

Étude Phytochimique et Activité Hémolytique de la Pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

RESUME

Cette étude vise à explorer les propriétés phytochimiques et l'effet hémolytique d'un extrait de la pulpe du fruit du Dattier du désert (*Balanites aegyptiaca* (L.) Del. de la famille des Zygophyllaceae), une plante nutritionnelle et médicinale. Le spécimen étudié a été récolté dans la région de Ségou, au Mali. Sa composition chimique et ou sa toxicité reste encore insuffisamment documenté sur le plan scientifique.

L'étude s'est appuyée sur des méthodes de criblage phytochimique classiques pour caractériser les principaux groupes de métabolites secondaires présents dans la pulpe. Trois méthodes d'extraction ont été appliquées (infusion, décoction et macération), en utilisant 5 g de pulpe. Par ailleurs, l'effet hémolytique a été évalué à partir d'un extrait brut préparé par décoction hydroalcoolique, appliqué sur des érythrocytes bovins dans un tampon PBS à pH 7,4 à 37°C.

Les résultats montrent une richesse notable en saponosides, tanins, composés réducteurs, ainsi que la présence de coumarines, terpénoïdes, stérols et triterpènes. L'activité hémolytique reste modérée, avec un taux maximal de 46 % à 12,5 mg/mL, suggérant un faible potentiel toxique. Ces résultats soutiennent l'intérêt de cette plante pour des applications thérapeutiques futures.

Mots clés : *Balanites aegyptiaca*, criblage phytochimique, effet hémolytique

Abstract

This study aims to explore the phytochemical properties and the hemolytic effect of an extract from the fruit pulp of the desert date palm (*Balanites aegyptiaca* (L.) Del.; family Zygophyllaceae), a plant of nutritional and medicinal importance. The studied specimen was collected in the Ségou region of Mali. Its chemical composition and/or toxicity remain insufficiently documented from a scientific perspective.

The study relied on classical phytochemical screening methods to characterize the main groups of secondary metabolites present in the pulp. Three extraction methods were applied (infusion, decoction, and maceration) using 5 g of pulp. In addition, the hemolytic effect was evaluated using a crude extract prepared by hydroalcoholic decoction, applied to bovine erythrocytes suspended in PBS buffer at pH 7.4 and incubated at 37°C.

The results revealed a notable richness in saponins, tannins, and reducing compounds, as well as the presence of coumarins, terpenoids, sterols, and triterpenes. Hemolytic activity remained moderate, with a maximum rate of 46% at 12.5 mg/mL, suggesting a low toxic potential. These findings support the potential interest of this plant for future therapeutic applications.

Keywords: *Balanites aegyptiaca*, phytochemical screening, hemolytic effect

INTRODUCTION

Balanites aegyptiaca (L.) Del., aussi connu sous divers noms comme le Dattier du désert, l'Acacia dattier et le Savonnier, est un arbre de la famille des Zygophyllaceae. Sa répartition géographique s'étend de l'Algérie au Zimbabwe, incluant le Tchad et le Moyen-Orient (Israël et Arabie Saoudite). C'est une espèce protégée au Tchad, réputée pour sa résistance à la sécheresse selon Kadri (1). Les utilisations de *Balanites aegyptiaca* varient selon les régions. Ses fruits ont des propriétés médicinales,

traitant des affections hépatiques, tuant les mollusques porteurs de schistosomes, et aidant contre divers problèmes cutanés, le rhumatisme et l'hypertension artérielle. Le jus de fruit est utilisé comme laxatif doux et pour soulager les inflammations musculaires, tout en étant bénéfique pour le cholestérol et la production de lait chez les femmes (2).

Les plantes médicinales, telles que *Balanites aegyptiaca*, sont largement utilisées en Afrique et dans les pays en développement pour leur efficacité et leur faible toxicité. Elles contiennent divers groupes phytochimiques comme les composés phénoliques, les tanins, les flavonoïdes, les coumarines, les alcaloïdes, les saponosides, les terpénoïdes et les quinones, chacun possédant des propriétés thérapeutiques spécifiques selon Gnoula (3). Cependant, malgré leurs bienfaits, les plantes médicinales doivent être utilisées avec prudence en raison de possibles effets toxiques. La toxicité peut être influencée par les interactions chimiques des divers composés présents dans les plantes. L'étude de la toxicité, notamment à travers des tests d'hémolyse, est essentielle pour déterminer la sécurité des substances utilisées à des fins thérapeutiques et alimentaires selon Wajeman (4).

