



Activité antifalcémiant des extraits méthanoliques et alcaloïdiques totaux de quelques plantes utilisées à Lubumbashi contre la drépanocytose.

[Anti-sickle cell activity of total methanolic and alkaloidal extracts of some plants used in Lubumbashi against sickle cell anemia]

Kasiama Nkal Giresse^{1,3*}, Ngimbi Matondo Laurent², Ngoyi Matshimba Etienne¹, Yote Kalume Carlin³, Ndele Ndele Jules César³, Ngabu Dorothée³ & Kabengele Nkongolo Carlos¹

¹Département de Chimie et Industrie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P. 190, Kinshasa XI, République démocratique du Congo.

²Faculté des Sciences Pharmaceutiques, Université de Lubumbashi, B.P. 1825 Lubumbashi, République Démocratique du Congo.

³Laboratoire de Mise en Solution, Département de Géochimie, Centre des Recherches Géologiques et Minières, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

Résumé

L'objectif de ce travail a été d'une part d'effectuer le criblage phytochimique dans les organes de neuf plantes retenues pour cette recherche et d'autre part, d'effectuer l'extraction afin d'obtenir les extraits bruts méthanoliques et d'alcaloïdes totaux en vue d'évaluer leur activité antifalcémiant. Le criblage phytochimique a été réalisé dans les feuilles, les écorces de tiges et des racines des espèces végétales suivantes : *Afromosia angolensis* (Baker) De Wild, *Anisophyllea boehmii* Engl., *Combretum molle* R.Br. ex G. Don, *Erythrina abyssinica* Lam, *Khaya nyassica* Stapf ex Bax, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* Pax, *Pterocarpus angolensis* DC, *Psorospermum febrifugum* Spach et *Ziziphus mucronata* Wild. Le criblage phytochimique a révélé la présence de différents groupes des substances bioactives dans tous les organes analysés. Le groupe des substances bioactives le plus abondant a été celui des anthocyanes avec 96% et les terpénoïdes ont été les moins représentés avec 44%. La présence des Hétérosides cyanogènes a été soulignée dans tous les organes de *E. abyssinica* Lam. Sur 72 tests effectués, 63 ont été positifs, soit 87,5%. Le rendement d'extraction le plus élevé a été celui des extraits bruts méthanoliques soit 25,73% et le moins élevé est celui des extraits d'alcaloïdes totaux (0,010%). Les résultats des tests biologiques ont montré qu'avec les extraits méthanoliques, le taux d'inhibition de la falciformation le plus faible a été celui des écorces de racines de *A. angolensis* (Baker) De Wild (5,71%) tandis que les feuilles de *E. abyssinica* Lam avaient un taux d'inhibition de la falciformation de 84,59% (le plus élevé). L'extrait d'alcaloïdes totaux le plus actif a été celui de *P. maprouneifolia* Pax avec 96,64% et celui de *K. nyassica* Stapf ex Bak a été le moins actif, soit 12,57%. Les tests biologiques ont montré que les extraits d'alcaloïdes totaux de cinq espèces végétales (*E. abyssinica* Lam (F, ET, ER), *P. febrifugum* Spach (ET, ER), *P. maprouneifolia* Pax (F, ET, ER), *C. molle* (ER), *A. angolensis* (Baker) De Wild (F, ER) ont des propriétés antifalcémiantes.

Mots-clé : Alcaloïdes totaux, Criblage phytochimique, Activité antifalcémiant, Drépanocytose, Lubumbashi.

Abstract

The objective of the work was to carry out the phytochemical screening in the organs of nine plants selected for this research and, on the other hand, to carry out the extraction in order to obtain the crude methanolic and total alkaloids to assess their antifalcemic activity. Phytochemical screening have been realised out in the leaves, the barks of stem and roots of the following plant species : *Afromosia angolensis* (Baker) De Wild, *Anisophyllea boehmii* Engl., *Combretum molle* R.Br. ex G. Don, *Erythrina abyssinica* Lam, *Khaya nyassica* Stapf ex Bax, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* Pax, *Pterocarpus angolensis* DC, *Psorospermum febrifugum* Spach and *Ziziphus mucronata* Wild. Phytochemical screening revealed the presence of different groups of bioactive substances in all the organs analyzed. The most abundant group of bioactive substances was anthocyanins with 96% and terpenoids the least represented 44%. The presence of cyanogenic hétérosides was emphasized in all organs of *E. abyssinica* Lam. Of 72 tests performed, 63 were positive, or 87,5%. The highest extraction yield was that of the crude methanolic extracts, ie 25,731% and the lowest of the total alkoid extracts (0,010%). The results of the biological tests showed that with the methanolic extracts, the lowest TIF was that of the root barks of *A. angolensis* (Baker) De Wild (5,71%) while the leaves of *E. abyssinica* lam had a TIF of 84,59% (the highest TIF). The most active total alkaloid extract was that of *P. maprouneifolia* Pax with 96,64% and that of *K. nyassica* Stapf ex Bak was the least active, ie 12,57%. Biological tests shoxed that the total alkaloid extracts of five plant species (*E. abyssinica* Lam (F, ET, ER), *P. febrifugum* Spach (ET, ER), *P. maprouneifolia* Pax (F, ET, ER), *C. molle* (ER) and *A. angolensis* (Baker) De Wild (F, ER) have antifalcemic properties.

Keywords : Total alkaloids, Phytochemical screening, antifalcemic activity, Sickle cell disease, Lububanshi.

*Auteur correspondant: Kasiama Giresse, (giressekasiama@gmail.com). Tél. : (+243) 81 23 90 922.

