

Investigations physicochimiques et phytochimiques de dix plantes médicinales pour élaborer 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). *Investigations physicochimiques et phytochimiques de dix plantes
médicinales pour élaborer un produit de protection solaire au Mali*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.3.2026.p263>

Résumé

Les personnes atteints d'albinisme (PAA) doivent se protéger obligatoirement avec des produits solaires qui sont importées et coûteux au Mali. Pour améliorer la couverture d'utilisation des crèmes, nous avons envisagé des alternatives locales peu coûteuses à base de plantes puisqu'une étude réalisée au Mali a mis en évidence leur utilisation par PAA pour cette indication. Sur cette base consolidée avec une revue de la littérature, nous avons identifié dix plantes candidates au Mali. La fabrication locale exige l'utilisation de matières premières non contrefaites. L'objectif de cette étude était de déterminer les caractères organoleptiques, physicochimiques et les constituants chimiques des échantillons de 10 plantes locales pour la mise au point d'un produit de protection solaire de qualité. Des échantillons ont été collectés, séchés et pulvérisés. Les paramètres physicochimiques ont été déterminées selon des méthodes décrites dans la Pharmacopée de l'Afrique. Les constituants phytochimiques ont été caractérisés par les réactions en tube. Les teneurs en eau étaient $< 10\%$ dans les échantillons de poudres des dix plantes. Les teneurs en cendres totales étaient comprises entre 4 à 10%. Le criblage phyto chimique a mis en évidence la présence de constituants phytochimiques comme les polyphénols et / ou les caroténoïdes qui sont connus pour leur activité photoprotectrice. Ces résultats précieux seront utiles dans la perspective d'une évaluation expérimentale des activités antioxydante et photoprotecteur gage d'un filtre performant.

Mots clés : Polyphénols, Caroténoïdes, Albinisme, Mali

Physicochemical and Phytochemical Studies of 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

People with albinism (PAA) must protect themselves with sunscreens, which are imported and expensive in Mali. To improve sunscreen coverage, we considered inexpensive local plant-based alternatives, as a study conducted in Mali highlighted their use by PAA for this purpose. Based on this research, and a literature review, we identified ten candidate plants in Mali. Local production requires the use of non-

counterfeit raw materials. The objective of this study was to determine the organoleptic, physicochemical, and chemical constituents of samples from these ten local plants for the development of a high-quality sunscreen product. Samples were collected, dried, and pulverized. Physicochemical parameters were determined according to methods described in the Pharmacopoeia of Africa. Phytochemical constituents were characterized by tube reactions. The water content was $< 10\%$ in the powder samples of the ten plants. Total ash content ranged from 4 to 10%. Phytochemical screening revealed the presence of phytochemical constituents such as polyphenols and/or carotenoids, which are known for their photoprotective activity. These valuable results will be useful for the experimental evaluation of antioxidant and photoprotective activities, ensuring the effectiveness of the filter.

Keywords: Polyphenols, Carotenoids, Albinism, Mali

Introduction

Le développement de produit solaire locale est un véritable enjeu de santé publique au Mali vue qu'une partie de la population notamment les personnes atteintes d'albinisme (PAA) reste fortement dépendante de l'utilisation de ces produits (Ouédraogo 2023). Ces derniers sont importés et coûteux, ce qui réduit leur accessibilité aux PAA (Dicko 2024). Une amélioration de la couverture d'utilisation des produits de protection solaire (PPS) par les PAA permettrait de réduire les atteintes cutanées photo-induites qui peuvent être précoces et létales (Dicko 2024). Le coût élevé des filtres synthétiques nous a poussé à envisager des alternatives locales notamment à base de plantes puisque des résultats préliminaires d'une étude menée à l'Institut National de Recherche sur la Médecine et Pharmacopée Traditionnelles (INRMPT) ont montré que 70% des PAA avait recours aux plantes pour soigner leur dermatose et se protéger des rayons du soleil (Haidara 2020). Fort de cette enquête ethnobotanique qui nous a permis d'identifier des plantes comme le *Bixa orenalla*, nous avons entrepris une revue de la littérature qui nous a permis d'identifier neuf autres plantes locales comme *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). Les plantes étant soumises à de nombreuses falsifications et une variabilité en phytoconstituants, une fabrication locale passe par une maîtrise de la qualité de la matière première qui garantit l'efficacité et la sécurité du produit fini. Afin d'éviter les contrefaçons des actifs végétaux photo-protecteurs, nous nous sommes fixés comme objectif de déterminer les

caractères organoleptiques, les caractéristiques physicochimiques et les constituants chimiques des échantillons de 10 plantes locales qui serviront en perspective pour la mise au point d'un produit de protection solaire à fort indice indispensable pour la protection cutanée des PAA au Mali.

