

Effets saisonniers des extraits aqueux de feuilles et d'écorces de tige de *Alchornea cordifolia* (Schumach. & Thonn.) Müll.Arg. (Euphorbiaceae) sur la parasitémie et l'anémie dans un modèle murin de paludisme à *Plasmodium berghei* de souche ANKA

Seasonal effects of aqueous extracts of the leaves and stem bark of Alchornea cordifolia (Schumach. & Thonn.) Müll.Arg. (Euphorbiaceae) on parasitaemia and anaemia in a murine model of Plasmodium berghei ANKA malaria

Tia Gbongue Eric¹, Kouakou-Siransy N'doua Gisèle², Sangare Ibrahim³

¹Service de Pharmacie, Institut de Cardiologie d'Abidjan (Côte d'Ivoire)

²Laboratoire de Pharmacologie, Pharmacie clinique et thérapeutique, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques (Côte d'Ivoire)

³Institut supérieur des sciences de la santé, Université Nazi Boni (Burkina-Faso)

Auteur correspondant : Tia Gbongue Eric, tiagbongueeric@gmail.com

Reçu le 30 juin 2026, accepté le 24 septembre 2026 et publié le 31 octobre 2026

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>)

Résumé

Alchornea cordifolia est utilisée en médecine traditionnelle contre le paludisme. L'objectif de cette étude était de rechercher l'effet des extraits aqueux de feuilles et des écorces de tiges de *Alchornea cordifolia*, isolés ou combinés, récoltés en saison pluvieuse et sèche, sur un modèle murin de paludisme à *Plasmodium berghei* ANKA. Les feuilles et écorces de tige de *A. cordifolia* ont été récoltées à deux périodes différentes. L'activité antiplasmodiale a été évaluée par le test suppressif de quatre jours chez des souris infectées par *P. berghei*. Les feuilles ont été sélectionnées pour des essais sur quelques paramètres biologiques. Les extraits obtenus à partir de la récolte en saison sèche n'ont pas réduit la parasitémie ($p > 0,05$). Les extraits de la saison pluvieuse ont montré une suppression de la parasitémie de 28,26 % pour les feuilles, 23,28 % pour les écorces de tige et 55,01 % pour le mélange feuilles-écorces ($p < 0,05$). Tous les extraits isolés et associés n'ont pas protégé les animaux contre une chute de poids corporel, de température et de la mort dues à l'infection. En revanche, l'extrait de feuilles de la saison pluvieuse a atténué la baisse de l'hémoglobine ($14,9 \pm 1,8$ g/dL), des globules rouges ($7,83 \pm 0,95 \times 10^6/L$) et de l'hématocrite ($38,5 \pm 4,8$ %) associée à l'infection palustre expérimentale. Les extraits seuls ou associés n'ont pas montré d'effet antiplasmodial significatif quel que soit la période de récolte. Toutefois, les résultats suggèrent une variabilité de l'activité biologique et un effet protecteur des feuilles de la deuxième période de récolte contre l'anémie palustre.

Mots-clés : Paludisme ; Anémie ; *Alchornea cordifolia* ; *Plasmodium berghei* ; Antiplasmodial

Summary

Alchornea cordifolia is used in traditional medicine to treat malaria. The aim of this study was to investigate the effects of aqueous extracts from *Alchornea cordifolia* leaves and stem bark either alone or in combination, and harvested during both the rainy and dry seasons on a murine model of *Plasmodium berghei* ANKA malaria. *A. cordifolia* leaves and stem bark were harvested at two different times. Antiplasmodial activity was assessed using the four-day suppressive test in mice infected with *P. berghei*. Leaves were selected for testing regarding specific biological parameters. Extracts obtained from the dry-season harvest did not reduce parasitemia ($p > 0.05$). Rainy-season extracts showed parasitemia suppression rates of 28.26% for leaves, 23.28% for stem bark, and 55.01% for the leaf-bark mixture ($p < 0.05$). Neither the individual nor the combined extracts protected the animals against the decline in body weight and temperature, or the death, caused by the infection. However, the rainy-season leaf extract mitigated the decline in hemoglobin (14.9 ± 1.8 g/dL), red blood cells ($7.83 \pm 0.95 \times 10^6/L$), and hematocrit ($38.5 \pm 4.8\%$) associated with the experimental malaria infection. Neither the individual nor the combined extracts demonstrated significant antiplasmodial activity, regardless of the harvest period. Nevertheless, the results suggest variability in biological activity and indicate a protective effect of leaves from the second harvest period against malaria-associated anemia.

Keywords: Malaria; Anemia; *Alchornea cordifolia*; *Plasmodium berghei*; Antiplasmodial

1. Introduction

Dans certains pays en développement, les soins de santé primaires sont principalement soutenus par des plantes médicinales pour traiter des maladies à forte fréquence ou endémiques telles que le paludisme [1, 2]. Cette affection fait partie des trois maladies infectieuses les plus mortelles de l'espèce humaine. En 2024, 282 millions de cas de paludisme ont été diagnostiqués dans le monde avec près de 610 000 décès [3]. L'usage des plantes médicinales contre le paludisme est d'autant plus motivé par la diminution de sensibilité du *Plasmodium* à la chloroquine et aux dérivés d'artémisinine dans plusieurs régions du monde et d'Afrique (Rwanda et Uganda) [4]. De plus, la valorisation des plantes médicinales est encouragée par l'OMS pour les soins de santé primaires car offrant des soins culturellement acceptables, disponibles et abordables [4, 5].

