

# Etudes des Propriétés Pharmacologiques du Fruit de *Tamarindus indica* Linn, Utilisé comme Laxatif et Antipaludique en Médecine Traditionnelle

## Pharmacological Properties of *Tamarindus indica* Linn. Fruit used as a Laxative and Antimalarial in Traditional Medicine

Sylvain Ouédraogo<sup>2\*</sup> • Félix Kini<sup>2</sup> • Maminata Traoré-Coulibaly<sup>3</sup> • Aristide Traore<sup>2</sup> • Labarabonon Benjamin Tinguéri<sup>1</sup> • Innocent Pierre Guissou<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> UFR/Sciences de la Santé, Université de Ouagadougou BP 7047 Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>2</sup> Institut de Recherche en Sciences de la Santé BP 7192 Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>3</sup> Direction Régionale de l'Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS-DRO), BP 545 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Auteur correspondant: \* [osylvin@yahoo.fr](mailto:osylvin@yahoo.fr)

### RESUME

Les auteurs rapportent les résultats d'une étude qui a porté sur la mise en évidence des propriétés spasmolytiques et antiplasmodiques de *Tamarindus indica* Linn. L'étude phytochimique préliminaire révèle la présence de groupes chimiques présentant un intérêt certain sur le plan pharmacologique. Les résultats indiquent bien que l'extrait de la pulpe de fruit de *T. indica* provoque un effet spasmolytique sur l'intestin isolé de rat. L'extrait agit par un mécanisme mixte, neurotrope par inhibition des récepteurs muscariniques, et musculotropes par inhibition de l'activité du BaCl<sub>2</sub>. Par ailleurs l'activité antiplasmodique du décocté aqueux montre bien une activité inhibitrice certaine de la pulpe du fruit de *T. indica* sur *Plasmodium berghei*. Les doses efficaces 50 et 90% (DE<sub>50</sub>, DE<sub>90</sub>) sont: DE<sub>50</sub> = 97,67 mg/kg; DE<sub>90</sub> = 268,08 mg/kg. Il a été conclut que cette étude du potentiel thérapeutique d'extraits de la pulpe de fruit de *T. indica* a aboutit ainsi à la mise en évidence d'une activité antispasmodique du macéré aqueux et de l'activité antiplasmodique du décocté aqueux de tamarin; ces propriétés pourraient expliquer son usage traditionnel.

### ABSTRACT

This study highlights the spasmolytic and antiplasmodic properties of *Tamarindus indica* Linn fruit extracts. A preliminary phytochemical study revealed the presence of chemical groups being of unquestionable interest at the pharmacological level. The extract of *T. indica* fruit pulp, which had a spasmolytic effect on isolated rat intestine, acted by a mixed mechanism: neurotropic by inhibition of the muscarinic receptor, and musculotropic by inhibition of BaCl<sub>2</sub> activity. In addition, the antiplasmodic activity of the aqueous extract of *T. indica* fruit showed unquestionable inhibitory activity on *Plasmodium berghei*. The inhibitory doses at 50 and 90% (ID<sub>50</sub>, ID<sub>90</sub>) were: ID<sub>50</sub> = 97.67 and ID<sub>90</sub> = 268.08 mg/kg. This study of the therapeutic effects of *T. indica* fruit extracts highlights the antispasmodic and antiplasmodic activities of the aqueous extract of this drug. These properties could explain its traditional use.

**Keywords:** aqueous extract, *Plasmodium berghei*, rat intestine, spasmolytic

**Mot clés:** extrait aqueux, intestin de rats, *Plasmodium berghei*, spasmolytique

### INTRODUCTION

De nombreuses maladies (paludisme, VIH/sida, tuberculose, etc.) demeurent une menace majeure pour la santé et constituent un obstacle au développement socio-économique des individus, des communautés et des nations surtout en Afrique subsaharienne. Cela est d'autant plus préoccupant que les personnes les plus exposées sont de moins en moins capables de s'offrir un traitement approprié par la médecine moderne. C'est alors que la phytothérapie, qui était en passe de jouer un second rôle, s'affirme et se présente comme une alternative évidente à côté de la médecine moderne.

En effet on considère à l'heure actuelle que près de 80% de la population africaine a recours aux plantes qui l'entourent pour se soigner (Pousset 2004). Plusieurs plantes connaissent une utilisation thérapeutique traditionnelle sans toute fois bénéficier de supports scientifiques nécessaires à la promotion des recettes traditionnelles.