Matériels et méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué par les différents organes de dix plantes d'origine Malienne (voir tableau I). L'identité botanique des échantillons a été confirmée par M. Seydou DEMBELE, Ingénieur des eaux et forêts de l'Institut National de Recherche sur la Médecine et Pharmacopée Traditionnelles (INRMPT) de Bamako (Mali). Les échantillons frais ont été séchés à l'ombre, dans la salle de séchage de l'INRMPT pendant trois semaines. Après séchage, les échantillons ont été pulvérisés à l'aide d'un moulin (RETSCH SM 2000).

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

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

Détermination de la qualité botanique des matières premières

Un examen organoleptique a été réalisé afin d'obtenir les informations sur l'odeur et la couleur de la poudre des échantillons. Le Dictionnaire code couleur html a permis de mieux apprécier les couleurs. La couleur des poudres a été confirmée par des documents de références (Arbonnier 2009, OOAS 2013). La granulométrie des poudres a été aussi déterminée en utilisant des tamis de taille 0.200 mm module 24. Les résultats seront présentés sous forme de tableau reprenant le matériel végétal, la couleur, l'odeur et l'aspect granulométrique de chaque poudre.

Détermination de la qualité physicochimique des poudres

Les méthodes générales décrites dans la Pharmacopée Africaine ont été employées pour la détermination de la teneur en eau, en cendres totales et en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique (OUA, 1988). Les résultats

seront présentés sous forme de tableau reprenant pour chaque plante : le matériel végétal, et les teneurs physico chimiques en pourcentage (teneur en eau, teneur en cendre totale et teneur en cendre chlorhydrique à 10%)

Caractérisation des constituants chimiques par les réactions en tube

Les réactifs de caractérisation classiques ont été utilisés pour mettre en évidence les groupes chimiques suivants : alcaloïdes (Réactif de Dragendorff), anthracénosides (réaction de Bornträger), caroténoïdes (trichlorure d'antimoine), polyphénols et tannins (chlorure ferrique), flavonoïdes (réaction de la Cyanidine), stérols et terpènes (réaction de Lieberman), saponosides (présence de mousse persistante, indice de mousse) composés réducteurs (réactif de Fehling) et mucilages (éthanol 60°) (Evans, 2009). Les résultats seront présentés sous forme de tableau reprenant le nom des plantes sous formes abrégées comme suit : *B.o* (*Bixa orellana*) ; *C.p* (*Carica papaya*) ; *H.s* (*Hibiscus sabdariffa*) ; *L.i* (*Lawsonia inermis*) ; *M.i* (*Mangifera indica*) ; *P.o* (*Portulaca oleracea*) ; *P.g* (*Punica granatum*) ; *S.l* (*Solanum lycopersicum*) ; *S.m* (*Spondias mombin*) ; *Z.m* (*Zea mays*). Et les phytoconstituants potentiellement contenues dans les plantes. L'intensité des colorations est mentionnée comme suit : Franchement positive +++ Positive ++ Louche + Négatif –

Résultats et discussion

Caractères organoleptiques

Ce tableau représente les caractères organoleptiques des poudres issus des plantes.

Tableau 2 : Caractères organoleptiques des échantillons de poudres des dix plantes