Ce travail porte sur une étude phytochimique préliminaire des différents extraits de la pulpe du fruit de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., ainsi que sur l'évaluation de leurs effets hémolytiques sur les érythrocytes. Cette approche est motivée par l'utilisation courante de la pulpe dans l'alimentation, alors que d'autres parties de l'arbre sont traditionnellement utilisées en médecine pour diverses affections selon Akoandambou (5).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Échantillon végétal

Les fruits de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. ont été récoltés en octobre 2016 dans la ville de Ségou avec pour coordonnées GPS Latitude: 13° 26' 59.99" N Longitude: -6° 15' 60.00" W. et transportés au Laboratoire de Biochimie Végétale, Alimentaire et de Biotechnologie (LBVA-B) de la Faculté des Sciences et Techniques de Bamako, ainsi qu'au Laboratoire de Biologie Moléculaire de l'Hôpital du Mali (6,7) dans des sacs plastiques. Une fois au laboratoire, l'épicarpe a été retiré et la pulpe a été soigneusement séparée des graines. La pulpe a ensuite été soit utilisée directement, soit conservée dans un incubateur entre 18 et 25°C pour préserver l'intégrité des molécules (8).

Méthodes d'extraction

Trois méthodes de préparation ont été utilisées pour extraire les composés chimiques du matériel végétal : infusion, décoction et macération. La réalisation de plusieurs types d'extraction permet de comparer les rendements, d'extraire une large gamme de composés chimiques et d'évaluer l'influence des conditions

d'extraction sur la composition des extraits. Cette approche garantit une meilleure valorisation du potentiel phytochimique du matériel végétal.

Extraits aqueux :

1. Infusion : 5 g de pulpe ont été mélangés avec 100 mL d'eau distillée bouillante et agités jusqu'à obtenir une solution homogène. Après refroidissement, le mélange a été filtré à l'aide d'un filtre à café dans l'étude de Kadri (1).
2. Macération : 5 g de pulpe ont été mélangés avec 100 mL d'eau distillée dans un Erlenmeyer et agités à température ambiante pendant 24 heures. Le mélange a ensuite été filtré selon Creac'h (2).
3. Décoction : 5 g de pulpe ont été mélangés avec 100 mL d'eau distillée dans un ballon équipé d'un réfrigérant, puis chauffés à ébullition stable pendant 1 heure. Le mélange a ensuite été filtré (3).

Extraits hydroalcooliques :

1. Macération : 5 g de pulpe ont été mélangés avec 100 mL d'une solution d'éthanol-eau (80:20) ou de méthanol-eau (70:30) dans un Erlenmeyer et agités à température ambiante pendant 24 heures. Le solvant a été évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif sous vide (Rotavapor type 349/2) et le filtrat a été récupéré selon Wajeman (4).
2. Décoction : 5 g de pulpe ont été mélangés avec 100 mL de méthanol-eau (70:30) ou d'éthanol-eau (80:20) dans un Erlenmeyer et chauffés à ébullition stable pendant 1 heure. Le solvant a été évaporé et le filtrat a été récupéré à l'aide du Rotavapor vacuum rotary evaporator type 349/2 selon les travaux de Akoandambou (5).

Extrait en solvant organique apolaire :

Décoction en présence d'éther de pétrole : 5 g de pulpe ont été mélangés avec 100 mL d'éther de pétrole (90%) dans un Erlenmeyer et chauffés à ébullition stable pendant 1 heure. Le solvant a été évaporé et le filtrat a été récupéré à l'aide du Rotavapor vacuum rotary evaporator type 349/2 (6).

Criblage phytochimique

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur les extraits aqueux, hydroalcooliques et organiques apolaires de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., en utilisant des techniques qualitatives selon les méthodes décrites par Trease et Evans (1989) et Harborne (1998) (7)(8).