 <https://orcid.org/0009-0007-6315-6183>; Reçu le 18/06/2025; Révisé le 03/07/2025 ; Accepté le 29/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.025.v4.i3.175>

Copyright: ©2025 Kasiama 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

La drépanocytose est une Conséquence physiopathologique complexe résultant d'une anomalie fonctionnelle du gène de globine bêta par mutation ponctuelle d'une seule base nucléotidique du codon 6 (GAG remplacé par GTG). Ceci modifie le code génétique et provoque le remplacement de l'acide glutamique hydrophile par la valine hydrophobe en 6ème position de la chaîne bêta de l'hémoglobine : HbS (Sickle) (Szlasi et al., 2022). Chaque année dans le monde environ 300 000 enfants naissent atteints de la drépanocytose et plus de la moitié meurent avant l'âge de 5 ans. En Afrique, la fréquence des porteurs du gène de la drépanocytose varie de 30 à 40% ; en République Démocratique du Congo (RDC) il a été montré que 20 à 30% des congolais sont porteurs du gène (Masimango et al., 2022 ; Katamea et al., 2023). Plusieurs modes de traitement sont envisagés en vue de soulager les malades (Mpiana et al., 2007 ; Kalonda et al., 2015). Il s'agit notamment de la greffe médullaire de la moelle, de la transfusion sanguine répétée ou de la prise d'hydroxyurée, une molécule qui remettrait en activité les gènes de l'hémoglobine fœtale (HbF) dont la présence dans l'érythrocyte interfère avec la polymérisation de l'hémoglobine S (HbS) (Charly et al., 2022).

Il s'avère, cependant, que ces traitements soient dispendieux, inaccessibles financièrement aux populations pauvres, pouvant en plus constituer un risque certain d'infection au VIH et à l'hépatite B. Cela étant, la phytothérapie se présente à l'heure actuelle comme une voie pouvant offrir une alternative au traitement ou au soulagement des drépanocytaires. La médecine moderne éprouve d'énormes difficultés pour donner des solutions satisfaisantes malgré les techniques et les moyens mis en jeu dans les méthodes scientifiques évoluées. Cependant, la médecine traditionnelle prétend par ailleurs avoir résolu le problème de la drépanocytose par le moyen des recettes à base de plantes. L'efficacité des plantes utilisées en médecine traditionnelle ne peut se justifier que par une vérification scientifique. Le traitement de la drépanocytose par les plantes a intéressé plusieurs chercheurs, c'est entre autre Ibrahim (2023), Masengo et al., (2024), Kanangila (2011) et certains médicaments traditionnels améliorés ont été mis sur le marché. Dans le cadre de cette étude, l'idéal serait de faire l'analyse phytochimique et le test biologique de ces plantes dites antidrépanocytaires qui pourraient,

dans l'avenir, apporter une contribution significative à l'arsenal thérapeutique.

Notre étude porte sur neuf plantes, à savoir : *Afromosia angolensis* (Baker) De Wild, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* Pax, *Combretum molle* R. Br. ex G. Don, *Ziziphus mucronata* Willd., *Anisophyllea boehmii* Engl., *Khaya nyassica* Stapf ex Bak, *Erythrina abyssinica* Lam, *Pterocarpus angolensis* DC et *Psorospermum febrifugum* Spach.

L'intérêt de cette étude réside dans le fait qu'il contribuera à promouvoir l'utilisation des plantes médicinales locales pour les soins contre la drépanocytose et à prouver que les alcaloïdes peuvent, tout comme les composés phénoliques, avoir la capacité d'empêcher la falciformation.

2. Matériel et méthodes

Les échantillons de plantes ont été récoltés à Lubumbashi et séchés à la température ambiante avant l'extraction en suivant les méthodes décrites par Mpiana (2008), Kanangila (2011) et Kitambala et al. (2021). La méthode de criblage chimique décrite par Kasiama et al. (2023) a été utilisée pour connaître la composition phytochimique des plantes sous étude.

2.1. Matériel végétal

Dans la présente étude, l'échantillon est constitué de neuf espèces végétales utilisées dans la ville de Lubumbashi et ses environs en médecine traditionnelle comme antidrépanocytaires, ce sont : *Afromosia angolensis* (Baker) De Wild, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* Pax, *Combretum molle* R.Br. ex G. Don, *Ziziphus mucronata* Willd., *Anisophyllea boehmii* Engl., *Khaya nyassica* Stapf ex Bax, *Erythrina abyssinica* Lam, *Pterocarpus angolensis* DC et *Psorospermum febrifugum* Spach.

2.2. Matériel biologique

Le matériel biologique dont il est question c'est le sang des drépanocytaires qui n'a pas été transfusé récemment. Ce sang a été prélevé dans les tubes contenant un anticoagulant (EDTA) et ensuite conservé au frigo à une température de 4°C. Le prélèvement s'est fait au centre de prise en charge des Drépanocytaires à l'Hôpital Général de Référence JANSON SENDWE, avec l'accord du patient et du responsable.

2.3. Méthodes

2.3.1. Méthode de recherche des alcaloïdes totaux

La recherche des alcaloïdes a été effectuée en suivant le protocole standard décrit par Kasiama et al. (2023).

2.3.2. Obtention des alcaloïdes totaux

L'extraction des alcaloïdes totaux a été effectuée en suivant le schéma décrit par Pereira et al. (2023).

