiques et la toxicité aigüe de l'extrait aqueux des feuilles de *Mangifera Indica* L.(Anacardiaceae), Thèse de doctorat. Université de Bamako.
3. Arslan L. (2020). Les bienfaits et les méfaits du soleil sur la santé et les risques de photosensibilisation médicamenteuse, Diplôme de Doctorat d'Etat en Pharmacie, U.F.R. des Sciences Pharmaceutiques, Université de Bordeaux, France, pp 120.
4. Belkoucem M. et Boubrioua S. (2022). Analyse quantitative des extraits bioactifs d'une Fabaceae : Activité antioxydante et photoprotective, Master Académique en chimie Option : Chimie Organique, Université Mohamed Seddik Ben Yahia-Jijel, Faculté des Sciences Exactes et Informatique, Département de Chimie (Algérie)
5. Birlouez-Aragon, I., & Saavedra, G., (2005). Rôle de la nutrition sur le vieillissement des yeux, *Medicine et nutrition*, 41(3), 97-107.
6. Bourgou S., Beji R. S., Medini F., & Ksouri, R. (2016). Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'*Euphorbia helioscopia*. *Journal of New Sciences*, 28.
7. Campos C., Zerlotti R. M., Gomes A., Fernandes E., Lima J. L., and Bragagnolo N. (2011). In vitro scavenging capacity of annatto seed extracts against reactive oxygen and nitrogen species, *Food Chem.*, vol. 127.
8. Chebil L. (2006). Acylation des flavonoïdes par les lipases de *Candida antarctica* et de *Pseudomonas cepacia*: études cinétique, structurale et conformationnelle, *Sciences agricoles*. Institut National Polytechnique de Lorraine, France, P 231.
9. Dicko, A. (2024). Accessibilité des produits ophtalmologiques et dermatologiques aux personnes atteintes d'albinisme dans les officines privées de Pharmacie de Bamako, Doctoral dissertation, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, pp 118.
10. Dutra E. A., Oliveira D. A. G. D. C., Kedor-Hackmann E. R. M., & Santoro M. I. R. M. (2004). Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 40, 381-385.
11. Eff A. R. Y., Rahayu T., & Saraswati H. (2019). Formulation and Evaluation of Sunscreen Gels Containing Mangiferin Isolated from *Phaleria macrocarpa* Fruits. *Int. Journal of Pharmaceutical Investigation*, 9 (3).
12. Enaud E. (2004). Fonctionnalisation enzymatique de composés phénoliques : synthèses d'esters aromatiques de flavonoïdes glycosylés catalysées par la lipase B de *Candida antarctica*, Doctoral

- dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine, Ecole doctorale : Ressources Procédés Produits Environnement, pp 287.
13. Goudjil R., Mekhaldi A., Benamar H., Bensouici C., & Kahoul M. A., (2021). Phenolic Content, Antioxidant Properties, Key Enzyme Inhibitory Potential and Photoprotective Activity of *Lawsonia inermis* L, *Current Bioactive Compounds*, 17 (9), 65-74.
 14. Haidara M., Amani A. C., Mariko A. B. A., Gassama M., Mahamadou T., & Sanogo R., (2020). Enquête ethnobotanique des plantes utilisées pour la protection cutanée des personnes atteintes d'albinisme dans le district de Bamako (Mali) et analyse qualitative de *Bixa Orellana* L.(Bixaceae). *Eur Sci J ESJ [Internet]*, 30.
 15. Jing S. L., Yen K. P., & Dash G. K., (2019). In vitro antioxidant and photoprotective activities of *Carica papaya* fruits, *In vitro*, 12(4).
 16. Kawakami C. M., & Gaspar L. R., (2015). Mangiferin and naringenin affect the photostability and phototoxicity of sunscreens containing avobenzone. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 151, 239-247.
 17. Kouamé D. M., (2023). Etude de la qualité du maïs (*Zea mays* L.) stocké de différentes régions de la côte d'ivoire : valeur marchande, qualité sanitaire (Université Félix Houphouët-Boigny).