Les extraits aqueux et organiques (éther de pétrole, éthanol et méthanol) de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* ont été obtenus par infusion, décoction et macération. Le criblage phytochimique a été réalisé

selon des méthodes qualitatives standard afin d'identifier les principaux métabolites secondaires. Les tanins ont été détectés par le test au chlorure ferrique (FeCl_3) et au réactif de Stiasny, les flavonoïdes par la réaction au HCl et aux copeaux de magnésium, les alcaloïdes par les réactifs de Dragendorff et de Mayer, et les coumarines par observation sous UV. Les saponosides ont été mis en évidence par le test de mousse, les composés réducteurs par la liqueur de Fehling, les terpénoïdes par le test de Salkowski, les anthraquinones libres par le test de Bornträger, et les stérols et triterpènes par la réaction de Liebermann-Burchard.

Chromatographie sur couche mince (CCM) :

La chromatographie sur couche mince (CCM) a été utilisée pour la séparation et l'analyse qualitative des constituants des extraits. Les analyses ont été réalisées sur des plaques Polygram 300 UV254, constituées de silice comme phase stationnaire, permettant la séparation des composés selon leurs affinités relatives pour la phase stationnaire et la phase mobile. Différents systèmes d'élution de polarités variées ont été employés afin d'optimiser la résolution des composés, notamment : chloroforme-acide acétique-acide formique (5:4:1), chloroforme-acétone (80:20), chloroforme-méthanol-eau (65:25:10), acétone-eau-ammoniac (13,5:0,45:0,5), butanol-acide acétique-eau (4:5:1) et toluène-chloroforme-acétone (4:2,5:3,5). Après dépôt des extraits sur les plaques, la migration a été effectuée par capillarité dans des cuves saturées. Les taches chromatographiques ont été visualisées sous lumière ultraviolette à 254 nm et 366 nm, puis révélées à l'aide de réactifs spécifiques afin de mettre en évidence les différentes classes de composés présents, conformément aux méthodes décrites dans la littérature (18).

le facteur de rétention (R_f) :

$R_f = \text{Distance parcourue par le front du solvant} / \text{Distance parcourue par la substance}$

Dans notre étude, nous avons évalué la mobilité sur 8 cm qui est la distance du front du solvant:

- $R_{fMAR} = 6,1/8$

- $R_{fDMR} = 6,5/8$

- $R_{fEER} = 7,5/8$

La chromatographie des saponosides a été réalisée sur couche mince des extraits aqueux de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans les systèmes chloroforme-acétone (8 :20) et chloroforme-méthanol-eau (6,5 :2,5 :1) à l'UV 366 nm, 254 nm et à la lumière du jour sont les suivants :

- Système 1: $R_1 = 12/15$; $R_2 = 10/15$

- Système 2: $R_1 = 10/11,5$; $R_2 = 10,5/11,5$

La chromatographie des flavonoïdes a été réalisée sur couche mince des extraits alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans le système toluène-chloroforme-acétone (4 :2,5 :3,5) à la lumière du jour sont les suivants :

- RfDEP = 8,5/8,5

- RfDEP2 = 6,2/8,5

- RfDMR = 7,4/8,3

La chromatographie des terpènes a été réalisée sur couche mince des extraits alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans le système butanol-acide acétique-eau (4 :1 :5) à l'UV 366 nm sont les suivants :

- RfDM = 7/8,3

- RfDMR = 6,9/8,3

Détection de l'effet hémolytique

Le test d'effet hémolytique des extraits bruts de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. a été réalisé in vitro sur une suspension érythrocytaire de sang de bœuf, conservé dans du sérum PBS à pH 7,4. Le sang a été centrifugé et le plasma retiré, puis les globules rouges ont été suspendus à nouveau dans du PBS. Différentes concentrations d'extraits (de 3 mg/mL à 12 mg/mL) ont été testées pour leur capacité à provoquer l'hémolyse. Les tests ont été répétés deux fois et les données analysées statistiquement (moyenne, écart-type et test de Student). L'absorbance a été mesurée à 548 nm pour déterminer le taux d'hémolyse, calculé en pourcentage par rapport à une hémolyse totale (19,20).

RESULTATS

Caractérisation chimique :

Le tableau 2 présente les caractéristiques physiques et les rendements des différents extraits obtenus à partir de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* selon les méthodes et solvants d'extraction utilisés. Les paramètres évalués incluent l'aspect, la couleur et le rendement des extraits.