*Tamarindus indica*. Linn (Caesalpinaceae), est une plante dont toutes les parties, en particulier les fruits sont

largement employés. Les fruits et les feuilles de la plantes sont utilisés en alimentation comme acidulant et dans la fabrication de boissons de rafraîchissement (Nacoulma 1996; Fandohan 2007; Jama *et al.* 2008). Une revue récente de la littérature révèle une soixantaine de travaux portant sur *T. indica* dans le contexte africain (Havinga *et al.* 2010). Cette revue rappelle une place plus importante pour les fruits qui sont utilisés comme laxatif et contre les gastrites au Bénin et au Burkina Faso (Nacoulma 1996; Tapsoba et Deschamps 2006; Fandohan 2007), et/ou febrifuge et antipaludique (Nacoulma 1996; Asase *et al.* 2005; Norscia et Borgognini-Tarli 2006; Fandohan 2007). En outre la plante aurait des vertus thérapeutiques sur la dysenterie, l'ictère et les schistosomiasis (Kobayashi *et al.* 1996; Ferrare 2005; Bah *et al.* 2006).

L'exploration scientifique de ses vertus pourrait être intéressante, en offrant à la médecine traditionnelle des éléments de support à même de corroborer, améliorer ou orienter ces pratiques traditionnelles. Plusieurs études ont rapporté les propriétés biologiques du fruit de *T. indica*. Dabur

*et al.* (2007) ont montré une activité antibactérienne de la pulpe entre 75-1200 µg/ml. Il jouerait un rôle dans la baisse de la lipidémie et de la cholestérolémie, et induit une baisse de la pression artérielle sanguine (Iftekhar *et al.* 2006; Martinello *et al.* 2006; Landi Librandi 2007). Les polyphénols extraits de la pulpe induiraient également une baisse du stress oxydatif (Martinello *et al.* 2006; Aengwanich et Sut-tajit 2010).

Par ailleurs les travaux de Silva *et al.* (2009) ont montré que la pulpe de *T. indica* est dénué de toute propriété génétoxicque et ce jusqu'à la dose de 2 g/Kg de poids corporel en administration orale.

C'est dans cette optique de valorisation de la médecine/pharmacopée traditionnelle au profit de la Santé que s'inscrit la présente étude dont le but est de mettre en évidence le potentiel thérapeutique des extraits de la pulpe de fruit de *Tamarindus indica* Linn (Caesalpinaceae). Il s'est agi de faire une analyse phytochimique des extraits, puis d'étudier *in vitro*, sur intestin isolée de rat Wistar l'activité du macéré aqueux, et chez la souris NMRI infestée par *Plasmodium berghei*, l'activité antiplasmodique de ces extraits.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel végétal

Il est constitué par les fruits de *T. indica* que nous avons récoltés aux mois de Mai et Juin 2004 dans une localité située à 70 Km de Ouagadougou (zone de savane).

Les gousses sèches de tamarin ont été conservées à la température ambiante à l'abri du soleil, de la poussière et de l'humidité. Ces fruits sont débarrassés de leurs épicalpes puis concassés au moment de leur utilisation.

### Matériel animal

Il est constitué par les rats males et femelles de souche Wistar pesant entre 150 et 200 grammes, mis à jeun 12 à 18 heures avant utilisation. Ces rats fournis par l'animalerie du Centre International de Recherche-Développement de l'Élevage en zone Sub-humide (CIRDES) sont élevés à l'animalerie de l'IRSS (température 23-25°C, humidité relative d'environ 75%). Ils sont artificiellement soumis à une obscurité diurne et à un éclairage nocturne. Ils sont nourris aux granulés alimentaires à 29% de protéines provenant de l'antenne régionale de l'Ouest du Projet de développement des animaux villageois (PDAV) de Bobo Dioulasso au Burkina Faso.

### Préparation des extraits

#### 1. Extraction par épuisement pour le criblage chimique

Les extraits sont obtenus par extraction continue au Soxhlet avec des solvants de polarité croissant. 20 g de pulpe sont épuisés successivement avec du dichlorométhane puis avec de l'éthanol 80% et enfin avec de l'eau distillée. Les différents extraits obtenus sont utilisés pour la recherche des principes actifs (alcaloïdes, flavonoïdes, anthocyanosides, tanins, coumarines, anthraquinones, saponosides, stérols et triterpènes).

