



HAL
open science

Etude des propriétés techniques et biologiques de deux sources naturelles de pigments issues de la biodiversité végétale endémique de Madagascar : *Acridocarpus excelsus* et *Harungana madagascariensis*

Mahery Andriamanantena, Shamsia Pithon, Thomas Petit, Yanis Caro

► To cite this version:

Mahery Andriamanantena, Shamsia Pithon, Thomas Petit, Yanis Caro. Etude des propriétés techniques et biologiques de deux sources naturelles de pigments issues de la biodiversité végétale endémique de Madagascar : *Acridocarpus excelsus* et *Harungana madagascariensis*. CNRIUT 2023 Saint Pierre - La Réunion, Jun 2023, Saint Pierre (La Réunion), France. hal-04364121

HAL Id: hal-04364121

<https://hal.science/hal-04364121v1>

Submitted on 26 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etude des propriétés techniques et biologiques de deux sources naturelles de pigments issues de la biodiversité végétale endémique de Madagascar : *Acridocarpus excelsus* et *Harungana madagascariensis*

Mahery Andriamanantena^{1,2}, Shamsia Pithon¹, Thomas Petit^{1,3}, Yanis Caro^{1,3}

mahery.andriamanantena@univ-reunion.fr, shamsia.pithon@univ-reunion.fr,
thomas.petit@univ-reunion.fr, yanis.caro@univ-reunion.fr

¹ Université de La Réunion, Laboratoire Chembipro

² Université d'Antananarivo, ESSA

³ IUT, La Réunion, Département HSE

Thèmes – Chimie - Biologie

Résumé – La zone Océan Indien regorge d'une richesse inestimable en espèces endémiques et indigènes insuffisamment étudiées et exploitées. Cette biodiversité peut répondre à la demande croissante des industriels en ingrédients et produits d'origine naturelle. A l'exemple de l'industrie des colorants, Madagascar dispose d'un savoir-faire ancestral qui s'est transmis de génération en génération pour la teinture de fibres naturelles. A travers le monde, les industriels sont également à la recherche croissante d'ingrédients d'origine naturelle, dont les colorants et pigments. Cette étude a pour objectif d'étudier les propriétés techniques et biologiques de deux extraits végétaux issus de plantes malgaches, *Acridocarpus excelsus* (source de colorants rouges) et *Harungana madagascariensis* (source de colorants jaunes). Après une éco-extraction utilisant un solvant éco-compatible, des tests de colorimétrie et de stabilité ont été réalisés afin de démontrer le potentiel technique de ces deux extraits de pigments pour la coloration industrielle. Une étude de leurs propriétés biologiques et toxicologiques, notamment sur le modèle de souris albinos et sur celui du zebrafish, permettra de valider leur utilisation comme source alternative aux colorants artificiels. Les extraits colorants de ces deux plantes ont démontré des profils techniques stables à différents pH (acides et alcalins) et une bonne stabilité thermique jusqu'à 200°C en particulier pour *A. excelsus*. Ces résultats prometteurs laissent envisager de nombreuses applications en textile, mais également dans les domaines de la cosmétique, de l'agroalimentaire et des bioplastiques, très exigeant en termes de variation de pH et de résistance aux températures élevées. Les tests de toxicité effectués sur les souris ont démontré que les deux extraits colorants ne sont pas toxiques puisqu'aucune mortalité n'a été observée à la plus grande concentration utilisée de 4000 mg / kg de poids corporel. Les essais innovants sur le modèle zebrafish valident également leur faible toxicité comparée à certains colorants artificiels actuellement utilisés sur le marché.

Mots-Clés – Pigments, biodiversité, stabilité, toxicité, *A. excelsus*, *H. madagascariensis*

1 Introduction

Les problèmes environnementaux et toxicologiques liés aux colorants issus de la synthèse chimique ont ravivé le besoin de trouver des solutions naturelles alternatives aux colorants artificiels [1,2]. Dans une optique de remplacement des colorants artificiels par des colorants naturels issus de ressources renouvelables, la production de pigments végétaux et/ou microbiens devrait voir sa croissance augmenter de manière significative dans les prochaines années. Dans le règne végétal, parmi les nombreuses plantes productrices de pigments, la biodiversité végétale tinctoriale de Madagascar peut constituer de précieuses matières premières naturelles pour l'industrie des colorants naturels. Le savoir-faire artisanal pour l'utilisation de certaines plantes pour la teinture de fibres naturelles, comme la teinture du raphia par des extraits d'*A. excelsus*, de *H. madagascariensis* ou de *Indigofera tinctoria* (Figure 1) est très riche dans certaines régions de Madagascar (Majunga...). Ce savoir-faire ancestral s'est transmis de génération en génération.