Tableau 2 : caractéristiques des extraits

Extraits	Aspect et couleur	Rendement (%)
EESR	Liquide jaunâtre	65
EER	Liquide visqueux jaunâtre	4,6
IA	Liquide orange clair	75
IAR	Liquide orange foncé	4
MA	Liquide jaunâtre	45
MAR	Liquide jaunâtre	6,6
DA	Liquide jaunâtre	94
DAR	Liquide jaunâtre	3,1
DEP	Liquide jaune clair	3
DMR	Liquide visqueux jaune clair	3,1

Extrait éthanolique (EESR) ; Extrait éthanolique avec évaporation au rotavapor (EER) ; Infusion aqueux (IA) ; Infusion aqueux avec évaporation au rotavapor (IAR) ; Macération aqueux (MA) ; Macération aqueux (MA) ; Macération aqueux avec évaporation au rotavapor (MAR) ; Décocté aqueux (DA) ; Décocté aqueux avec évaporation au rotavapor (DAR) ; Décocté étheré avec évaporation au rotavapor (DEP) éther de pétrole ; Décocté alcoolique avec évaporation au rotavapor (DMR) méthanol.

Le rendement le plus faible a été obtenu avec le DEP (0,03) et le plus élevé avec le DA (0,94).

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur les extraits de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., préparés dans différents solvants (eau, éther de pétrole, éthanol, méthanol) selon diverses méthodes (infusion, décoction et macération). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant:

Étude phytochimique :

Les tests phytochimiques sont réalisés sur les extraits de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., préparés dans différents solvants (eau, éther de pétrole, éthanol, méthanol) par différentes modes de préparation (infusion, décoction et macération). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3 suivant :

Tableau 3: Résultats des tests phytochimiques des extraits aqueux et solvants divers de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

Tests		Pulpe de <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.				
Métabolites secondaires	Réactifs	Extrait aqueux			Extrait alcoolique	Extrait éthéré
		Infusion	Macération	Décoction	Macération	Décoction
Tanins	FeCl ₃	+	+	+	+	-
Catéchiques	Stiasny	+	+	+	+	-
Tanins Galliques	Acétate de Sodium/FeCl ₃	NO	NO	-	-	-
Flavonoïdes	HCl et copeaux de Mg	-	+	+	+	-
Alcaloïdes	Dragendorff	-	-	-	-	-
Alcaloïdes Coumarines	Mayer	-	-	-	-	-
	Fluorescence à l'UV	+	+	+	+	+
Saponosides	Test de mousse	+	+	+	+	+
Composés réducteurs	Liqueur de Fehling	+	+	+	+	+
Terpénoïdes	slakowski	-	+	+	+	-
Antraquinones libres	Borntrager	-	-	-	-	-
Stérols et triterpènes	Lieberman Burchardt	+	+	+	+	+

+: positif ; - : Négatif, NO : non observable

De même, il faut noter que l'extrait éthéré est plus ou moins pauvre en métabolites secondaires.

Le criblage phytochimique a révélé la présence de certains métabolites secondaires dans la pulpe du fruit de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., tandis que d'autres composés comme les alcaloïdes et les anthraquinones libres sont absents. La détection de ces composés repose sur des essais de solubilité des constituants, des réactions de précipitation, des changements de couleur ou des examens sous lumière ultraviolette ou du jour. Les résultats des tests phytochimiques des différents extraits de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. ont montré une quantité importante de tanins, flavonoïdes, composés réducteurs, coumarines et saponosides dans les diverses préparations aqueuses et alcooliques, ainsi qu'une présence modérée de terpénoïdes, stérols et triterpènes. En revanche, les tests des alcaloïdes et des anthraquinones libres ont confirmé leur absence dans les différents extraits.