#### 2. Préparation du macéré aqueux

Pour les tests pharmacologiques seuls des extraits aqueux ont été réalisés. Préparation du macéré aqueux 500 g de gousses de tamarin sont mises dans 3 l d'eau distillée et laissée macérer à la température ambiante pendant environ 21 heures, puis filtré à deux reprises sur du tissu nylon. Après centrifugation à 2000 tours/min pendant 5 minutes; le surnageant recueilli est de 1995 ml. 10 ml de ce surnageant aqueux sont prélevés pour la détermination du rendement de l'extrait.

#### 3. Préparation du décocté aqueux

500 grammes de gousses de tamarin sont mises dans 2,5 l d'eau distillée puis portée à ébullition pendant 30 minutes puis refroidis.

On ajoute 1 l d'eau distillée pour diluer l'extrait afin de faciliter la filtration qui est effectuée à deux reprises sur du tissu nylon.

Le filtrat est ensuite centrifugé à 2000 tours/min pendant 5 minutes puis le surnageant est récupéré. 1600 ml de surnageant ont été obtenus dont 5 ml ont été prélevés pour la détermination du rendement du décocté aqueux.

### Recherche des principes actifs

Le criblage phytochimique vise à mettre en évidence les différents groupes chimiques présents dans la drogue végétale. Les tests de caractérisation sont effectués selon le protocole de Ciulei (1982) et selon la méthode de Wagner (1997).

### Recherche de l'activité antispasmodique

Principe: Le principe est basé sur celui de Magnus (1904). Il consiste à rechercher l'effet de l'extrait sur l'intestin isolé de rat. Cette activité est mise en évidence en présence de contracturant de référence (acétylcholine et chlorure de baryum) en testant des doses non cumulées. Des substances antispasmodiques (atropine et papavérine) ont été étudiées dans les mêmes conditions comme référence.

Les essais consistent à rechercher l'effet d'une dose unique de produit à tester sur les contractions provoquées par l'acétylcholine et chlorure de baryum. Ces essais sont précédés du test préliminaire de l'activité du macéré aqueux sur les contractions spontanées du duodénum de rat. L'inhibition de contraction est mesurée en faisant la différence entre les hauteurs des pics de contraction.

### Recherche de l'activité antiplasmodique

Dans le cadre de cette étude nous avons utilisé des souris de souche NMRI. Ce sont des souris de type albinos généralement utilisées comme animal d'expérimentation dans diverses disciplines biomédicales, en particulier en pharmacologie et en toxicologie (Rahman *et al.* 1999; Sauvain *et al.* 2000).

Elles ont été tabulées dans les mêmes conditions d'alimentation, de température (25°C), d'humidité, d'aération, de ventilation et d'éclairage tout au long de l'étude ainsi qu'en veillant au mieux lors des tests, au respect du principe d'homogénéité des lots (âge, sexe, poids, génération, souche, espèce, race). Ces souris proviennent de l'animalerie du Centre International de Recherche-Développement de l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES).

#### 1. Parasites utilisés

La souche ANKA de *Plasmodium berghei* fournie par l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (Belgique) au Laboratoire de Parasitologie-Entomologie du Centre Muraz/IRSS de Bobo est conservée *in vivo* par ré-infestation continue de souris (7 passages maximum) ou dans de l'azote liquide.

#### 2. Test pharmacologique

Les tests sont faits selon une technique adaptée du protocole de (Peters *et al.* 1975) ou «classical 4-day suppressive test» qui reste le test de référence pour l'étude d'activité antiplasmodique *in vivo*. Le test pharmacologique a consisté à administrer en intra péritonéale (IP) des doses uniques quotidiennes et croissantes d'extrait de plante à différents lots de souris, et à vérifier l'activité antiplasmodique à travers l'inhibition parasitaire et ce, par rapport aux lots témoins. La détermination de la dose efficace 50% (DE<sub>50</sub>) et de l'index thérapeutique de l'extrait permettra d'apprécier son activité antiplasmodique.

Les tests ont été réalisés sur des souris NMRI ayant un poids variant entre 30 et 40 ± 2 g et soumises dans les mêmes conditions de diète (24 heures), de température et d'éclairage pendant toute la durée de l'expérience.

Des lots de quatre souris de poids à peu près égal dont un lot témoin sont constitués selon les doses à administrer aux animaux.