Matériel végétal	Couleur	Odeur	Aspect
Cire des graines de <i>B. orellana</i> L.	Orange tangerine # FF7F00	Caractéristique	Poudre fine
Feuilles de <i>C. papaya</i> L.	Vert asperge # 7BA05B	Non caractéristique	Poudre fine
Calice de <i>H. sabdariffa</i> L.	Rose balai # C4698F	Caractéristique	Poudre fine
Feuille de <i>L. inermis</i> L.	Vert kaki # 798933	Caractéristique	Poudre fine
Feuille de <i>M. indica</i> L.	Vert kaki # 798934	Caractéristique	Poudre fine
Plante entière de <i>P. oleracea</i> L.	Vert kaki # 798935	Non caractéristique	Poudre fine
Feuille de <i>P. granatum</i> L.	Vert kaki # 798936	Caractéristique	Poudre fine
Feuille de <i>S. lycopersicum</i> L.	Vert mousse # 679F5A	Caractéristique	Poudre fine
Feuille de <i>S. mombin</i> L.	Vert mousse # 679F5A	Non caractéristique	Poudre fine
Graine de <i>Z. mays</i> L.	Jaune de nappes #FFF0BC	Caractéristique	Poudre fine

Les colorations et les odeurs caractéristiques des poudres, confirmées par les documents de références cités plus haut, peuvent servir pour faciliter l'identification de futurs échantillons des poudres de ces dix plantes. La granulométrie des poudres étaient fines afin d'améliorer la surface de contact

avec le solvant. Ce contact étroit favoriserait le passage des phytoconstituants dans les solvants comme l'indique aussi Hamsi en 2013.

Données physicochimiques des poudres

Le tableau 3 représente les données physicochimiques des échantillons de poudres.

Tableau 3 : Paramètres physicochimiques des échantillons de poudres des dix plantes

Matériel végétal	Teneurs en (%)		
	Eau	Cendres totales	Cendres HCl 10%
<i>Graine de B. orellana</i>	8	5,4	0,3
<i>Feuille de C. papaya</i>	6	10,1	0,9
<i>Calice de H. sabdariffa</i>	9	8,67	0,7
<i>Feuille de L. inermis</i>	7	9,11	0,5
<i>Feuille de M. indica</i>	6	9,35	0,2
<i>Plante entière de P. oleracea</i>	6	7,61	0,6
<i>Feuille de P. granatum</i>	7	9,35	0,7
<i>Feuille de S. lycopersicum</i>	7	4,18	0,4
<i>Feuille de S. mombin</i>	7,5	4,26	0,8
<i>Graine de Z. mays</i>	8	7	0,5

S'agissant des paramètres physicochimiques, les teneurs en eau dans les poudres étaient inférieures à 10%. Une teneur en eau élevée (généralement supérieure à 10%) favorise la croissance des bactéries, des levures ou des champignons pendant le stockage du matériel végétal qui sont des phénomènes pouvant altérer le principe actif (Chanda, 2014). Les teneurs en cendres totales étaient comprises entre 4 à 10% et les teneurs cendres chlorhydriques comprises entre 0,2 à 0,9%. La forte teneur en cendres totales couplée à une faible teneur en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique, suggère que les échantillons contiennent des éléments minéraux et très peu d'éléments siliceux dont la poussière et le sable (Chanda, 2014).

Ces données de pureté des matières premières des échantillons de poudre des dix plantes pourraient être exploiter pour contrôler la qualité de futurs échantillons.

Constituants phytochimiques

Le tableau 4 représente les phytoconstituants caractérisés dans les poudres des plantes.

Tableau 4 : Résultats du criblage phytochimique des échantillons de poudres des dix plantes

Phytoconstituants	<i>B.o</i>	<i>C.p</i>	<i>H.s</i>	<i>L.i</i>	<i>M.i</i>	<i>P.o</i>	<i>P.g</i>	<i>S.l</i>	<i>S.m</i>	<i>Z.m</i>
Tannins	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	-	+++	-
Flavonoïdes	+	-	++	-	-	-	-	-	-	-
Anthocyanes	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
Leucoanthocyanes	-	-	++	-	-	-	-	-	++	-

Saponosides	+++	++	+++	+	+++	+++	+	-	+	-
Quinones	-	-	-	+++	-	-	++	-	-	-
Caroténoïdes	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stérols/ triterpènes	++	++	+++	++	++	++	++	+++	+++	+++
Coumarines	-	++	++	+	+++	+++	++	+	-	-