2.3.3. Préparation des extraits des plantes et évaluation de l'activité antifalcémiant

Les extraits bruts méthanoliques et d'alkaloïdes totaux ont été préparés à une concentration de 1mg/mL en utilisant la solution physiologique (NaCl 0,9%) comme solvant.

Le sang SS a été mélangé aux extraits des plantes en présence de la solution tampon en mettant sur une lame porte-objet une goutte de sang, une goutte d'extraits et une goutte de la solution tampon. Le mélange a été couvert d'une lamelle, scellée avec de la paraffine en fusion et incubée pendant 24 heures au bain marie ou à l'étuve à 37°C.

Après 24 heures d'incubation, les différentes préparations sont examinées au microscope dans 5 champs différents (au centre, à droite, à gauche, en dessous et au-dessus) par un même observateur (Mpiana et al., 2008 ; Kanangila, 2011). Le taux d'inhibition de la falciformation ou taux de normalisation des drépanocytes est calculé à partir de la relation :

$$\frac{NDAV - NDAP}{NDAV} \times 100\%$$

NDAV : Nombre des Drépanocytes Avant traitement ;
NDAP : Nombre des Drépanocytes Après traitement (Mpiana et al., 2008; Kanangila, 2011) .

3. Résultats et Discussion

3.1. Résultats du criblage phytochimique

Le criblage phytochimique a été faite sur 9 plantes en vue de mettre en évidence les différents groupes des substances bioactives. Les résultats dudit criblage sont consignés dans le [tableau I](#) suivant :

Tableau I. Résultats du criblage phytochimique

Espèce végétale	PU	Alc	ant	Flav	Quin	sap	Ster	Tan	ter	Tot/ org	Tot/ Plt	HCN
<i>Afromosia angolensis</i> (Baker) De Wild	F	+	+	+	-	+	+	+	-	6	6/8	-
	ET	+	+	-	-	-	-	+	-	3		-
	ER	-	+	+	-	+	+	-	-	4		-
<i>Anisophylea boehmi</i> Engl.	F	-	+	+	-	+	-	+	+	4	6	-
	ET	-	+	+	-	++	+	+	-	5		-
	ER	-	+	+	-	+	-	+	+	5		-
<i>Combretum molle</i> R.Br.ex G.Don	F	+	+	+	-	+	-	+	-	5	5/8	-
	ET	+	+	+	-	+	-	+	-	5		-
	ER	+	+	+	-	+	-	+	-	5		-
<i>Erythrina abyssinica</i> Lam	F	+	+	+	-	+	+	+	-	6	8/8	+
	ET	++	+	+	+	+	+	+	+	8		+
	ER	++	+	-	+	+	+	+	+	7		+
<i>Khaya nyassica</i> Stapf ex Bax	F	-	+	+	-	+	-	+	+	5	8/8	-
	ET	+	+	+	-	+	-	+	-	5		-
	ER	+	+	+	+	+	+	+	+	8		-
<i>Pseudolachnostilis maprouneifolia</i> Pax	F	+	+	+	-	+	-	+		-	5	6/8
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach	ET	+	+	+	-	+	+	+	-	6	8/8	-
	ER	+	+	-	-	+	+	+	-	5		-
	F	-	+	-	+	+	-	+	-	4		-
<i>Pterocarpus angolensis</i> DC	ET	+	+	+	+	+	+	+	+	8	8/8	-
	ER	+	+	+	+	+	+	-	-	6		-
	F	-	+	-	-	-	+	+	-	3		-
<i>Ziziphus mucronata</i> Wild	ET	+	+	+	-	+	+	+	+	7	8/8	-
	ER	+	+	+	+	+	+	+	+	8		-
	F	-	+	+	-	+	+	+	+	6		-
Tests positifs		17/27	26/27	22/27	8/27	22/27	17/27	23/27	12/27			3/27
Pourcentage		63	96	81	30	93	63	85	44			11

Légende :

F : Feuilles, ET : Ecorces de tiges, ER : Ecorces des racines, Alc : Alcaloïdes, Ant : Anthocyanes, Flav : Flavonoïdes, Quin : Quinones, Sap : Saponines, Ster : Stéroïdes, Tan : Tanins, Ter : Terpenoïdes.

Les résultats du criblage phytochimique indiquent la présence de groupes des substances actives dans les organes de toutes les plantes soumises à l'étude. La recherche de groupes des substances bioactives recherchés a indiqué qu'ils sont tous présents dans les écorces de tige d'*Erythrina abyssinica* Lam et dans les écorces de racine de *Ziziphus mucronata* Wild. Les feuilles de *Pterocarpus angolensis* DC et les écorces de tige d'*Afromosia angolensis* (Baker) De Wild contiennent chacun 6 groupes de substances bioactives (métabolites secondaires). De toutes les 9 plantes étudiées, seules 5 possèdent tous les 8 groupes de substances bioactives recherchés, ce sont : *Erythrina abyssinica* Lam, *Khaya nyassica* Stapf ex Bak, *Pterocarpus angolensis* DC, *Psorospermum febrifugum* Spach et *Ziziphus mucronata* Wild.

Le groupe majoritairement rencontré a été celui des Anthocyanes, avec 26 tests positifs sur 27, soit 96%. Viennent ensuite les saponines avec 93% ; les tanins ont été présents à 85%, les flavonoïdes à 81% ; les stéroïdes à 70% et les alcaloïdes ont été présents à 63%. Les terpenoïdes ont constitué le groupe le moins présent dans les plantes, avec 44%.