Chaque souris reçoit approximativement à J<sub>0</sub> en IP 10<sup>7</sup> érythrocytes parasités obtenus par dilution, avec du NaCl 0,9%, de sang parasité de souris préalablement infestées par le *P. berghei*. Le volume de globules rouges parasités (GRP) à injecter à chaque

souris est de 0,2 mL.

Les animaux sont mis à la diète 24 heures avant le test.

Dans les 2 heures post-infestation, les souris des lots tests reçoivent par voie IP, en plus 0,2 ml d'extrait de *T. indica* dilué avec de l'eau Pour Préparation Injectable (eau PPI). Les souris du lot témoin reçoivent par voie IP, 0,2 ml d'eau PPI.

Les différentes doses sont administrées une seule fois dans la journée.

De J<sub>1</sub> à J<sub>3</sub>, précisément à 24 heures, 48 heures et 72 heures post-infestation, on répète par la même voie les mêmes doses quotidiennes aux souris.

A J<sub>4</sub>, c'est à dire 96 heures post-infestation, les frottis sanguins sont réalisés en prélevant le sang à partir du bout de la queue de chaque souris.

Les lames sont séchées, fixées au méthanol, colorées au Field et la lecture de la parasitémie est faite au microscope. La réduction de la parasitémie dans chaque lot test est appréciée par rapport au témoin.

Le pourcentage de réduction de la parasitémie est donné par la formule suivante (Balcouma 1999):

$$\text{Pourcentage de réduction de la parasitémie} = (P_0 - P) \times 100/P_0$$

P<sub>0</sub> = Parasitémie moyenne du lot témoin

P = Parasitémie moyenne du lot test.

## Analyse des résultats

L'activité antispasmodique du macéré aqueux de tamarin sera appréciée, après mesure des inhibitions de contraction et calcul des pourcentages d'inhibition afférentes, par la détermination graphique des CI<sub>50</sub> à l'aide du logiciel Pad Graph Prism.

L'activité antiplasmodique des extraits sera déterminée par lecture des parasitémies et calcul des pourcentages de réduction de la parasitémie en fonction des doses d'extraits. Le logiciel EPI INFO 6 version 4.2 va permettre de comparer les pourcentages de réduction parasitaire des extraits.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Etude phytochimique

Le criblage phytochimique à travers les réactions de caractérisation et la CCM, a permis la mise en évidence des stérols et/ou tri terpènes, les anthracénosides, les acides organiques, les pectines, les composés réducteurs, les anthocyanes, les glucides ainsi que des substances apparentées aux caroténoïdes (Tableau 1).

D'autres auteurs ont mis en évidence dans les fruits de *T. indica* des acides organiques (Benigni 1956), des anthocyanes (Lewis 1956), des glucides (Hassan 1978), des pectines (Savur 1956; Roy 1989; Gidley 1991).

Nos résultats montrent en plus des groupes signalés par ces auteurs, la présence dans les extraits de fruit de *T. indica*, des stérols/triterpènes ainsi que des anthraquinones.

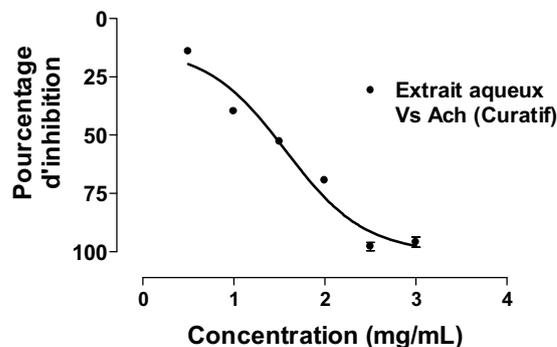
Ces deux groupes chimiques présentent un intérêt certain sur le plan pharmacologique. Les antipaludiques d'origine végétale largement utilisés de nos jours appartiennent aux groupes des alcaloïdes, des composés phénoliques, de terpenoïdes et d'anthracénosides. En effet l'activité antispasmodique de nombreuses molécules isolées appartenant au groupe des terpènes a été démontrée. On peut citer le cas de l'artémisinine et ses dérivés artéméthér, artéether et artésunate; la cynaropicrine, la parthénine, et les quassinoides qui sont des triterpénoïdes. La présence de terpenoïdes et de dérivés anthracénosides dans nos extraits pourrait expliquer l'activité antiplasmodique observée vis à vis de *P. berghei* chez la souris.