Le criblage phytochimique a mis en évidence la présence de plusieurs phytoconstituants qui pourrait être bénéfique pour les PAA. Leur sensibilité au soleil affecte leur qualité de vie notamment au niveau cutané marqué par un vieillissement accéléré, des érythèmes et des cancers précoces qui peuvent être létales (Diarra 2023) ; Aussi au niveau ophtalmologique, les PAA souffrent d'une baisse de la vision (Dicko 2023). Les antioxydants et les anti inflammatoires qu'on retrouve dans les polyphénols (Naco et al 2024 ; John et al 2021) sont bien connus pour la prise en charge des vieillissements actiniques et des érythèmes photo-induits (Mavon et Bacqueville 2007, Meunier 2023, Weber et Lautenschlager 2006) ; les antioxydants aideraient aussi à améliorer les troubles de la vision photo-induits (Birlouez-Aragon et Saavedra 2005). Plusieurs études ont montré aussi le rôle des polyphénols (tanins, anthocyanes, des quinones) et des caroténoïdes dans la photoprotection (Choquenot et al., 2009 ; Rojas et al., 2016 ; Chebil, 2018 ; Aburjai et al., 2019) ce qui pourraient aider à réduire l'apparition des affections liés à la sensibilité au soleil.

Certains groupes chimiques peuvent être considérés comme des marqueurs d'identité pour aiderait à reconnaître certaines plantes. On peut citer les quinones (Lawsonie) présentent dans *Lawsonia inermis* dont la présence dans la poudre de la plante a été confirmé par d'autres auteurs comme Zouhri et al en 2016. La présence des caroténoïdes dans *Bixa oreanalla* notamment les Bixine et Norbixine qui sont bien connus comme marqueur d'identité pour cette plante, est confirmé par plusieurs auteurs comme Haidara et al 2020 ; Akakpo et al 2016. *Hibiscus sabdariffa* est riche en flavonoïdes, anthocyanes et en leucoanthocyanes comme le rapporte aussi l'étude de Obouayeba et al en 2015 et celle de Widowati et al en 2017 qui confirme en plus la présence de tannins qui est en faveur de notre étude. Les feuilles de *Solanum lycopersicum* L. ont montré la présence d'alcaloïdes, de flavonoïdes, de tanins, de phénols et de saponines dans des extraits secs méthanoliques selon l'étude de Mohammed et al 2022 ; ces résultats sont différents de nos résultats puisque notre échantillon n'a montré que la présence Stérols/ triterpènes et de coumarines. L'absence de tannins et de saponosides dans la poudre des graines de *Zea mays* est contredit par l'étude de Abirami et al réalisée en 2021 sur des extrait éthanolique qui ont montré la présence des phénols, tanins, flavonoïdes et saponines. Ces différences peuvent s'expliquer par des variabilités des procédures de réalisation des

tests notamment en termes d'extraction. Lors de notre étude, les coumarines sont aussi absentes des graines de *Bixa orenalla* en accord avec l'étude de Haidara en 2020, des graines de *Zea mays* confirmé par l'étude Abirami et al en 2021, et mais présente dans des feuilles de *Spondias mombin* selon l'étude de Guindo en 2006. Les terpènes et stéroïdes étaient présentés dans tous nos échantillons. Ils représentent la classe de substances chimiques la plus vaste et la plus diversifiée parmi les phytoconstituants. Les plantes utilisent ces métabolites pour diverses fonctions de base de leur croissance et de leur développement (Tholl 2015). Ils ne peuvent donc pas être considérés comme un marqueur d'identité pour une plante.

Au vu de la richesse en phytoconstituants, certaines plantes pourraient déjà se démarquer compte tenu de leurs richesses en phytoconstituants clés, bien connus pour leur activité photoprotectrice. Nous citerons ici ceux qui sont les plus riches en polyphénols et caroténoïdes par ordre croissant en phytoconstituants retrouvés : *Hibiscus sabdariffa* L. (6), *Bixa orenalla* L. (4), *Lawsonia inermis* L. (4), *Punica granatum* L. (4), *Mangifera indica* L. (3), *Portulaca orelacea* L. (3), *Carica papaya* L. (3), *Spondias mombin* L. (3), *Solanum lycopersicum* L. (1), *Zea mays* L. (0). Au vu de leur profil, nous prédisons très peu d'activité avec les échantillons de *Solanum lycopersicum* L., *Zea mays* L.