Figure 1 – Fibres de raphia teintées avec de l'*A. excelsus* (rouge), *I. tinctoria* (bleue), *H. madagascariensis* (jaune)

Dans la perspective de recherche de cette matière première d'origine naturelle, cette étude se focalise sur deux espèces de plantes malgaches, à savoir les écorces de *Acridocarpus excelsus* et celles de *Harungana madagascariensis*, endémiques de Madagascar, qui permettent respectivement de teindre les tissus en rouge et en jaune. Après un procédé d'éco-extraction, les propriétés techniques de ces deux extraits seront étudiées afin de sortir un profil technique qui permettra d'ouvrir leurs domaines d'application vers d'autres types d'applications industrielles. Une analyse de leur profil toxicologique sera également mise en œuvre en utilisant deux méthodes dont les tests de toxicité sur modèle souris albinos et sur modèle *zebrafish* afin de comparer leur profil toxicologique à ceux des colorants artificiels.

2 Matériels et méthodes

2.1 Matières végétales et matériels

Les prélèvements ont été effectués dans le cadre d'une autorisation spécifique de recherche N° 027/18-MEEF/SG/DGF/DSAP/SCB/2018 à Madagascar. Pour

chaque échantillonnage, un mélange de matières végétales a été collecté sur trois différents individus présents dans une même zone géographique ayant les mêmes caractéristiques pédoclimatiques. Une extraction solide-liquide accélérée par solvant sous pression (ASE) défini comme une extraction éco-compatible a été utilisée. Un mélange éthanol/eau (70 :30, v/v) a été choisi comme solvant d'extraction dans la perspective d'un transfert de technologie à une échelle supérieure, car l'alcool peut être biosourcé aisément par fermentation alcoolique et par distillation.

2.2 Tests de stabilité

La stabilité des pigments par rapport au pH et à la température a été étudiée selon la méthode développée par Torskangerpoll et Andersen (2005) [3] et Marzec (2019) [4], à laquelle des modifications mineures ont été apportées [5]. Les extraits ont été soumis à différents pH acides et alcalins allant de pH3, pH5, pH7, pH9 et pH11 et des températures allant de 30°C à 305°C. Le chroma, calculé à partir d'un rapport des coordonnées colorimétriques b^* (jaune vers le bleu) sur a^* (rouge vers le vert) prélevé par un spectrocolorimètre Minolta CM-3500d, dans le système international CIE $L^*a^*b^*$, permettra de vérifier l'évolution de la couleur, ainsi que la stabilité de l'extrait colorant.

2.3 Tests de toxicité aiguë

Les tests de toxicité aiguë sur modèle souris albinos ont été menés suivant le guide de l'OCDE No 423 [6] et repris par plusieurs auteurs pour l'analyse des extraits de plantes [7,8]. Ces tests consistent à administrer par voie orale différentes doses du produit dissous dans une solution aqueuse afin de déterminer la dose létale 50 (DL_{50}) des individus. Le deuxième test de toxicité a été réalisé sur les embryons de poissons de type « zebrafish » en se basant sur la méthode décrite par le guide de l'OCDE No 236 [9].

3 Résultats et discussions

3.1 Propriétés techniques des extraits de pigments

Les tests de stabilité réalisés sur les extraits de pigments d'*A. excelsus* et de *H. madagascariensis* ont montré que les extraits présentent une bonne stabilité à la fois en milieu acide et en milieu alcalin. Seul des pH fortement alcalins ($pH > 11$) induisent une variation importante de la couleur de l'extrait défini par une baisse considérable de la valeur du chroma C^* (Figure 2). Les valeurs du Chroma obtenues pour chaque pallier de températures démontrent que ces extraits sont stables à haute température jusqu'à 155 °C pour le *H. madagascariensis*, voire jusqu'à plus de 205°C pour l'extrait rouge d'*A. excelsus* (Figure 2)

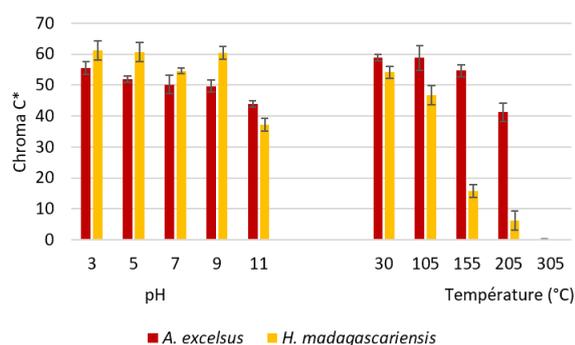


Figure 2 – Evolution du chroma $C^* = b^*/a^*$

Cette stabilité au pH acide et alcalin ouvre des possibilités d'application dans le domaine de l'agroalimentaire et de la cosmétique qui sont très exigeants pour la conservation de leur produit. D'un autre côté, des pigments qui résistent à une température au-delà de 150°C, voire supérieure à 200°C, pourraient être utilisés dans les domaines de l'agroalimentaire et des bioplastiques avec des procédés nécessitant des températures élevées.