Le dosage des acides organiques a permis d'obtenir un pourcentage moyen de 21.6% d'acides organiques en équivalent d'acide tartrique dans les extraits aqueux. Ce pourcentage est supérieur à ceux trouvés par (Nacoulma 1996) qui était compris entre 8 et 18% et par (Bruneton 1993) qui était de 10 à 15% dans la pulpe du mésocarpe du fruit de *T. indica*.

**Tableau 1** Groupes chimiques identifiés dans l'extrait de la pulpe de tamarin et leur abondance relative

Groupes chimiques	Extrait au dichloro-méthane	Extrait hydro-alcoolique	Extrait aqueux
Stérols et Terpènes Caroténoïdes	+++		
Anthracénosides	+++		
Pectines		++	+++
Anthocyanes			+++
Acides organiques			++
Glucosides			+++

Très abondant + + +, abondant ++, présent: +



**Fig. 1** Effet concentration-réponse d'une administration de l'extrait aqueux de *T. indica* sur les contractions de l'intestin isolé de rat induites par l'acétylcholine (Ach). Chaque point représente la moyenne et l'écart type ( $\pm$  SEM) (n = 5-6 essais).

Les acides organiques présentent une double implication, sur le plan nutritionnel et sur le plan thérapeutique. En effet, au niveau du tube digestif, l'acidité favorise la fragmentation et la dégradation des macronutriments tel les glucides, les lipides, et les protéines en molécules plus petites assimilables par action directe sur ces macronutriments et par action indirecte via une activation de la pepsinogène en pepsine active, facilitant ainsi la digestion des protéines. Cependant les propriétés acidifiantes des acides organiques constituent un facteur d'aggravation chez un patient potentiellement ulcéreux.

### Etude pharmacologique

#### 1. Effet antispasmodique

La Fig. 1 présente la courbe d'inhibition du macéré aqueux de *T. indica*, sur les contractions induites par l'acétylcholine à la concentration de 0,90  $\mu$ g/ml tandis que la Fig. 2 présente la courbe d'inhibition du macéré aqueux de *T. indica*, sur les contractions induites par le chlorure de baryum à la concentration de 0,25 mg/ml.

Ces résultats indiquent bien que l'extrait de la pulpe du fruit de *T. indica* a un effet spasmolytique sur l'intestin isolé de rat. L'extrait agit par un mécanisme mixte, neurotrophe par inhibition des récepteurs muscariniques, et musculotropes par inhibition de l'activité du BaCl<sub>2</sub>. En raison de leur propriétés laxatives par effet spasmogène (Kerharo 1974; Adjanohoun *et al.* 1986; Nacoulma 1996), les acides organiques, les pectines et les anthracénosides ont un impact sur le fonctionnement de l'intestin. C'est ce phénomène qui a été observé par Souza et Aka (2007) qui ont montré une activité spasmogène d'extrait de fruit de *T. indica* chez le cobaye. Par ailleurs les composés chimiques de *T. indica*, comme les flavonoïdes et les glycosides qui auraient une activité spasmolytique dans les muscles lisses comme l'iléum (Ko *et al.* 2003) pourraient expliquer nos résultats sur le fragment d'intestin de rat. Notamment une relaxation des sphincters peut être envisagée pour expliquer en parti les propriétés laxatives de *T. indica*. Ces résultats sur les spasmes intestinaux corroborent ainsi l'usage traditionnel décrit par certains auteurs (Nacoulma 1996; Tapsoba et

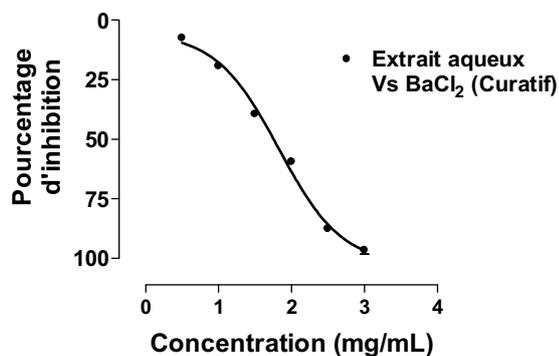


Fig. 2 Effet concentration-réponse d'une administration de l'extrait aqueux de *T. indica* sur les contractions de l'intestin isolé de rat induites par le Chlorure de Baryum ( $\text{BaCl}_2$ ). Chaque point représente la moyenne et l'écart type ( $\pm$  SEM) ( $n = 5-6$  essais).