La présente étude porte sur *Alchornea cordifolia*, une plante pérenne, réputée en médecine traditionnelle contre le paludisme dont les feuilles et les écorces de tige sont utilisées en décoction [6, 7]. Des travaux antérieurs ont mis en évidence un potentiel effet antipaludique suppressif et curatif de feuilles, rarement des écorces de tiges, dans un modèle de paludisme murin et dans tests *in vitro* sur des souches de références [8, 9, 10]. La saison de récolte n'est toutefois pas indiquée dans ces études. Alors que la période de récolte un facteur important car pourrait influencer sur la composition chimique d'une plante et donc entraîner une variation de l'effet souhaité [11]. Il paraissait utile d'évaluer l'effet de *A. cordifolia* sur différentes périodes de récolte afin d'identifier la période où l'effet est optimal. Parallèlement, une combinaison de feuilles et d'écorces de tige d'une même plante dont les compositions phytochimiques sont différentes, produirait soit une synergie d'effet, soit un antagonisme d'effet [12]. La quasi-totalité des études retrouvées sur *A. cordifolia* portent uniquement sur des parties isolées de la plante, principalement les feuilles ref. Peu d'études rapportent l'effet combiné des feuilles et de l'écorce de tige.

Cette étude avait pour objectif, de rechercher l'effet des feuilles et des écorces de tiges de *Alchornea cordifolia*, isolés ou combinés, récoltés en saison pluvieuse et sèche, sur un modèle de paludisme murin.

2. Méthodes

2.1. Récolte et préparation des extraits

Les feuilles et les écorces de tige de *Alchornea cordifolia* ont été récoltées au même endroit à Jacqueville en Côte d'Ivoire (5.214384 ; -4.320943) à deux périodes différentes : la première récolte en saison sèche en avril et la seconde en saison pluvieuse en Aout.

Les récoltes ont été effectuées en collaboration avec le centre national de floristique qui a procédé à l'identification botanique des drogues sous le numéro d'herbier UCJ005710. Ensuite, les échantillons végétaux ont été séchés à l'abris de la lumière et à température ambiante pendant 2 semaines. Les feuilles et écorces de tige ont ensuite été réduits en poudre à l'aide d'un broyeur mécanique et mis à ébullition pendant 10 minutes.

Les décoctés obtenus sont alors filtrés et évaporés à 50°C pendant 24h à l'étuve. Les extraits secs obtenus de la récolte effectuée en saison sèche ont été renommés F1(feilles), T1(écorces de tige) et ceux obtenus de la récolte en saison pluvieuse ont été renommés F2(feilles), T2(écorces de tige).

2.2. Animaux

Des souris de souche swiss mâles et femelles de poids compris entre 23-28 g, âgées de 9 semaines, élevées à l'animalerie de la faculté de Pharmacie de l'Université de Cocody (Côte d'Ivoire) ont été utilisées dans cette étude. Les expériences ont été menées conformément aux directives sur l'usage des animaux [13].

2.3. Test suppressif de 4 jours

2.3.1. Le parasite

Une souche de *Plasmodium berghei* ANKA sensible à la chloroquine, stocké dans de l'azote liquide à -196 °C au centre de recherche et de lutte contre le paludisme de l'Institut National de la Santé Publique (INSP), a été utilisée dans cette étude.

2.3.2. Conception expérimentale

Le test antiplasmodiale était basé sur la méthode de Peters et al [14]. L'étude a été menée sur deux séries de tests. La première série de test a été réalisée avec les extraits F1 et T1 provenant de la récolte en saison sèche. La deuxième série de test a été effectuée avec les extraits F2 et T2 provenant de la récolte en saison pluvieuse. Dans chaque série de test, trois souris donneuses ont été infectées par *P. berghei*, la parasitémie a été évaluée à l'aide d'un frottis sanguin et lorsque leurs parasitémies ont atteint 20 %, le sang a été prélevé afin de préparer un inoculum contenant 10^7 globules rouges parasités/200 µL. Puis, des souris tests ont été réparties en lot de 10 en fonction du poids corporel et 200 µL d'inoculum ont été administrés par voie intrapéritonéale à chaque souris le premier jour de l'expérience (Jour 0). Les extraits à l'étude, mis sous forme de solution, ont été administrées 3h après l'inoculation et poursuivis pendant 4 jours. Les souris ont reçu les substances deux fois par jour soit matin et soir par voie orale. Le cinquième jour de l'expérience (Jour 4), des frottis sanguins de chaque souris ont été préparés sur des lames, fixés avec du méthanol et colorés avec du Giemsa à 10 % pendant 15 minutes. Le poids corporel et la température anale des animaux ont été mesurés et un suivi de la mortalité a été effectué pendant 30 jours (Tableau 1).