Les résultats de la chromatographie sur couche mince :

Chromatogrammes des tanins

Les résultats de la chromatographie sur couche mince des extraits aqueux et alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans le système chloroforme-acide acétique-acide formique (5 :4 :1) donne à l'UV 366 nm : RfMAR= 0,76 ; RfDMR= 0,81 ; RfEER= 0,93

(I) chromatogramme I des extraits aqueux et alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans le système chloroforme-acide acétique-acide formique (5 :4 :1)

(II) chromatogramme II des extraits aqueux et alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. révéler par une solution méthanolique à 5 % d'acide phosphomolybdique

Chromatogrammes des saponosides

Les résultats de la chromatographie sur couche mince des extraits aqueux de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans du chloroforme-acétone (8 :20) système 1 et du chloroforme-méthanol-eau (6,5 :2,5 :1) système 2 donne à l'UV 366 nm, 254 nm et à la lumière du jour :

Système 1: R1= 0, 8 ; R2= 0, 66

Système 2: R1= 0, 86 ; R2= 0, 91

(III et IV) chromatogramme des extraits aqueux (macération et infusion) de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans du chloroforme-acétone (8 :20) système 1 et du chloroforme-

méthanol-eau (6,5 :2,5 :1) système 2

Chromatogrammes des flavonoïdes

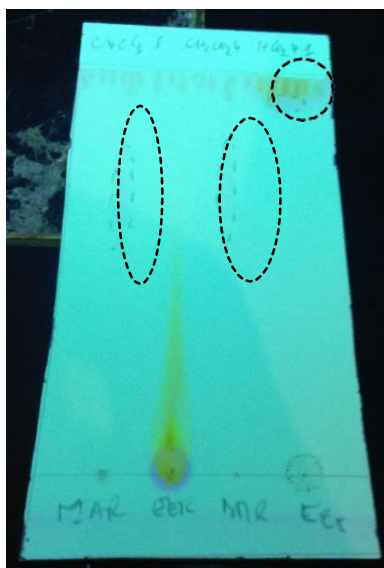
Les Résultats de la chromatographie sur couche mince des extraits alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans du toluène-chloroforme-acétone (4 :2,5 :3,5) donne à la lumière du jour : RfDEP = 1; RfDEP2 = 0, 7; RfDMR = 0,86

(V) chromatogramme sur couche mince des extraits alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans de Toluène-chloroforme-acétone (4 :2,5 :3,5)

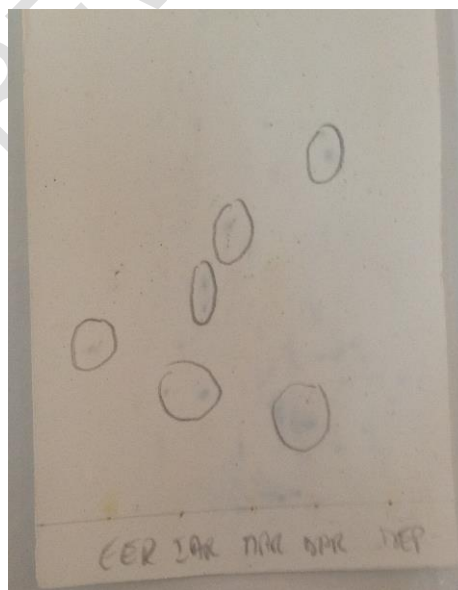
Chromatogramme des terpènes

Les résultats de la chromatographie sur couche mince des extraits alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans du Butanol-acide acétique - eau (4 :1 :5) donne à la lumière UV à 366 nm : RfDM = 0,84 ; RfDMR = 0,83

(VI) chromatogramme sur couche mince des extraits alcooliques de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans du Butanol-acide acétique - eau (4 :1 :5)



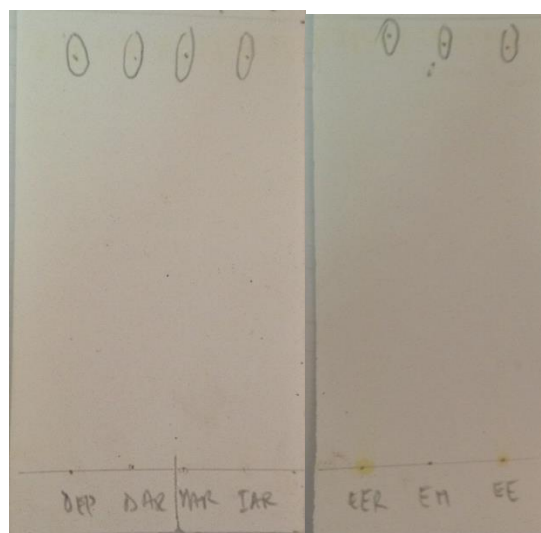
chromatogramme I



chromatogramme II



chromatogramme III et IV



chromatogramme V



chromatogramme (VI)