Les résultats de ce tableau indiquent aussi la présence des alcaloïdes dans au moins un organe de toutes les espèces étudiées, excepté *A. boehmi* (feuilles, écorces des tiges et écorces des racines), *K. nyassica* (feuilles), *P. febrifugum* (feuilles). Nous avons souligné la présence des alcaloïdes dans tous les organes analysés (feuilles, écorces tige et écorces racine) de *Combretum molle* R. Br. ex G. Don et *Erythrina abyssinica* Lam. Les résultats obtenus sur *Erythrina abyssinica* Lam viennent confirmer la réputation de cette espèce végétale en tant que « plante à alcaloïdes » (Watt & Breyer, 1962).

Kanangila (2011) a souligné la présence des alcaloïdes dans les écorces de tige et de racine de *Combretum molle* R. Br. ex G. Don alors que les résultats de nos analyses révèlent leur présence dans les feuilles, les écorces de tige et de racine.

Magdy et al. (2012) a observé la présence des alcaloïdes dans les feuilles et les écorces de tige de *E. abyssinica*. Ngoy. (2013) a mis en évidence les alcaloïdes dans les feuilles, les écorces de tige et de

racine. Ces résultats correspondent à ceux trouvés par nous.

Concernant *Pseudolachnostiloides maprouneifolia* Pax, la mise en évidence des alcaloïdes a donné un résultat positif dans les écorces de tige et de racine. Kanangila (2011) et Mbayo (2013) ont obtenu un résultat positif dans les écorces de racine par contre Kahumba (2000) a observé la présence des alcaloïdes dans les écorces de tige de la même espèce.

D'après nos analyses, les écorces de tige et de racine de *Ziziphus mucronata* Wild contiennent aussi les alcaloïdes mais Kanangila (2011) et Harboni et al. (1994) en ont trouvé dans les écorces de racine seulement.

La discordance entre nos résultats et ceux des autres chercheurs sur les tests réalisés sur les organes des plantes étudiés pourrait être justifiée par le fait que la composition chimique d'une espèce végétale est fonction de la période de récolte, de l'âge de la plante à la récolte, de la nature du sol et des autres caractéristiques physiques et biologiques de l'écosystème (Khan et al. 2021; Widyati et al., 2022).

Sur 72 tests effectués, 63 ont été positifs, soit 87,5%. La recherche des Hétérosides cyanogènes révèle leur présence dans tous les organes de *Erythrina abyssinica*.

La présence des alcaloïdes a été majoritairement observée dans les écorces aussi bien de tige que de racine, soit 79% de tests positifs alors que pour les feuilles, les tests positifs ont été d'environ 21%. D'après la littérature, les alcaloïdes sont le plus souvent localisés dans les tissus périphériques : assises externes des écorces de tige et de racine, tégument des graines, etc. (Madjida, 2022).

3.2. Extraction méthanolique et alcaloïdique

L'extraction a permis d'obtenir deux types d'extraits : les extraits bruts méthanoliques et les extraits d'alcaloïdes totaux pour lesquels l'activité antifalcémiant a été évaluée.

3.2.1. Rendement des extraits bruts méthanoliques

Le matériel végétal sec pulvérisé a été macéré dans le méthanol et les extraits obtenus ont été séchés à l'air libre. Le tableau II ci-dessous reproduit les résultats de l'extraction méthanolique à partir de 10 grammes de poudre de matériel végétal.

Tableau II. Rendement d'extraction méthanolique à partir de 10 grammes du matériel végétale

Espèces végétales	PU	Extrait en grammes	Rendement (%)
<i>Afromosia angolensis</i> (Baker) De Wild	F	0,1206	1,206
	ET	0,4639	4,639
<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G. Don	F	2,5731	25,731
	ET	0,8352	8,352
	ER	1,0121	10,121
<i>Erythrina abyssinica</i> Lam	F	0,674	6,74
	ET	0,20573	2,0573
	ER	0,8631	8,631
<i>Khaya nyassica</i> Stapf ex Bak	ET	0,3182	3,3182
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i> Pax	F	1,2072	12,072
	ET	0,9623	9,623
	ER	0,3497	3,479
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach	ET	0,2840	2,840
<i>Pterocarpus angolensis</i> DC	ET	0,5981	5,981
<i>Ziziphus mucronata</i> Wild	F	0,3821	3,821
	ET	5,927	0,5927
	ER	1,2031	12,031

Les résultats du [tableau II](#) nous renseignent que les feuilles de *Combretum molle* R.Br. ex G. Don avaient le rendement le plus élevé, soit 25,731% alors que les écorces de tige de *Ziziphus mucronata* Wild ont donné le plus faible rendement, soit 0,5927%.

3.2.2. Rendement d'extraction des alcaloïdes

Les organes des plantes dont les tests d'identification d'alcaloïdes se sont révélés positifs ont été sélectionnés pour l'extraction des alcaloïdes. Ces alcaloïdes ont été extraits à partir de 100 grammes de poudre de matière végétale sèche. Les résultats obtenus à l'issue de toutes les opérations sont repris dans le [tableau III](#) ci-dessous.