Tableau 1 : Chronogramme des manipulations des séries 1 et 2 du test antiplasmodiale

Groupes	Jour 0	Jour 3h- Jour 3	Jour 4
Serie 1 : Extraits récoltés en saison sèche F1 et T1			
Témoin (NaCl 0,9%)	Inoculation de 200 µL d'inoculum	0,1 mL NaCl à 0,9% pour 100 g pc	• Pesée et prise de température • Evaluation de la parasitémie
Artémether/Lumefantrine (Art/Lum)		10/60 mg/Kg pc de Artemether/Luméfántrine	
Extraits de feuilles F1		600 mg/Kg d'extrait de feuilles	
Extraits d'écorces de tige T1		600 mg/Kg d'extrait d'écorces de tige	
Mélange de feuilles et d'écorces de tige F1T1		300+300 mg/Kg pc d'extraits de feuilles + écorces de tige	
Serie 2 : Extraits récoltés en saison pluvieuse F2 et T2			
Témoin (NaCl 0,9%)	Inoculation de 200 µL d'inoculum	0,1 mL NaCl à 0,9% pour 100 g pc	• Pesée et prise de température • Evaluation de la parasitémie
Artémether/Lumefantrine (Art/Lum)		10/60 mg/Kg pc de Artemether/Luméfántrine	
Extraits de feuilles F2		600 mg/Kg d'extrait de feuilles	
Extraits d'écorces de tige T2		600 mg/Kg d'extrait d'écorces de tige	
Mélange de feuilles et d'écorces de tige F2T2		600+600 mg/Kg pc d'extraits de feuilles + écorces de tige	

2.3.3. Evaluation de la parasitémie

3000 globules rouges ont été comptés afin de déterminer le pourcentage de parasitémie et le pourcentage de suppression de la parasitémie des animaux selon les formules suivantes [11] :

$$\% \text{ Parasitémie} = \frac{\text{Nombre de globules rouges parasités}}{\text{Nombre total de globules rouges}} \times 100$$

$$\% \text{ Suppression} = \frac{\text{Parasitémie moyenne du lot témoin} - \text{Parasitémie moyenne du lot traité}}{\text{Parasitémie moyenne du lot témoin}} \times 100$$

2.3.4. Variation de poids corporel et de la température

Le poids corporel des animaux a été mesuré à l'aide d'une balance pèse-souris au jour 0 et jour 4. La température a été mesurée avec un thermomètre électronique via l'orifice anale des souris au jour 4. Les pourcentages de variation ont été déterminés pour chaque paramètre selon la formule suivante :

$$\% \text{ de variation poids} = \frac{\text{Poids corporel moyen à J0} - \text{Poids corporel moyen à J4}}{\text{Poids corporel moyen à J0}} \times 100$$

$$\% \text{ variation température} = \frac{\text{Température moyenne lot témoin} - \text{Température moyenne lot traité}}{\text{Température moyenne lot témoin}} \times 100$$

2.3.5. Survie des animaux

La mortalité de chaque souris a été contrôlée durant 30 jours depuis la première administration des substances en considérant la médiane de survie comme le délai au bout duquel la moitié des individus d'un groupe sont encore en vie. La courbe de Kaplan-Meier a servi à estimer la proportion d'animaux vivants sur la période d'observation.

2.4.Effet des extraits sur quelques paramètres hématologiques et biochimiques

L'effet des extraits F2 sur le profil hématologique et biochimique a été étudié avec des souris réparties en 4 groupes de six en fonction du poids corporel. Seuls les effets des extraits de feuilles ont été étudiées car elles ont présenté un meilleur profil clinique et parasitologique au cours des tests d'activités. Ici, deux groupes (groupe 2 et 4) constituant les groupes parasités ont été inoculées avec 200 µL de l'inoculum de *P. berghei* le

premier jour de l'expérience (Jour 0). Ensuite, les groupes 1 et 2 (témoin non parasité et témoin parasité) ont reçu de l'eau distillée (1 mL/100 g/jour) par voie orale. Les souris du groupe 3 et 4 (F2 non parasité et F2 parasité), ont reçu chacune 600 mg/kg d'extraits par voie orale. Les substances ont été administrées pendant 4 jours consécutifs et 2 fois par jour soit matin et soir. Le cinquième jour de l'expérience (Jour 4), le sang des animaux a été prélevé sur tube EDTA et tube sec afin de réaliser une numération formule sanguine, un dosage de la créatininémie et des transaminases.

2.5. Analyse statistique

Les résultats obtenus ont été exprimés sous de tableau, d'histogramme et de courbe de survie avec $n = 6$ ou 10 . Les données sur la parasitémie, le poids corporel, la température et les données biologiques ont été statistiquement analysées avec un test de Kruskal-Wallis suivi d'un test de Dunn pour la comparaison multiple des moyennes des différents groupes. Le Test de Logrank a permis de comparer les différentes courbes de survies effectuées. Le niveau de significativité a été fixé à $0,05$.