Conclusion

Au terme de cette étude, il ressort que les échantillons de poudres des dix plantes ont des caractères organoleptiques permettant de faciliter leur identification. Ces échantillons de poudres obtenus lors de cette étude peuvent être conservés pendant plusieurs années et sont sûrs d'utilisation. Ils sont riches en constituants phytochimiques qui peuvent permettre leur identification et qui sont connus pour leurs propriétés antioxydante, anti-inflammatoire et photoprotectrice. Ces résultats préliminaires pourront être confirmés par une approche expérimentale qui confirmerait la présence des activités citées plus haut. Ces informations pourront servir à mettre au point des formes tant topiques que orales pour améliorer la qualité de vie des PAA au Mali.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons 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 Rasmane 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. Abirami, S., Priyalakshmi, M., Soundariya, A., Samrot, A. V., Saigeetha, S., Emilin, R. R., ... & Inbathamizh, L. (2021). Antimicrobial activity, antiproliferative activity, amylase inhibitory activity and phytochemical analysis of ethanol extract of corn (*Zea mays* L.) silk. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 100089.
2. Aburjai T., Isra T. I. (2019), *Green sunscreens*, book: *Sunscreens* (pp.245-276) Publisher: Nova
3. Akakpo, E., Badoussi, M. E., Gnacadja, C. K., Hounbo, H., Dossou, A., & Azokpota, P. (2019). Le rocouyer (*Bixa orellana*), une source de biocolorant pour les industries alimentaires : revue analytique. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (4), 2332-2351.
4. Arbonnier, M. (2009). *Arbres, arbustes et lianes d'Afrique de l'ouest*, troisième édition, Éditions Quae, Hors Collection
5. Arslan, L. (2020). *Les bienfaits et les méfaits du soleil sur la santé et les risques de photosensibilisation médicamenteuse* (Doctoral dissertation).
6. Birlouez-Aragon, I., & Saavedra, G. (2005). Rôle de la nutrition sur le vieillissement des yeux. *Médecine et nutrition*, 41(3), 97-107.

7. Bruneton, J. (2016). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales (5e édition). Technique et Documentation, Lavoisier Paris, France.
8. Chanda, S. (2014). Importance of pharmacognostic study of medicinal plants : An overview. Journal of pharmacognosy and phytochemistry, 2(5).
9. Chebil, L. (2006). Acylation des flavonoïdes par les lipases de *Candida antarctica* et de *Pseudomonas cepacia*: études cinétique, structurale et conformationnelle (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat).
10. Choquenot, B., Couteau, C., Paparis, E., & Coiffard, L. J. (2009). Flavonoids and polyphenols, molecular families with sunscreen potential: determining effectiveness with an in vitro method. Natural Product Communications, 4(2), 1934578X0900400212.
11. Cissé, B. M., Doumbia, S., Haidara, M., Semde, R., & Sanogo, R. (2025). Profil pharmacognosique et activité antiradicalaire des feuilles de *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hoscht (Anacardiaceae), utilisées pour la préparation de la Diabetisane 1 au Mali. Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine, 23(2), 27-33.
12. Diarra, C. B. A. (2023). Étude des facteurs associés aux lésions cutanées précancéreuses et cancéreuses chez les personnes atteintes d'albinisme de 2018 à 2022, au sein de l'Hôpital de Dermatologie de Bamako, Mali (Doctoral dissertation, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako).
13. Dicko, A. (2024). Accessibilité des produits ophtalmologiques et dermatologiques aux personnes atteintes d'albinisme dans les officines privées de pharmacie de Bamako Mali (Doctoral dissertation, USTTB).
14. Evans, W. C. (2009). Trease and Evans Pharmacognosy 16th ed. Saunders.
15. Goudjil R. and al (2021) Teneur en composés phénoliques, propriétés antioxydantes, potentiel inhibiteur enzymatique clé et activité photoprotectrice de *Lawsonia inermis* L., Bentham Sciences, Vol 17, num 9
16. Guindo, I. (2006). Etude du traitement traditionnel de l'hypertension artérielle au Mali. Bamako : Thèse de pharmacie FMPOS, 126.
17. Hamsi N. (2013), Contribution à l'étude de l'optimisation de l'extraction solide-liquide des lipides par Soxhlet du caroubier (*Ceratonia siliqua*) de la région de Tlemcen, Thèse de Master en Biologie, Université Abou Bakkr Belkaid-Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de