Tableau III. Rendement d'extraction des alcaloïdes

Espèces végétales	PU	Extrait (en g)	Rendement (%)
<i>Afromosia angolensis</i> (Baker) De Wild	F	0,010	0,010
	ER	0,03815	0,0381
<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G. Don	F	0,0162	0,0162
	ET	0,012	0,012
	ER	0,0272	0,0272
<i>Erythrina abyssinica</i> Lam	F	0,123	0,123
	ET	0,12	0,12
	ER	0,02	0,02
<i>Khaya nyassica</i> Stapf ex Bak	ET	0,060	0,060
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i> Pax	F	0,012	0,012
	ET	0,0305	0,030
	ER	0,011	0,011
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach	ET	0,0174	0,0174
	ER	0,0166	0,0166
<i>Pterocarpus angolensis</i> DC	ET	0,075	0,075
<i>Ziziphus mucronata</i> Wild	ET	0,06	0,06
	ER	0,023	0,023

Il ressort de ce tableau que le rendement en alcaloïdes des organes des plantes concernés a été de 0,123% pour -feuilles d'*Erythrina abyssinica* Lam (le plus élevé) et de 0,010% pour les feuilles d'*Afromosia angolensis* (Baker) De Wild.

3.3. Évaluation de l'activité antifalcémiant

L'activité antifalcémiant a été évaluée grâce au test d'Emmel en mettant en contact le sang SS avec, d'une part les solutions d'extraits méthanoliques et d'autre part les extraits d'alcaloïdes totaux préparés à la concentration de 1mg/mL. La solution physiologique de 0,9% a été utilisée comme témoin négatif.

3.3.1. Évaluation de l'activité antifalcémiant des extraits méthanoliques

Les extraits méthanoliques ont été dissouts dans la solution physiologique de 0,9% afin d'obtenir les solutions ayant une concentration de 1mg/mL. Le nombre des drépanocytes avant traitement (NDAV) est calculé en faisant la moyenne du nombre de globules rouges après comptage dans cinq champs au microscope. Les résultats sont repris dans le [tableau IV](#) ci-après :

Tableau IV. Résultats de taux d'inhibition de falciformation des extraits bruts méthanoliques

Espèces végétales	PU	NDAV	NDAP	TIF en %
<i>Afromosia angolensis</i> (Baker) De Wild	F	137	120	12,40
	ER	105	99	5,71
<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G. Don	F	168	69	58,92
	ET	84	65	22,61
	ER	154	60	61,03
<i>Erythrina abyssinica</i> Lam	F	235	33	84,59
	ET	180	50	72,22
	ER	196	48	75,51
<i>Khaya nyassica</i> Stapf ex Bak	ET	78	21	73,07
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i> Pax	F	218	88	59,63
	ET	143	71	50,34
	ER	112	35	68,75
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach	ET	89	42	52,80
	ER	115	44	61,71
<i>Pterocarpus angolensis</i> DC	ET	97	32	67,01
<i>Ziziphus mucronata</i> Wild	F	135	47	65,18
	ET	131	52	60,30
	ER	166	74	55,42
Témoins négatif	Sérum physiologique	103	103	0

Les extraits des organes des plantes mis en contact avec du sang contenant des drépanocytes ont pu inhiber la falciformation. Le taux d'inhibition de falciformation (TIF) a été de 5,71% pour les écorces de racines d'*Afromosia angolensis* (Baker) De Wild (TIF le plus faible) et de 84,59% pour les feuilles

d'*Erythrina abyssinica* Lam (TIF le plus élevé). En général, ces résultats confirment en effet, les propriétés antifalcémiantes de ces espèces végétales, comme l'ont prouvé d'autres chercheurs (Mpiana *et al.* 2008 ; Kanangila, 2011).

Outre les écorces de racine d'*Afromosia angolensis* (Baker) De Wild, les autres organes ont aussi donné un TIF inférieur à 50%, il s'agit des feuilles d'*Afromosia angolensis* (Baker) De Wild (12,40%) et les écorces de tige de *Combretum molle* R.Br. ex G. Don (22,61%).

Les résultats obtenus permettent d'établir une comparaison des teneurs en TIF selon les organes des différentes espèces étudiées. Ces valeurs sont présentées dans le [tableau V](#) ci-dessous.

Tableau V. Comparaison des valeurs moyennes des TIF en fonction d'organes

Organes	Moyenne de TIF (%)
F	61,53±24,81
ET	48, 24±22,50
ER	54,68±24,98

Il découle de l'observation du [tableau V](#) que les extraits bruts méthanoliques des feuilles ont présenté l'activité antifalcémiant moyenne la plus élevée (61,53%), suivis des écorces de racines (54,68%) et enfin les écorces de tige (48,24%). Toutefois, l'analyse statistique (ANOVA, $\alpha=0,05$) indique qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre ces valeurs moyennes d'activité antifalcémiant. Ainsi donc, il n'y a pas de lien entre le type d'organe de plante et l'activité antifalcémiant. Souleymane *et al.* (2023) a également souligné, après analyse par ANOVA, que l'activité antifalcémiant n'était pas fonction d'organes de plantes utilisés.

3.3.2. Evaluation de l'activité antifalcémiant des extraits d'alcaloïdes totaux

Les extraits d'alcaloïdes totaux obtenus précédemment ont également été utilisés pour l'évaluation de l'activité antifalcémiant. Le sang SS mis en contact avec une solution physiologique de NaCl à 0,9 % a servi de témoin négatif. Les résultats de l'activité antifalcémiant sont regroupés dans le [tableau VI](#).