3. Résultats

3.1. Test suppressif avec les extraits F1 et T1

Les animaux traités avec les extraits isolés et leur mélange ont présenté une parasitémie plus élevée que celle du témoin mais non significative ($p < 0,05$) (Tableau 2). On notait une baisse de poids corporel dans tous les groupes essais de J0 à J4 sans différence significatives (Figure 1). Quant à la température, une baisse significative des animaux traités avec le mélange d'extraits a été enregistrée (Tableau 3). Le nombre de morts était identique dans les différents lots essais avec des médianes de survie comprises entre 6 et 8 (Tableau 4) et des courbes de survies qui présentaient les mêmes évolutions (Figure 2).

Tableau 2 : Effet des extraits de plantes sur la parasitémie à J4 des souris infectées par *P. berghei* durant la première série de test

Substances (mg/Kg)	Moy±SD	% Suppression	p-value
NaCl (0,01 ml/g)	30,39±9,74%	-	
Art/Lum (10/60 mg/Kg)	0,00±0,00%	100%	
F1 (600 mg/Kg)	46,99±11,19%	-55,62%	0,1589
T1 (600 mg/Kg)	39,86±9,23%	-31,18%	
F1T1 (300+300 mg/Kg)	39,94±5,42%	-31,42%	

($n=10$; test de Kruskal-Wallis, F1 = feuille, T1 = Ecorce de tige, F1T1 = Feuille+Ecorce de tige)

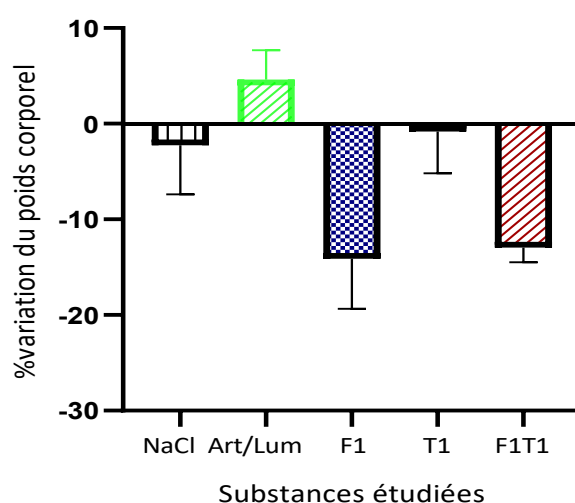


Figure 1 : Effet des extraits de plantes sur le poids corporel des souris infectées par *P. berghei* de J0 à J4 durant la première série de test

($n = 10$; test de Kruskal-Wallis, F1 = feuille, T1 = Ecorce de tige, F1T1 = Feuille+Ecorce de tige)

Tableau 3 : Effet des extraits de plantes sur la température à J4 des souris infectées par *P. berghei* durant la première série de test

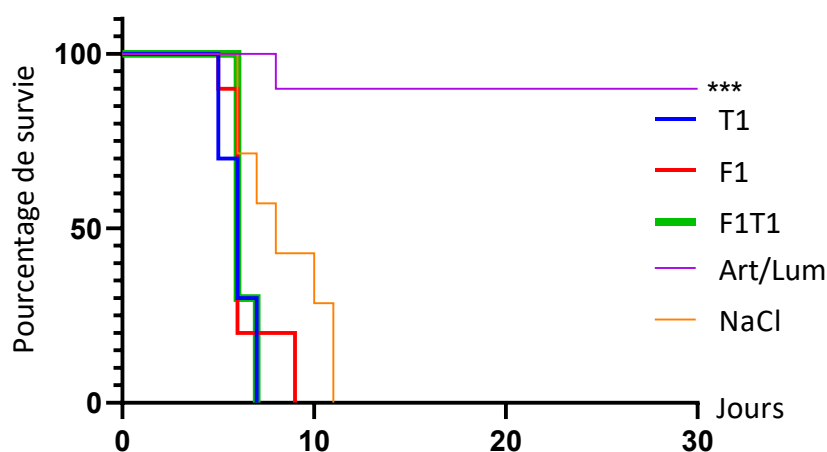
Substances (mg/Kg)	Moy±SD	% variation	p-value
NaCl (0,01 ml/g)	36,32°C±1,31	-	-
Art/Lum (10/60 mg/Kg)	37,73°C±0,48	3,87	0,7323
F1 (600 mg/Kg)	33,47°C±0,80	-7,86	0,0781
T1 (600 mg/Kg)	33,64°C±1,16	-7,36	0,0501
F1T1 (300+300 mg/Kg)	33,12°C±0,49	-8,82%	0,0301

(n = 10 ; Test de Dun : $p < 0,05$ significativité par rapport au NaCl, F1 = feuille, T1 = Ecorce de tige, F1T1 = Feuille+Ecorce de tige)

Tableau 4 : Mortalité des souris infectées par *P. berghei* durant la première série de test