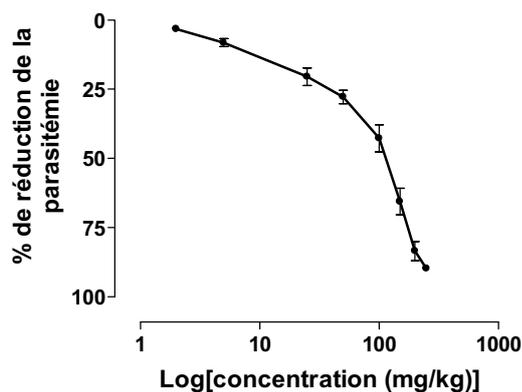


Fig. 3 Effet dose-réponse d'une administration de l'extrait aqueux de *T. indica* sur la parasitémie chez la souris infectée par *Plasmodium berghei*. Chaque point représente la moyenne et l'écart type ( $\pm$  SEM) ( $n = 6$  essais).

Deschamps 2006; Fandohan 2007).

## 2. Effet antiplasmodique

L'activité antiplasmodique du décocté aqueux est appréciée par rapport à la réduction de la parasitémie en fonction des doses croissantes d'extraits testés en comparaison au témoin. Les résultats montrent une activité antiplasmodique certaine de la pulpe de fruit de *T. indica* (Fig. 3).

Les doses efficaces 50 et 90% ( $\text{DE}_{50}$ ,  $\text{DE}_{90}$ ) sont:  $\text{DE}_{50} = 97,67$  mg/kg;  $\text{DE}_{90} = 268,08$  mg/kg.

Avec les doses croissantes de décocté aqueux de *T. indica* il apparaît une augmentation progressive du pourcentage de réduction parasitaire qui part de 8,26% à la dose de 5 mg/kg à 83,52% à la dose de 200 mg/kg. Cela témoigne d'un effet dose dépendant.

Le Tableau 2 présente les pourcentages de réduction parasitaire à la dose de 5 mg/kg, les  $\text{DE}_{50}$  et l'index d'activité relatif du décocté aqueux de tamarin par rapport à la chloroquine.

La  $\text{DE}_{50}$  est plus élevée que celle de la chloroquine qui est de 0,90 mg/kg ainsi que celles de l'artéméthér (5 à 8 mg/kg selon O'Neil *et al.* 1999) et de la méfloquine qui est de 25 mg/kg d'après les études de Xy *et al.* (1992). Elle est quasiment égale à la  $\text{DE}_{50}$  de la tisane composée Saye qui est de 95,78 mg/kg d'après les études de Diallo et Traoré (2004, 2007).

Tableau 2 Pourcentages de réduction parasitaire à la dose de 5 mg/kg,  $\text{DE}_{50}$  et coefficient d'activité comparé du décocté aqueux de tamarin par rapport à la chloroquine.

	% réduction parasitaire à 5 mg/kg	$\text{DE}_{50}$ (mg/kg)	Index d'activité par rapport à la chloroquine	Index thérapeutique
Décocté	8,26 $\pm$ 3,56	97,67	108,52	27,13
Chloroquine	98,71 $\pm$ 2,36*	0,90	1	--

\*différence significative par rapport au décocté selon le test-t de student ( $P < 0.01$ )

L'index d'activité du décocté par rapport à la chloroquine ( $\text{DE}_{50}$  décocté/ $\text{DE}_{50}$  chloroquine) est égal à 108,52.

Selon le classement effectué par Sauvain *et al.* (2000), sont considérés comme extraits à activité antiplasmodique bonne les extraits qui, à la dose de 250 mg/kg/jour, entraînent une réduction de la parasitémie égale ou supérieure à 50%. A la dose de 200 mg/kg, le décocté aqueux de tamarin entraîne une réduction de la parasitémie de 83,52%. De plus les lots de souris traitées à cette dose survivent à l'infestation initiale plusieurs semaines après la mort des souris des lots témoins infestés mais non traités. Le décocté aqueux de tamarin présente donc une bonne activité antiplasmodique. Ces résultats justifieraient, en partie du moins, l'usage traditionnel de parties de cette plante en Médecine traditionnelle dans certaines région de l'Afrique contre le paludisme (Nacoulma 1996; Asase *et al.* 2005; Norscia et Borgognini-Tarli 2006; Fandohan 2007).