Tableau VI. Résultats de l'activité antifalcémiant des extraits d'alcaloïdes totaux

Espèces végétales	PU	NDAV	NDAP	TIF en %
<i>Afromosia angolensis</i> (Baker) De Wild	F	173	11	93,64
	ER	121	6	95,04
<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G. Don	F	139	96	30,93
	ET	115	-	-
	ER	237	72	69,62
<i>Erythrina abyssinica</i> Lam	F	110	6	94,54
	ET	116	21	82,89
	ER	62	6	90,32
<i>Khaya nyassica</i> Stapf ex Bak	ET	350	202	42,28
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i> Pax	F	149	5	96,64
	ET	384	24	93,75
	ER	197	7	96,44
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach	ET	110	13	88,18
	ER	191	41	78,58
<i>Pterocarpus angolensis</i> DC	ET	234	137	41,45
<i>Ziziphus mucronata</i> Wild	ET	166	125	24,69
	ER	102	-	-
Témoins négatif	Sérum physiologique	103	103	0

Il apparaît que certains organes de plantes ont provoqué une hémolyse (signalée par le signe « - »), notamment les écorces de tige de *Combretum molle* R.Br. ex G. Don et les écorces de racine de *Ziziphus mucronata* Wild. Cette hémolyse pourrait être attribuée soit au temps de contact entre les extraits et le sang SS, soit à la nature des alcaloïdes présents.

L'activité antifalcémiant varie fortement selon les espèces et les organes testés. Le TIF le plus faible a été observé avec les écorces de tige de *Khaya nyassica* Stapf ex Bak (42,28 %), tandis que le plus élevé a été enregistré avec les feuilles de *Pseudolachnostylis maprouneifolia* Pax (96,64 %). Sur les 17 extraits testés, seulement 7 n'ont pas présenté une activité supérieure à 50 %.

Le [tableau VII](#) présente la répartition des TIF en trois catégories : élevés (>80 %), moyens (50–80 %) et faibles (<50 %). Cette classification a permis de comparer plus aisément l'efficacité antifalcémiant des extraits totaux d'alcaloïdes par rapport aux extraits bruts méthanoliques.

Tableau VII. Comparaison des taux d'inhibition de falciformation (TIF) des extraits bruts méthanoliques et des extraits alcaloïdes totaux étudiés

Espèces végétales	PU	TIF en %	
		Extrait MeOH	Extrait Alc.
<i>Afromosia angolensis</i> (Baker) De Wild	F	12,40	93,64
	ER	5,71	95,04
<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G. Don	F	30,93	58,92
	ET	24,61	-
	ER	69,92	61,03
<i>Erythrina abyssinica</i> Lam	F	84,59	94,54
	ET	72,22	82,89
	ER	55,42	90,32
<i>Khaya nyassica</i> Stapf ex Bak	F	73,07	42,28
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i> Pax	F	59,63	96,64
	ET	50,34	93,75
	ER	68,75	96,44
<i>Pterocarpus angolensis</i> DC	ET	67,01	41,45
	ER	65,18	88,18
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach	ET	61,71	78,58
	ER	60,30	24,69
<i>Ziziphus mucronata</i> Wild	ET	60,30	24,69
	ER	55,42	-

Légende :

Vert : activités des extraits bruts méthanoliques supérieures à celle d'alcaloïdes totaux ;

Bleu : activités d'alcaloïdes totaux supérieures à celle des extraits bruts méthanoliques ;

Rouge : hémolyse.

L'analyse comparative des taux d'inhibition de la falciformation (TIF) des extraits bruts méthanoliques et des extraits alcaloïdiques totaux met en évidence trois cas de figure :

- Les extraits bruts méthanoliques présentent des valeurs de TIF supérieures à celles des extraits d'alcaloïdes totaux.
- Les extraits d'alcaloïdes totaux affichent des valeurs de TIF supérieures à celles des extraits bruts méthanoliques.
- Des cas d'hémolyse sont observés uniquement avec certains extraits d'alcaloïdes totaux.

Dans la première catégorie se retrouvent : les feuilles de *Khaya nyassica* Stapf ex Bak, les écorces de tige de *Ziziphus mucronata* Wild et de *Pterocarpus angolensis* DC, ainsi que les écorces de racines de

Combretum molle R. Br. ex G. Don. Soit un total de quatre organes végétaux.

Dans la seconde catégorie se situent : les feuilles, écorces de tige et de racines de *Pseudolachnostylis maprouneifolia* Pax et de *Erythrina abyssinica* Lam, les feuilles et les écorces de racines de *Afromosia angolensis* (Baker) De Wild, les écorces de tige et de racines de *Psorospermum febrifugum* Spach, ainsi que les feuilles de *Combretum molle* R. Br. ex G. Don. Cela correspond à onze organes végétaux.

Enfin, des phénomènes d'hémolyse ont été notés avec les écorces de tige de *Combretum molle* et les écorces de racines de *Ziziphus mucronata*.

Ces résultats traduisent une amélioration de l'activité antifalcémiant lors du passage des extraits bruts méthanoliques aux extraits d'alcaloïdes totaux, particulièrement pour 11 organes de plantes. Cela suggère que la présence des alcaloïdes contribue fortement à l'activité inhibitrice de la falciformation.

Ces observations rejoignent les travaux de Ngbolua et al. (2014), qui ont mis en évidence l'activité antifalcémiant des alcaloïdes dans les extraits de *diplopodes* (*Tachypodoiulus* sp.), ainsi que ceux de Sato & Ohnishi (1982), qui ont montré l'effet de la cépharantine, un alcaloïde bisbenzylisoquinolinique isolé de *Stephania cepharantha* Hayata (*Menispermaceae*). Ainsi, les alcaloïdes peuvent être considérés comme des métabolites secondaires majeurs intervenant dans l'inhibition de la falciformation.