Groupes		NaCl (0,01 ml/g)	Art/Lum	F1	T1	F1T1
Morts/Total (%Survivants)	Semaine 1	4/10 (60%)	0/10 (100%)	8/10 (20%)	7/10 (30%)	7/10 (30%)
	Semaine 2	6/6 (0%)	1/10 (90%)	2/2 (0%)	3/3 (0%)	3/3 (0%)
	Semaine 3	-	0/9 (90%)	-	-	-
	Semaine 4	-	0/9 (90%)	-	-	-
Nombre total de morts		10	1	10	10	10
Médiane de survie		8	-	6	6	6

(n = 10, F1 = feuille, T1 = Ecorce de tige, F1T1 = Feuille+Ecorce de tige)

**Figure 2 :** Courbe de survie des souris infectées par *P. berghei* durant la première série de test

(n = 10 ; Test de Logrank (Mantel-Cox) : *** $p < 0,05$ significativité par rapport au NaCl, F1 = feuille, T1 = Ecorce de tige, F1T1 = Feuille+Ecorce de tige)

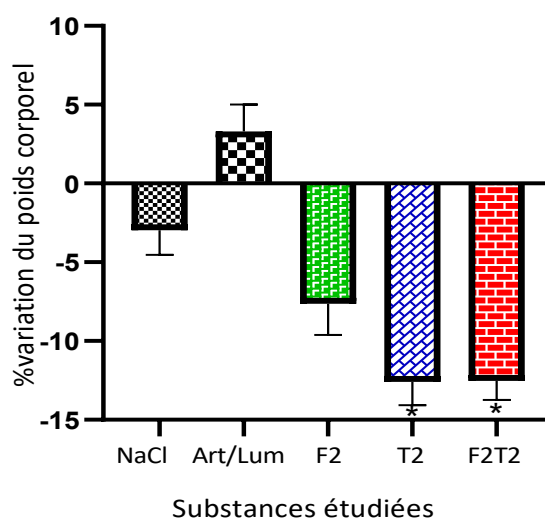
3.2. Test suppressif avec les extraits F2 et T2

Les animaux qui ont reçu les extraits isolés ont présenté une parasitémie plus faible que celle du témoin mais non significative avec des suppressions de parasitémie au-dessus de 25% (Tableau 5). Le mélange d'extrait a entraîné une plus grande suppression de parasitémie (55,01%) mais non significative par rapport au témoin. Les animaux des groupes traités par T2 et F2T2 ont présenté une baisse significative de poids corporel de J0 à J4 comparativement au témoin (Figure 3). On notait parallèlement une baisse non significative de la température des animaux traités avec les extraits comparativement au témoin (Tableau 6). Les lots essais et témoin ont présenté des morts au cours de l'étude (Tableau 7) avec des médianes de survie sensiblement identiques (Figure 4).

Tableau 5 : Effet des extraits de plantes sur la parasitémie à J4 des souris infectées par *P. berghei* durant la deuxième série de test

Substances (mg/Kg)	Moy±SD	% Suppression	p-value
NaCl (0,01 ml/g)	36,96±11,65%	-	-
Art/Lum (10/60 mg/Kg)	0,00±0,00	100,00%	<0,001
F2 (600 mg/Kg)	25,51±5,56%	28,26%	>0,9999
T2 (600 mg/Kg)	27,28±6,78%	23,28%	>0,9999
F2T2 (600+600 mg/Kg)	18,91±11,20%	55,01%	0,1739

(n = 10 ; Test de Dun : ***p<0,001 significativité par rapport au NaCl, F2 = feuille, T2 = Ecorce de tige, F2T2 = Feuille+Ecorce de tige)

**Figure 3 :** Effet des extraits de plantes sur le poids corporel des souris infectées par *P. berghei* de J0 à J4 durant la deuxième série de test

(n = 10 ; Test de Dunn : *p <0,05 significativité par rapport au NaCl, F2 = feuille, T2 = Ecorce de tige, F2T2 = Feuille+Ecorce de tige)

Tableau 6 : Effet des extraits de plantes sur la température à J4 des souris infectées par *P. berghei* durant la deuxième série de test

Substances (mg/Kg)	Moy±SD	% variation	p-value
NaCl (0,01 ml/g)	35,69°C±1,48	-	-
Art/Lum (10/60 mg/Kg)	37,31°C±0,70	4,54%	0,3019
F2 (600 mg/Kg)	34,58°C±1,48	-3,11%	>0,9999
T2 (600 mg/Kg)	34,86°C±1,07	-2,33%	>0,9999
F2T2 (600+600 mg/Kg)	35,14°C±1,62	-1,54%	>0,9999

(n = 10 ; Test de Dunn, F2 = feuille, T2 = Ecorce de tige, F2T2 = Feuille+Ecorce de tige)

Tableau 7 : Mortalité des souris infectées par *P. berghei* durant la deuxième série de test