## CONCLUSION

Cette étude du potentiel thérapeutique des extraits de la pulpe du fruit de *Tamarindus indica* Linn. a révélé des groupes chimiques intéressants sur le plan pharmacologique, une activité antispasmodique du macéré aqueux et une activité antiplasmodique du décocté aqueux.

L'étude phytochimique a permis de mettre en évidence la présence des anthracénosides, des terpènes/stérols, des pectines et des acides organiques dans les extraits de la pulpe de tamarin. La présence des terpénoïdes pourrait expliquer l'activité antiplasmodique. Le décocté aqueux, forme traditionnelle la plus utilisée, présente une bonne activité antiplasmodique conformément au classement de Sauvain *et al.* (2000). Son index thérapeutique ( $\text{DL}_{50}/\text{DE}_{50}$ ) de 27,13 traduit une bonne maniabilité du décocté aqueux de tamarin, toute chose qui sera bénéfique pour l'utilisateur.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a pu se conduire grâce à une subvention du Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI), Ottawa, Canada sur les fruitiers sauvages au Burkina Faso. Que cette structure reçoive la profonde gratitude des auteurs.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adjanohoun EJ, Ahyi MRA, Assi LA, Akpagana K, Chibon P, Hadji AAL, Eyme J, Garba M, Gassita JN, Gbeassor M, Goudote E, Guiiko S, Hodouto KK, Hounnon P, Keita A, Keoula Y, Kluga-Ocloo WP, Lo I, Siamevi KM, Taffame KK (1986) Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques au Togo. *Collection Médecine Traditionnelle et Pharmacopée*, Agence de Coopération Culturelle et Technique, Paris 671 pp
- Aengwanich W, Suttajit M (2010) Effect of polyphenols extracted from tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed coat on physiological changes, heterophyll/lymphocyte ratio, oxidative stress and body weight of broilers (*Gallus domesticus*) under chronic heat stress. *Animal Science Journal* **81** (2), 264-270
- Asase A, Oteng-Yeboah AA, Odamtten GT, Simmonds MSJ (2005) Ethnobotanical study of some Ghanaian anti-malarial plants. *Journal of Ethnopharmacology* **99**, 273-279
- Bah S, Diallo D, Dembele S, Paulsen BS (2006) Ethnopharmacological survey of plants used for the treatment of schistosomiasis in Niono District, Mali. *Journal of Ethnopharmacology* **105**, 387-399
- Balcouma P (1999) Activité antiplasmodique de *Cochlospermum tinctorium* (Cochlospermaceae). Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Bamako, 99 pp
- Bruneton J (1993) *Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes Médicinales* (2<sup>ème</sup> Ed), Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, 24 pp
- Ciulei I (1982) Methodology for analysis of vegetable drug. In: *Practical Manual on Industrial Utilization of Medicinal and Aromatic Plants*, Ministry of