 18. Laeliocattleya R. A., (2019). The potential of methanol and ethyl acetate extracts of corn silk (*Zea mays* L.) as sunscreen, In *AIP Conference Proceedings*, Vol. 2099, No. 1, AIP Publishing.
 19. Lolo W. A., Sudewi S., & Edy H. J., (2017). Determination sun protecting factor (SPF) of krokot herbs extract (*Portulaca oleracea* L.), *J Pharm Sci Clin Res*, 2, 1-5.
 20. Mansur J.S., Breder M.N.R., Mansur M.C.A. and Azulay R.D., (1986). Determinação Do Fator De Proteção Solar Por Espectrofotometria. *An Bras Dermatol Rio De Janeiro*, 61, 121-124.
 21. Mavon, A. & Bacqueville D. (2007). UV et peau : mécanismes et traitement du photovieillissement, *Actualité Chimique*, 308, 35.
 22. Meunier L. (2023). Bien vivre avec sa peau. *Bull. Acad. Sc. Lett. Montp*, 54.
 23. Mohamad N. R., Abd Gani S. S., Wahab R. A., & Zaidan U. H., (2018). In-Vitro Photoprotective Activities of Different Solvent Extraction of *Hibiscus Sabdariffa*, *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 22(6), 1078-1083.
 24. Mokhtari M., (2019). Etude phytochimique et activité antioxydante des feuilles de *Punica granatum* et *Prunus cerasus*, Thèse de Master de Biochimie, Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers Département de Biologie.

25. OOAS, (2013). La Pharmacopée des Plantes Médicinales de l'Afrique de l'Ouest, Kumasi : KS Printcraft GH, Ltd.
26. Patel I., & Mashru R., (2020). Development of herbal SPF formulation. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9 (1), 40-44.
27. Ranjithkumar J., Sameesh A., & Ramakrishnan H., (2016). Sun screen efficacy of *Punica granatum* (Pomegranate) and *Citrullus colocynthis* (Indrayani) seed oils, Int. J. Adv. Res. Biol. Sci, 3, 198-206.
28. Rojas J., Londoño C., & Ciro Y., (2016). The health benefits of natural skin UVA photoprotective compounds found in botanical sources, Int J Pharm Pharm Sci, 8(3), 13-23.
29. Sayre R. M., Agin P. P., LeVee G. J., & Marlowe E., (1979). A comparison of in vivo and in vitro testing of sunscreens formulas. Photochemistry and Photobiology, 29(3), 559-566.
30. Shaath N. A., (2016). The chemistry of ultraviolet filters. Principles and practice of photoprotection, 143-157.
31. Silva R. V., Costa S. C., Branco C. R., & Branco A., (2016). In vitro photoprotective activity of the *Spondias purpurea* L. peel crude extract and its incorporation in a pharmaceutical formulation, Industrial Crops and Products, 83, 509-514.
32. Singh M., Thrimawithana T., Shukla R., & Adhikari B., (2021). Extraction and characterization of polyphenolic compounds and potassium hydroxycitrate from *Hibiscus sabdariffa*, Future Foods, 4.
33. Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In Methods in enzymology (Vol. 299, pp. 152-178). Academic press.
34. Sopyan I., Gozali D., & Tiassetiana S., (2018). Formulation of tomato extracts (*Solanum lycopersicum* L.) as a sunscreen lotion, National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology, 8(3), 453-458.
35. Zongo C., Savadogo A., Ouattara L., Bassole I.H.N., Ouattara C.A.T., Ouattara A.S. (2010). Polyphenols content, antioxidant and antimicrobial activities of *Ampelocissus grantii* (Baker) Planch. (Vitaceae): a medicinal plant from Burkina Faso. IJP - International Journal of Pharmacology; 6(6): 880-887.
36. Zouhri A., Bousfiha A., & Aarab L. (2017). Évaluation des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et photoprotectrices des lipides de *Lawsonia inermis*, Phytothérapie, 15 (2), 67.