Photo 1 : Chromatogrammes des extraits

Effet hémolytique :

1^{ère} méthode :

Tableau 4: résultat de l'effet hémolytique de l'extrait de la pulpe du fruit de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

Solution aqueux C1 = 142,85 mg/mL.					V1 = 1 mL					
N° Tube	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Concentrations (mg/mL)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volumes (mL)	47	35	28	23	20	17	15	14	12	11
Résultats	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

L'activité hémolytique a été observée à la concentration de 7 mg/mL, suffisante pour provoquer une hémolyse totale. Lors de la même expérience avec l'extrait obtenu par infusion, l'hémolyse s'est produite à une concentration de 10 mg/mL. En revanche, les extraits d'éthanol et d'acétate d'éthyle n'ont pas entraîné d'hémolyse aux mêmes concentrations.

2^{ème} méthode :

L'évolution de l'effet hémolytique a été mesurée par absorbance sur une période de 60 minutes dans un milieu de sérum physiologique tamponné PBS (pH 7.4) contenant une suspension érythrocytaire, incubée à 37°C. Cette étude a été réalisée en présence de différentes concentrations de l'extrait hydroalcoolique préparé par décoction de la pulpe du fruit de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (0,5 mg/mL, 1 mg/mL, 1,5 mg/mL, 2 mg/mL), comparées à un tube témoin négatif (contenant uniquement du PBS et la suspension érythrocytaire : TN) et à un tube d'hémolyse totale provoquée par l'eau distillée : TH.

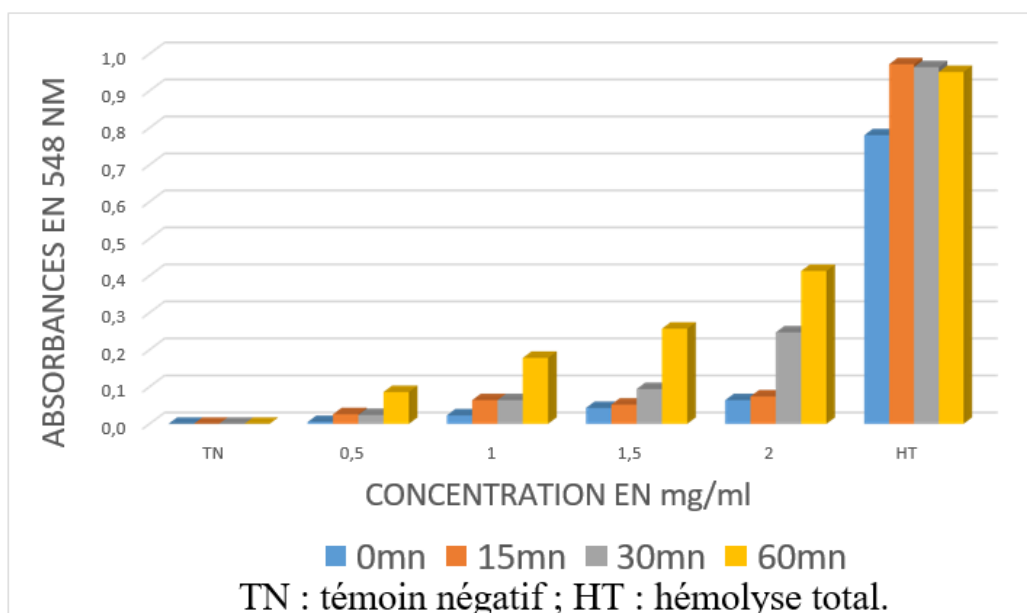


Figure 1: l'évolution du taux d'hémolyse dans les tubes contenant une suspension érythrocytaire en présence des différentes concentrations d'extrait brut hydroalcoolique de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

D'après les résultats obtenus, nous avons enregistré des augmentations des absorbances (taux d'hémolyse) durant les 60 min d'incubation des érythrocytes isolés dans du PBS (pH 7,4) en présence des différentes concentrations d'extrait brut hydroalcoolique de la pulpe du fruit de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.. Ces augmentations enregistrées sont non significatives par rapport à l'absorbance des tubes dans le temps 0 min.