4. Conclusion

Cette étude a été réalisée dans le but de vérifier in vitro si les alcaloïdes sont responsables de l'activité antifalcémiant de différents organes de neuf plantes étudiées. Ces plantes sont utilisées à Lubumbashi dans le traitement de la drépanocytose. Nous nous sommes fixés comme objectifs d'effectuer un criblage phytochimique ; obtenir les extraits bruts méthanoliques et d'alcaloïdes totaux et d'évaluer l'activité antifalcémiant des extraits obtenus.

Le criblage phytochimique a révélé la présence de différents groupes chimiques dans tous les organes analysés. Le groupe de substances bioactives le plus abondant a été celui des anthocyanes avec 96% et les terpénoïdes ont été les moins représentés avec 44%. De neuf plantes analysées, cinq contiennent tous les groupes de substances bioactives recherchés (8/8), ce sont : E. abyssinica Lam, K. nyassica Stapf ex Bak, P. angolensis DC, P. febrifugum Spach et Z. mucronata Wild. C. molle R.Br. ex G. Don a été l'espèce

contenant le moins de groupes des substances bioactives (5/8). La présence des Hétérosides cyanogènes a été soulignée dans tous les organes d'*E. abyssinica* Lam. Sur 72 tests effectués, 63 ont été positifs, soit 87,5%.

Quant aux rendements d'extraction, les extraits bruts méthanoliques avaient les rendements les plus élevés. Ceci s'explique par le fait que les extraits bruts contiennent toutes les autres substances alors que les extraits d'alcaloïdes totaux ne sont constitués que d'un seul groupe des substances (les alcaloïdes) qui est d'ailleurs le groupe des substances le moins abondant dans les plantes.

Les résultats des tests biologiques ont montré qu'avec les extraits méthanoliques, le TIF le plus faible a été celui des écorces de racines d'*A. angolensis* (Baker) De Wild (5,31%) tandis que les feuilles d'*E. abyssinica* Lam avaient un TIF de 84,59%. L'extrait d'alcaloïdes totaux le plus actif a été celui de *P. maprouneifolia* Pax avec 96,64% et celui de *K. nyassica* Stapf ex Bak a été le moins actif, soit 12,57%.

En conclusion l'activité antifalcémiant des plantes analysées a été aussi liée à la présence des alcaloïdes dans les organes de cinq espèces végétales, qui sont : *E. abyssinica* Lam (F, ET, ER), *P. febrifugum* Spach (ET, ER), *P. maprouneifolia* Pax (F, ET, ER), *C. molle* (ER), *A. angolensis* (Baker) De Wild (F, ER). Donc les alcaloïdes, sont aussi doués des propriétés antifalcémiants.

Nous souhaiterions que des travaux ultérieurs soient orientés, pour les organes des plantes dont les résultats ont été probants, vers l'isolement et la détermination des structures des alcaloïdes qui seraient responsables de cette activité biologique, la recherche de la dose minimale inhibitrice de falciformation.

Remerciements

Nous remercions le conseil National Scientifique qui a organisé des formations qui nous ont permis de bien rédiger notre article.

Financement

Financement propre.

Déclaration de conflits d'intérêt

Il y a aucun conflit d'intérêt.

Considérations d'éthique

Cette recherche a été conduite conformément aux principes d'éthiques.

Contributions des Auteurs

G.K.N. a coordonné la rédaction de l'introduction jusqu'à la conclusion, a coordonné la version finale, la soumission à la revue et les échanges avec l'éditeur.

L.N.M. a réalisé les travaux de recherche au laboratoire jusqu'à l'obtention des résultats.

E.N.M a fait la rédaction de la synthèse critique.

C.Y.K a intégré les données issues de la littérature scientifique.

J.C.N.N a normalisé selon les exigences de la revue

D.N a vérifié les références.

C.K.N a fait la relecture et la correction du fond.

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

ORCID des auteurs

Giresse K.N : <https://orcid.org/0009-00007-6315-6183>

Laurent N.M: <https://orcid.org/0009-0003-4928-9044>

Etienne N.M: <https://orcid.org/0009-0005-3960-6071>

Carlin Y.K: <https://orcid.org/0009-0006-2929-1325>

Jules C.N.N: <https://orcid.org/0009-0000-4840-2197>

Dorothée N: <https://orcid.org/0009-0008-3493-713X>

Carlos K.N: <https://orcid.org/0009-0005-2588-6332>

Références bibliographiques

- Charly, M. M., Jean-Paul, S. I., Ngbolua, K. T. N., Hippolyte, S. N. T., Erick, K. N., Alifi, P. B., ... & Nestor, P. M. (2022). Review of the Literature on Oral Cancer: Epidemiology, Management and Evidence-based Traditional Medicine Treatment. *Annual Research & Review in Biology*, 37(6), 15-27.
- Harboni, L., Gariboldi, P., Torregiani, E.A., & Vero-ita, L. (1994). Cyclopeptide alkaloids from *Ziziphus mucronata*. *Phytochemistry*, 35(6), 1579-1582
- Ibrahim, A., & Muhammad, S. A. (2023). Antioxidant-rich nutraceutical as a therapeutic strategy for sickle cell disease. *Journal of the American Nutrition Association*, 42(6), 588-597.
- Kahumba, B.J., (2000). *Contribution à l'étude des Euphorbiaceae utilisées en médecine traditionnelle à Lubumbashi* [Diplôme d'études