3.2 Tests de toxicité

Des tests de toxicité aiguë ont été réalisés sur les mammifères de types « souris albinos » par administration orale de différentes doses de pigments. Aucun signe de toxicité n'a été observé ce qui peut signifier une non toxicité virtuelle [10]. D'autant plus, les tests de toxicité sur zebrafish ont démontré des doses létales LC_{50} de 144.32 et de 99.26 $\mu\text{g/mL}$, respectivement, pour l'extrait colorant de *H. madagascariensis* et de *A. excelsus*. Ces concentrations létales sont largement inférieures à celles de certains colorants artificiels actuellement utilisés dans les industries, i.e., Tartrazine (E102) et Sunset yellow (E110) (**Table 1**).

Table 1 – Comparaison des LC_{50} et NOAEL des extraits de plantes et des colorants artificiels

Extraits	LC_{50}^* ($\mu\text{g/ml}$)	NOAEL* ($\mu\text{g/ml}$)
<i>A. excelsus</i>	99.26	> 16
Tartrazine (E102) [11]	15.7	2.67
<i>H. madagascariensis</i>	144.32	> 31
Sunset yellow (E110) [12]	17.61	2.26

* LC_{50} : Concentration létales 50% de mortalité

*NOAEL : La dose sans effet nocif observable

Toutefois, des tests de toxicité aiguë ne permettent pas de valider complètement les propriétés toxicologiques de produits naturels pour une éventuelle utilisation sur l'être humain. Des tests de toxicité chroniques devront être mises en œuvre dans ce sens.

4 Conclusions

La biodiversité des plantes dans l'Océan Indien peut permettre de répondre à la demande croissante des industriels en ingrédients d'origine naturelle (colorants, pigments). A travers cette étude, il a été démontré que les deux extraits colorants issus de deux plantes endémiques de Madagascar, jadis utilisées en textile, présentent des profils techniques prometteurs à des fins d'usage dans d'autres domaines d'applications industrielles (cosmétique, bioplastique). Leurs faibles toxicités par rapport à certains colorants artificiels ont été démontrés, ce qui leur confèrent un vrai potentiel de valorisation comme source alternative pour remplacer les colorants artificiels toxiques pour l'Homme et l'environnement.

5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à l'équipe de TUT de Pretoria et de l'IMRA Madagascar pour leur accueil dans le cadre des études toxicologiques. Cette étude a reçu le soutien financier de la Région Réunion (Grant number : DIREDD/20161450 et Erasmus).

Références

- [1] de Oliveira GAR, de Lapuente J, Teixidó E, Porredón C, Borràs M, de Oliveira DP. *Textile dyes induce toxicity on zebrafish early life stages*. Environmental Toxicology and Chemistry 2016; 35:429–34.
- [2] Markandeya, Shukla SP, Mohan D. *Toxicity of Disperse Dyes and its Removal from Wastewater Using Various Adsorbents: A Review*. Research Journal of Environmental Toxicology 2017; 11:72–89.
- [3] Torskangerpoll K, Andersen ØM. *Colour stability of anthocyanins in aqueous solutions at various pH values*. Food Chemistry 2005; 89:427–40.
- [4] Marzec A, Szadkowski B, Rogowski J, Maniukiewicz W, Zaborski M. *Characterization and Structure–Property Relationships of Organic–Inorganic Hybrid Composites*. Molecules 2019 ;24 :880.
- [5] Andriamanantena M, Razafimbelo FF, Raonizafinimanana B, Cardon D, Danthu P, Lebeau J, et al. *Alternative sources of red dyes with high stability and antimicrobial properties: Journal of Cleaner Production* 2021; 303:126979.
- [6] OCDE. Test No. 423: *Acute Oral Toxicity – Acute Toxic*
- [7] Athinarayanana G, Ranjitsingh AJA, Usha Raja Nanthini A, Padmalatha C. *Toxicological studies of Caesalpinia sappan wood derived dye in Wister albino rats*. Food Science and Human Wellness 2017; 6:34–8.
- [8] Kifayatullah M, Mustafa MohdS, Sengupta P, Sarker MdMR, Das A, Das SK. *Evaluation of the acute and sub-acute toxicity of the ethanolic extract of Pericampylus glaucus (Lam.) Merr. in BALB/c mice*. Journal of Acute Disease 2015; 4.
- [9] OCDE. Test No. 236: *Fish Embryo Acute Toxicity (FET)*
- [10] Lorke D. *A new approach to practical acute toxicity testing*. Arch Toxicol 1983; 54:275–87.
- [11] Joshi V, Katti P. *Developmental Toxicity Assay for Food Additive Tartrazine Using Zebrafish (Danio rerio) Embryo Cultures*. Int J Toxicol 2018; 37:38–44.
- [12] Jiang L-L, Li K, Yan D-L, Yang M-F, Ma L, Xie L-Z. *Toxicity Assessment of 4 Azo Dyes in Zebrafish Embryos*. Int J Toxicol 2020 :109158181989839.