Groupes	NaCl (0,01 ml/g)	Art/Lum	F2	T2	F2T2
Morts/Total (%Survivants)					
Semaine 1	5/10 (50%)	10/10 (100%)	8/10 (20%)	5/10 (50%)	6/10 (40%)
Semaine 2	5/5 (0%)	10/10 (100%)	2/2 (0%)	4/5 (10%)	1/4 (30%)
Semaine 3	-	10/10 (100%)	-	1/1 (0%)	3/3 (0%)
Semaine 4	-	10/10 (100%)	-	-	-
Nombre total de morts	10	0	10	10	10

Médiane de survie	6	-	6	6,5	6
-------------------	---	---	---	-----	---

(n = 10, F2 = feuille, T2 = Ecorce de tige, F2T2 = Feuille+Ecorce de tige)

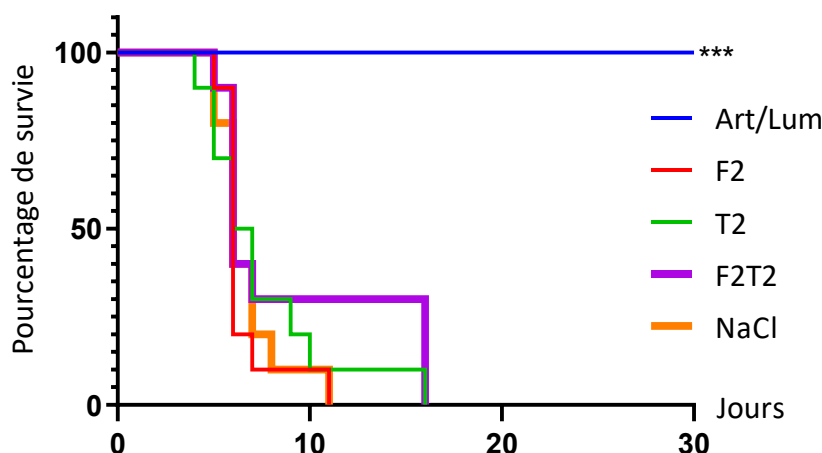


Figure 4 : Courbe de survie des souris infectées par *P. berghei* durant la deuxième série de test (n = 10 ; Test de Logrank (Mantel-Cox) : ***p<0,001 significativité par rapport au NaCl, F2 = feuille, T2 = Ecorce de tige, F2T2 = Feuille+Ecorce de tige)

3.3. Paramètres hématologiques et biochimiques

On note, une baisse de globules rouges, d'hémoglobine et d'hématocrite chez les souris témoins parasitées par rapport aux souris non parasitées (Tableau 8). Les souris parasitées et traitées avec les extraits de feuilles ont présenté également une baisse de globules rouges et d'hématocrite. Aucune variation significative n'a été observée avec la créatininémie et les transaminases entre les lots testés (Tableau 9).

Tableau 8 : Effet des extraits sur l'hématologie des souris infectées par *P. berghei*

Substances (mg/Kg)	GR (10 ⁶ /L)	Hb (g/dL)	Hte (%)
NaCl non parasité (0,01ml/g)	11,18±1,08	21,0±4,11	65,2±13,6
NaCl parasité (10mg/Kg)	4,18±1,98**	9,17±4,60**	21,4±11,3**
F2 non parasité (600mg/Kg)	10,75±0,85	18,0±2,86	55,5±8,4
F2 parasité (600mg/Kg)	7,83±0,95*	14,9±1,77	38,5±4,8*

(Moy±SD ; n = 6 ; Test de Dunn : *p <0,05 **p <0,01 significativité par rapport au témoin non parasité, F2= feuille)

Tableau 9 : Effet des extraits sur la biochimie des souris infectées par *P. berghei* durant troisième série de test

Substances (mg/Kg)	Créatinine (mg/L)	ASAT (UI/L)	ALAT (UI/L)
NaCl non parasité (0,01ml/g)	7,3±3,1	223,0±223,4	66,0±48,6
NaCl parasité (10mg/Kg)	5,0±0,0	127,0±0,0	58,0±0,0
F2 non parasité (600mg/Kg)	6,8±2,7	271,8±141,4	70,0±9,1
F2 parasité (600mg/Kg)	4,4±0,6	243,4±164,1	80,2±42,2

(Moy±SD ; n = 6 ; Test de Dunn)

4. Discussion

Cette étude fait suite à de précédents travaux réalisés au sein du même laboratoire, ayant mis en évidence un effet antiplasmodiale d'un extrait aqueux de feuilles de *A. cordifolia*, récoltés deux années auparavant en saison pluvieuse, sur le même site de récolte, évalué sur la même souche de *P. berghei*. La suppression de la parasitémie s'élevait à 91,6% [8].

Cette étude avait pour but d'élargir la recherche aux écorces de tiges et au mélange feuilles et écorces de tiges et de rechercher l'impact de la période de récolte sur l'effet de la plante.