- l'Univers, Département de Biologie, Laboratoire des produits naturels
18. Jing, S. L., Yen, K. P., & Dash, G. K. (2019). In vitro antioxidant and photoprotective activities of *Carica papaya* fruits. *IN VITRO*, 12 (4).
 19. John, K. K., Shcherazade, O. F., Georges, A., Ernest, Z. N. G., Roger, K. K., Emile, B. K., ... & Severin, E. K. (2021). Activité Anti-Inflammatoire et études phytochimiques de l'extrait aqueux des Écorces de *Distemonanthus benthamianus* Baill. *Caesalpinaceae: Leguminosae-Caesalpinioideae*. *Eur Sci Journal*, ESJ, 17, 74-94.
 20. 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.
 21. Lolo, W. A., Sudewi, S., & Edy, H. J. (2017). Determination sun protecting factor (SPF) of krokot herbs extract (*Portulaca oleracea* L.) penentuan nilai sun protecting factor (SPF) herba krokot (*Portulaca oleracea* L.). *J Pharm Sci Clin Res*, 2, 1-5.
 22. Mahamane, H., Ardine, A. C., Ben Adam, M. A., Mamadou, G., Mahamadou, T., & Rokia, S. (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*). *Bixaceae*. *Eur Sci J ESJ [Internet]*, 30.
 23. Mohamad N.R. and al (2018), In-vitro photoprotective activities of different solvent extraction of *Hibiscus sabdariffa*, *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, Vol 22 No 6: 1078 - 1083
 24. Mohammed, N., Abdullahi, I., & Bala, S. K. (2022). Preliminary phytochemical screening of healthy and leaf curl virus infected tomato (*Solanum lycopersicum*) leaves. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 26(5), 871-876.
 25. Naco, M. E. B., Coulibaly, D. B., Tirera, H., Mariko, M., Koumare, B. Y., Ndiaye, B., ... & Diop, A. (2024). Etude de la composition phytochimique et activités antioxydante des feuilles du *Moringa oleifera*. *Lam (Moringaceae) dans les régions de Kita (Mali) et de Thiès (Sénégal)*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 18(4), 1554-1568.
 26. Obouayeba, A. P., Soumahin, E. F., Diarrassouba, M., & Kouakou, T. H. (2015). Purification and identification of some anthocyanins from *Hibiscus sabdariffa*, a medicinal plant of the Ivorian Pharmacopeia. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol*, 2, 123-131.
 27. OOAS. (2013). *La Pharmacopée des Plantes Médicinales de l'Afrique de l'Ouest*.

28. OUA. (1988). Pharmacopée africaine. Méthodes générales d'analyses (Vol. 1). Lagos (Nigeria), CSTR/OUA.
29. Ouédraogo S. (2023). Contribution à l'amélioration de la formule de la pommade de protection solaire distribuée aux personnes atteintes d'albinisme à l'Hôpital de Dermatologie de Bamako (Doctoral dissertation, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako)
30. Panchal, C. B., Sapkal, E. A., Choudhary, H. D., Padhiar, J. S., & Deshmukh, S. N. (2014). Determination of Sun Protecting Factor of Pigment Isolated from *Bixa Orellana*. International Journal for Pharmaceutical Research Scholars (IJPRS), 3(4), 228-231.
31. Patel, I., & Mashru, R. (2020). Development of herbal SPF formulation. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(1), 40-44.
32. 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.
33. Rojas, J. O. H. N., Londoño, C. E. S. A. R., & 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.
34. 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.
35. 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.
36. Tholl D. (2015). Biosynthesis and biological functions of terpenoids in plants. Adv Biochem Eng Biotechnol. 148 :63-106. doi: 10.1007/10_2014_295. PMID: 25583224.
37. Widowati, W., Rani, A. P., Hamzah, R. A., Arumwardana, S., Afifah, E., Kusuma, H. S. W., ... & Amalia, A. (2017). Antioxidant and antiaging assays of *Hibiscus sabdariffa* extract and its compounds. Natural Product Sciences, 23(3), 192-200.
38. Widowati, W., Rani, A. P., Hamzah, R. A., Arumwardana, S., Afifah, E., Kusuma, H. S. W., ... & Amalia, A. (2017). Antioxidant and antiaging assays of *Hibiscus sabdariffa* extract and its compounds. Natural Product Sciences, 23(3), 192-200.