- Chemical Industry, Bucharest, pp 16-27
- Diallo A** (2004) Eude *in vivo* de l'activité antiplasmodique des extraits aqueux de la tisane composée Saye chez la souris NMRI infestée par *Plasmodium berghei*. Thèse de doctorat en Pharmacie, Ouagadougou, 108 pp
- Dabur R, Gupta A, Mandal TK, Singh DD, Bajpai V, Gurav AM, Lavekar GS** (2007) Antimicrobial activity of some Indian medicinal plants. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines* **4** (3), 313-318
- Fandohan AB** (2007) Structure des populations et importance socio-culturelle du tamarinier (*Tamarindus indica* L.) dans la commune de Karimama (Bénin). *Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi* (UAC), Bénin, 60 pp
- Ferrara L** (2005) Antioxidant activity of *Tamarindus indica* L. *Ingredienti Alimentari* **4** (6), 13-15
- Hildebert W, Sabine B** (1996) *Plant Drug Analysis: Thin Layer Chromatography* (2<sup>nd</sup> Edn), Springer-Verlag, Munich, 384 pp
- Kobayashi A, Adenan ML, Kajiyama SI, Kanzaki H, Kawazu K** (1996) A cytotoxic principle of *Tamarindus indica*, di-*n*-butyl malate and the structure-activity relationship of its analogues. *Journal of Biosciences* **51** (3-4), 233-242
- Giroud JP, Mathé G, Meyniel G** (1988) *Pharmacologie Clinique: Bases de la Thérapeutique* (2<sup>ème</sup> Ed), Expansion Scientifique Française, Paris, 1823 pp
- Havinga RM, Hartl A, Putscher J, Prehler S, Buchmann C, Vogl CR** (2010) *Tamarindus indica* L. (Fabaceae): patterns of use in traditional African medicine. *Journal of Ethnopharmacology* **127** (3), 573-588
- Iftekhhar AS, Rayhan I, Quadir MA, Akhteruzzaman S, Hasnat A** (2006) Effect of *Tamarindus indica* fruits on blood pressure and lipid-profile in human model: an *in vivo* approach. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* **19** (2), 125-129
- Jama BA, Mohamed AM, Mulatya J, Njui AN** (2008) Comparing the "Big five": a framework for the sustainable management of indigenous fruit trees in the drylands of East and Central Africa. *Ecological Indicators* **8**, 170-179
- Kerharo J, Adam JG** (1974) *La Pharmacopée Sénégalaise Traditionnelle: Plantes Médicinales et Toxiques*, Ed. Vigot frères, Paris, 310 pp
- Ko WC, Liu PY, Chen JL, Leu IJ, Sih CM** (2003) Relaxant effects of flavonoids in isolated guinea-pig trachea and their structure-activity relationships. *Planta Medica* **69** (12), 1086-1090
- Landi Librandi AP, Chrysóstomo TN, Azzolini AE, Recchia CG, Uyemura SA, De Assis-Pandochi AI** (2007) Effect of the extract of the tamarind (*Tamarindus indica*) fruit on the complement system: studies *in vitro* and in hamsters submitted to a cholesterol-enriched diet. *Food and Chemical Toxicology* **45** (8), 1487-1495
- Magnus R** (1904) Versuche am überbunden Dünndarm Von Säugetieren. *Pflügers Archives Ges Physiology* **102**, 102-123
- Martinello F, Soares SM, Franco JJ, Santos AC, Sugohara A, García SB, Curti C, Uyemura SA** (2006) Hypolipemic and antioxidant activities from *Tamarindus indica* L. pulp fruit extract in hypercholesterolemic hamsters. *Food and Chemical Toxicology* **44** (6), 810-818
- Nacoulma O** (1996) *Plantes Médicinales et Pratiques Médicales Traditionnelles au Burkina Faso: Cas Du Plateau Central Tome II*, Université de Ouagadougou, pp 254-255
- Norscia I, Borgognini-Tarli SM** (2006) Ethnobotanical reputation of plant species from two forests of Madagascar: A preliminary investigation. *South African Journal of Botany* **72**, 656-660
- Peters W, Portus JH, Robinson BL** (1975) The chemotherapy of rodent malaria, XXV: Antimalarial activity of WR 122, 455 (9-phenanthremethanol) *in vivo* and *in vitro*. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* **70** (3), 262-265
- Poussel JL** (2004) *Plantes Médicinales d'Afrique Comment les Reconnaître et les Utiliser?* Ed. sud, Aix-en-Provence, 287 pp
- Sauvain M** (2000) A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach Part I Evaluation of the antimalarial activity of plants used by Chacobo Indians. *Journal of Ethnopharmacology* **69**, 127-137
- Silva FM, Leite MF, Spadaro AC, Uyemura SA, Maistro EL** (2009) Assessment of the potential genotoxic risk of medicinal *Tamarindus indica* fruit pulp extract using *in vivo* assays. *Genetic and Molecular Research* **8** (3), 1085-1092
- Souza A, Aka KJ** (2007) Spasmogenic effect of the aqueous extract of *Tamarindus indica* L. (Caesalpinaceae) on the contractile activity of guinea-pig *Taenia coli*. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines* **4** (3), 261-266
- Tapsoba H, Deschamps JP** (2006) Use of medicinal plants for the treatment of oral diseases in Burkina Faso. *Journal of Ethnopharmacology* **104**, 68-78
- Traore M, Diallo A, Nikiéma JB, Tinto H, Dakuyo ZP, Ouédraogo JB, Guissou IP, Guiguemdé TR** (2007) *In vitro* and *in vivo* antiplasmodial activity of 'Saye' an herbal remedy used in Burkina Faso traditional medicine. *Phytotherapy Research* **22**, 550-551
- Trevan AJW** (1927) The error of determination of toxicity. *Proceedings of the Royal Society* **1001B**, 483-514