Les différences quantitative et qualitative d'éléments chimiques dans les feuilles et les écorces de tige obtenues dans nos précédents travaux ont motivé la recherche d'une synergie ou d'un antagonisme du mélange d'extraits. Les résultats de phytochimie des extraits obtenus à partir des récoltes en saison sèche et en saison pluvieuse étaient très différents. La phytochimie avait montré de façon globale une quantification identique en composés chimiques révélés dans les deux organes. Cependant, une composition probablement plus riche de l'écorce de tige a été constaté. Les feuilles contiendraient des coumarines, flavonoïdes et des terpènes alors que l'écorce de tige contiendrait en plus des tanins et des stérols.

On constate que la parasitémie des animaux traités avec les extraits isolés de feuilles (46,99%) et d'écorces de tige (39,86%), et du mélange (39,94%), provenant de la récolte en saison sèche augmentent de façon importante, avec des valeurs au-dessus de celles du témoin quoique non significatives.

L'effet contraire est observé en saison pluvieuse, où la suppression de la parasitémie des extraits isolés, non significative par rapport au témoin, pouvait atteindre 28% avec les feuilles et 23% avec l'écorce de tige. Le mélange d'extraits a entraîné une hausse non significative de la suppression de la parasitémie atteignant 55%. Cette tendance pourrait résulter d'un effet dose ou d'une interaction favorable entre les deux extraits ; une étude dose-réponse et une analyse d'interaction seraient nécessaires pour conclure à une synergie.

En plus de la parasitémie, nous avons recherché sur le plan biologique l'effet des feuilles récoltées en saison pluvieuse sur des paramètres hématologiques et biochimiques. Car cet extrait a présenté le meilleur pourcentage d'inhibition de la parasitémie parmi tous les extraits isolés testés quand bien même l'effet n'était pas significatif. Alors que les animaux témoins parasités ont tous présenté une anémie, les résultats suggèrent un potentiel effet protecteur de l'extrait aqueux de feuilles récoltées en saison pluvieuse contre l'anémie associée à l'infection palustre expérimentale car les taux d'hémoglobine n'était pas significativement différent des animaux témoins non parasités. Quoique, des résultats obtenus sur un échantillon plus grand permettrait d'affirmer avec certitude ce résultat.

Sur le plan biochimique, aucune modification de la créatininémie et des transaminases n'a été observé. Les extraits de feuilles pourraient donc être bénéfiques dans la prévention de l'anémie palustre car les paramètres évalués sont meilleurs à ceux du témoin parasité. Alors que plusieurs plantes antiplasmodiales sont testées pour leur effet antianémique, nous n'avons retrouvé aucune étude dans la littérature évaluant l'effet protecteur d'une anémie de *A. cordifolia* chez des animaux parasités par *Plasmodium*. Cette étude pourrait servir de base pour explorer l'effet de *A. cordifolia* dans l'anémie observée au cours du paludisme.

Les données de parasitémies obtenues sont différentes d'une étude recensée sur les feuilles de *A. cordifolia* où l'extrait méthanolique avait mis en évidence une suppression de 54% [9].

Les extraits n'ont pas protégé les animaux des conséquences cliniques du paludisme. En effet, la chute du poids et la variation de la température ainsi que la baisse de la survie des animaux sont des indicateurs de la progression de la maladie chez la souris. L'exposition prolongée au parasite provoque une dégradation de ces paramètres cliniques incluant des troubles métaboliques pouvant conduire à la mort [15]. En comparant les chutes de température en saison sèche et pluvieuse, les chiffres semblent montrer que la chute de température est plus prononcée avec les extraits récoltés en saison sèche que ceux de la saison pluvieuse. Quant à l'évolution du poids corporel, les feuilles des saisons sèche et pluvieuse ne marquent pas de différences, tandis que la tige récoltée en saison pluvieuse, semble entraîner une perte de poids près 10 fois plus importante. Aucun des extraits de feuilles ou de tige n'a pu réduire la progression clinique de la maladie ayant conduit à la mort des animaux de l'étude. Comparativement à une étude menée dans le même laboratoire, on notait une perte de poids corporel identique à celle du témoin avec une conservation de la température et un taux de survie meilleure au témoin [8]. Toutefois, cette conclusion quant à l'absence de protection clinique des extraits de l'étude doit rester prudente en raison de la variabilité importante de certains paramètres et de l'absence d'étude toxicologique complète sur les écorces de tige et le mélange d'extraits.

De façon générale, les résultats font ressortir de grands écarts entre les drogues récoltées en saison sèche et pluvieuse sur l'évaluation de la parasitémie. Ces écarts observés pourraient s'expliquer par la différence de composition chimique [16]. Cependant, les études présentant un effet antiplasmodiale de *A. cordifolia* ne fournissent aucune donnée sur l'empreinte chromatographique des extraits. Ces données sont d'une importance cruciale sachant que la période de récolte, le climat, le lieu et la nature du sol constituent en réalité des facteurs importants à la base des variations de la nature des composés chimiques et donc de l'effet antiplasmodiale [11].

Les résultats ne permettent pas de valider un effet antipaludique curatif de *A. cordifolia* dans ce modèle, mais ils ouvrent une perspective intéressante sur son potentiel effet adjuvant dans la prévention ou l'atténuation de l'anémie palustre. Les futures études devraient intégrer une caractérisation phytochimique approfondie, notamment par chromatographie, la recherche de marqueurs d'activité tels que l'acide ellagique, une étude dose-réponse, une évaluation toxicologique et une analyse mécanistique des effets hématologiques observés.