- supérieures en sciences pharmaceutiques. Université de Lubumbashi]
- Kanangila, A.B., (2011). *Criblage chimique et activité antifalcémiant de quelques plantes réputées antirépanocytaires en usage à Lubumbashi et ses environs* [mémoire d'études approfondies en Sciences, UNILU]
- Kasiama, G. N., Kabengele, C. N., Kilembe, J. T., Kitadi, J. M., Mifundu, M., Ngbolua, J. P., ... & Tshimankinda, P. T. (2023). Green Synthesis, Characterization and Evaluation of Biological Activities of Ag-Mno Nanocomposites from *Cyttaranthus Congolensis*. *Diyala Journal of Engineering Sciences*, 24-36.
- Katamea, T., Mukuku, O., Mpoy, C. W., Mutombo, A. K., Luboya, O. N., & Wembonyama, S. O. (2023). Newborn screening for sickle cell disease in Lubumbashi, Democratic Republic of the Congo: An update on the prevalence of the disease. *Journal of Hematology and Allied Sciences*, 1-5.
- Khan, Z., Rahman, M. H. U., Haider, G., Amir, R., Ikram, R. M., Ahmad, S., & Danish, S. (2021). Chemical and biological enhancement effects of biochar on wheat growth and yield under arid field conditions. *Sustainability*, 13(11), 5890.
- Kitambala, M. M., Mutombo, E. K., Niyibizi, B. N., Kamulete, G. S., Kalubandika, G. M., Muidikija, J. M., ... & Non, W. M. (2021). The in vitro antisickling effect of purified alkaloids of *Cremastra triflora* (Thonn.) K. Schum.(Rubiaceae) and *Macaranga schweinfurthii* Pax.(Euphorbiaceae). *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 9(3), 129-137.
- Madjida, O. (2022). *Etudes chimiques et biologiques d'Artemisia herba alba, Origanum vulgare L. et un composé synthétique* [Thèse de doctorat, university center of abdallahid boussouf-MILA]
- Magdy, M.D.M., Nabaweya, A.I., Nagwa, E.A., Azza, A.M., Ahmed, G.M.A., Ezzieldeen, E.B., Ahmed, E.M. and Paolo, L.C. (2012). Anti-HIV-1 and cytotoxicity of alkaloids.
- Masengo, C.A., Ngbolua, J.P.K.T.N., Dnkiana, J., Mawunnu, M., Mpiana, P.T., & Mudogo, J.C.V. (2024). Étude ethnobotanique, phytochimique et pharmaco-biologique des plantes utilisées en médecine traditionnelle pour la prise en charge de la drépanocytose à Kinshasa, RD Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 12(2), 103-111.
- Masimango, M. I., Jadoul, M., Binns-Roemer, E. A., David, V. A., Sumaili, E. K., Winkler, C. A., & Limou, S. (2022). APOL1 renal risk variants and sickle cell trait associations with reduced kidney function in a large Congolese population-based study. *Kidney international reports*, 7(3), 474-482.
- Mbayo, M., (2013). Etude chimique de quelques *Euphorbiaceae* du Katanga méridional et évaluation de leur activité antimitotique, Mémoire du diplôme d'études approfondie en sciences chimiques, P. 52.
- Mpiana, P.T., Mudogo, V., Tshibangu, D.S.T., Kanagila, A.B., Lumbu, J.B.S., Ngbolua, K.N., Atibu, K.E., & Kakule, M.K. (2008). Antisickling activity of anthocyanins extracts from *Bombax pentadrum*, *Ficus capensis* and *Zitiphus mucronata*: photodegradation effect. *Journal of Ethnopharmacology* 120,413-418.
- Ngbolua, K. N., Ngunde-te-Ngunde, S., Tshidibi, D. J., Lengbiye, M. E., Mpiana, T. P., Ekutsu, E. G., & Nzemu, G. (2014). Anti-sickling and antibacterial activities of extracts from a Congolese Diplopod (*Tachypodoiulus* sp., Arthropoda). *J Adv Bot Zool*, 1(3), 1-5.
- Pereira, A. G., Cassani, L., Garcia-Oliveira, P., Otero, P., Mansoor, S., Echave, J., & Prieto, M. A. (2023). Plant Alkaloids: Production, Extraction, and Potential Therapeutic Properties. In *Natural Secondary Metabolites: From Nature, Through Science, to Industry*. Springer International Publishing (pp. 157-200).
- Sato & Ohnishi, (1982). In vitro anti-sickling effect of cepharanthine. *European J. Pharmacol.* 83, 91-95.
- Souleymane, H. D., Djibo, A. K., Seyni, S. H., Zakaria, O., Botezatu, A. V., Dinica, R. M., ... & Kouakou, N. G. D. V. (2023). Phytochemical Characterization and In Vitro Evaluation of the Anti-Sickle Cell Activity of Aqueous and Ethanolic Extracts of Two Medicinal Plants from Niger: *Flueggea virosa* (Roxb. ex Willd.) Royle and *Kigelia africana* (Lam.) Benth. *Plants*, 12(20), 3522.
- Szlasa, W., Sauer, N., Wala, K., Saczko, J., & Kulbacka, J. (2022). Role of single amino acid

mutation in the alternations in protein structure.
Postępy Biologii Komórki, 49(1).

- Watt, M. J. & Breyer-Brandwijk, M. (1962). *The medicinal and poisonous plants of Southern and Eastern Africa, being an account of their medicinal and other uses, chemical composition, pharmacological effects and toxicity in man and animal*. Second edition, E. S. Livingstone, Edimburgh and London, 849-957.
- Widyati, E., Nuroniah, H. S., Tata, H. L., Mindawati, N., Lisnawati, Y., Darwo, & van Noordwijk, M. (2022). Soil degradation due to conversion from natural to plantation forests in Indonesia. *Forests*, 13(11), 1913.