5. Conclusion

Les extraits isolés ou combinés n'ont présenté aucun effet antipaludique significatif. Cependant, selon les saisons, les extraits de feuilles et de tiges de *Alchornea cordifolia* pourraient augmenter ou réduire la parasitémie, justifiant en partie la variabilité de la réponse thérapeutique en médecine traditionnelle. Toutefois les extraits des feuilles récoltées en saison pluvieuse possèderaient un effet bénéfique significatif sur l'anémie palustre. Cette étude pourrait servir de base pour explorer l'effet de *A. cordifolia* dans l'anémie observée au cours du paludisme. Des études ultérieures devraient être menées pour identifier les caractères phytochimiques, et les conditions édaphiques nécessaire pour obtenir un extrait à effet inhibiteur significatif sur la parasitémie, et antianémique. Une variabilité des effets entre les drogues récoltées en saison sèche et pluvieuse nécessite de trouver un marqueur afin d'aboutir à une standardisation des extraits de *A. cordifolia*.

References

1. Willcox M and Bodeker G. Clinical trials of traditional herbal medicines for treating malaria. Focus Altern. Complementary Ther. 2005;10(1): 27-28. <https://doi.org/10.1211/fact.10.1.0014>
2. Organisation Mondiale de Santé (OMS) : Stratégie de l'OMS pour la Médecine Traditionnelle pour 2002-2005. OMS. 2002 : 1-78.
3. Organisation Mondiale de Santé (OMS). Malaria. 2025. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malaria>
4. Alliance des dirigeants africains contre le paludisme. Rapport d'étape sur le paludisme : Bilan 2022 de l'Union africaine sur le paludisme. 2023 : 1-16.
5. Balikagala B, Fukuda N, Ikeda M, Katuru OT, Tachibana SI, Yamauchi M, Opio W, Emoto S, Anywar DA, Kimura E, Palacpac N, Odongo Aginya EI, Ogwang M, Horii T, Mita T. Evidence of artemisinin-resistant malaria in Africa. New Engl. J. Med. 2021;385:1163-1171. <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2101746>
6. Asase A and Asafo-Agyei T. Plants used for treatment of malaria in communities around the Bobiri forest reserve in Ghana. J Herbs, Spices Med. Plants. 2011;17(2): 85-106. <https://doi.org/10.1080/10496475.2011.581132>
7. Banzouzi JT, Prado R, Menan H, Valentin A, Roumestan C, Mallie M, Pelissier Y, Blache Y. In vitro antiplasmodial activity of extracts of *Alchornea cordifolia* and identification of an active constituent: ellagic acid. J Ethnopharmacol. 2002;8:399-401. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(02\)00121-6](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(02)00121-6)
8. Ouattara MN. Evaluation de l'activité antipaludique *in vivo* d'extraits de *Alchornea cordifolia* (Euphorbiaceae), *Enantia polycarpa* (Annonaceae) et *Terminalia glaucescens* (Combretaceae) chez des souris de laboratoire. [Thèse]. Université Félix Houphouët-Boigny. 2023
9. Nnamdi A, Ettebong E, Koofreh D. Antiplasmodial and antioxidant activities of methanolic leaf extract and fractions of *Alchornea cordifolia*. J Herbmec Pharmacol. 2017;6(4): 171-177.
10. Ezeokeke EE, Ene AC, Igwe CU. In Vivo Anti-Plasmodial Effect of Ethanol and Aqueous Extracts of *Alchornea cordifolia*. Biochem Anal Biochem. 2015;4(4): 1-4. <https://doi.org/10.4172/2161-1009.1000221>
11. Figueiredo AC, Barroso JG, Pedro LG, Scheffer JJ. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. Flavour and Fragrance Journal. 2008; 23(4), 213-226. <https://doi.org/10.1002/ffj.1875>
12. Vuuren SV, Viljoen A. Plant-Based Antimicrobial Studies - Methods and Approaches to Study the Interaction between Natural Products. Planta Med. 2011; 77, 1168-1182. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1250736>
13. Wolfle TL. Institute of Laboratory Animal Resources (ILAR). Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. National Academy Press Washington. 1996;7: 287.
14. Peters W, Portus JH, Robinson BL. The chemotherapy of rodent malaria, XXII. Annals of Tropical Medicine & Parasitology. 1975;69(2): 155-171. <https://doi.org/10.1080/00034983.1975.11686997>

15. Aghahowa S, Okolocha K. Comparative effects of parenteral antimalarials in Swiss albino mice after chronic exposure to *Plasmodium berghei*. *Animal Model Exp Med*. 2018;25;1(3): 235–241. <https://doi.org/10.1002/ame2.12029>
16. Chinsebu KC. Plants as antimalarial agents in sub-saharan Africa. *Acta Trop*. 2015;152: 32-48. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.08.009>