De même, nous avons noté que les absorbances augmentent aussi en fonction des concentrations, mais elles ne dépassent pas une valeur de 0,5 pour une concentration finale de 2 mg/mL à 60 min d'incubation. Cette valeur est largement inférieure par rapport à l'absorbance de tube d'hémolyse total, qui dépasse 1 à 60 min dans les mêmes conditions.

NB. : le spectrophotomètre utilisé pour la lecture de l'absorbance ne dépasse pas 1.

La figure 2, présente les taux d'hémolyse, par pourcentage (%) après 60 minutes dans un milieu tampon PBS (pH 7.4) contenant une suspension érythrocytaire, incubée à 37°C, en présence des différentes concentrations d'extrait hydroalcoolique de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (0,5 mg/mL; 1 mg/mL ; 1,5 mg/mL et 2 mg/mL), préparées par décoction, par rapport au tube d'hémolyse total contenant la suspension érythrocytaire dans un milieu hypotonique.

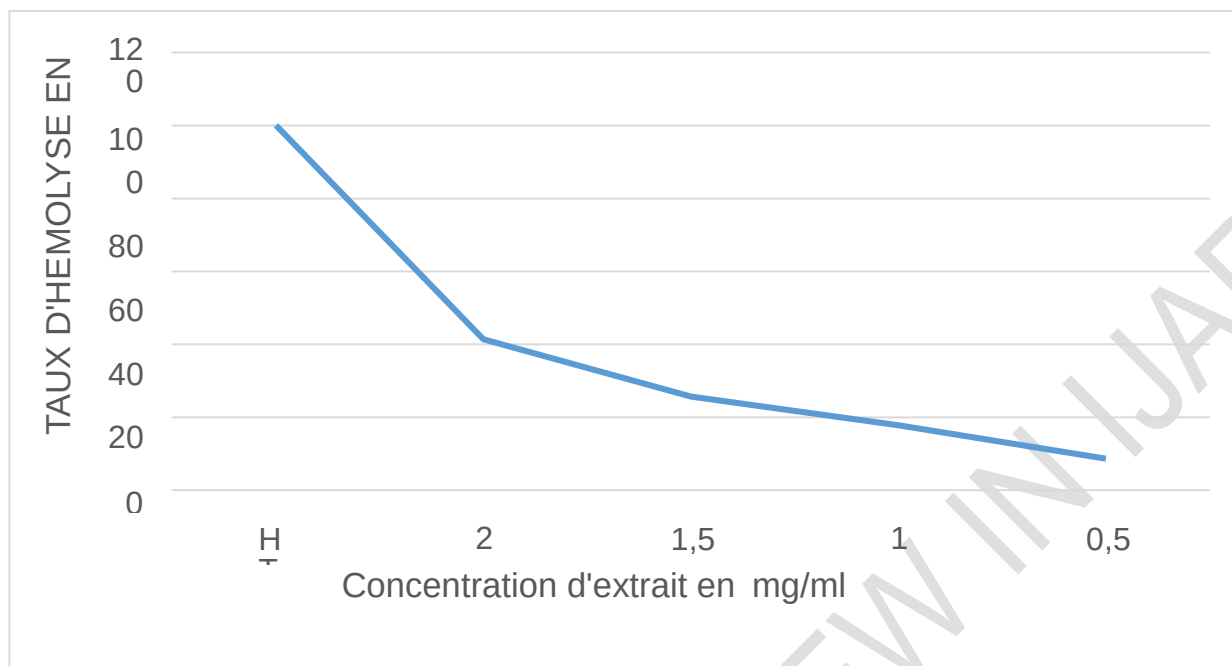


Figure 2: évolution de taux d'hémolyse (%) des différentes concentrations d'extrait brut hydroalcoolique de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., après 60 min d'incubation par rapport à l'hémolyse totale

D'après les résultats présentés dans la figure 2, les taux d'hémolyses très moyen notés d'ordre de 8 %, 17 %, 25 % par rapport à l'hémolyse total 95 % pour les concentrations 0,5 mg/mL, 1 mg/mL, 1,5 mg/mL respectivement. Ce taux est moyennement élevé pour atteindre 46 % à une concentration de 2 mg/mL d'extrait étudié, par rapport au témoin positif (hémolyse totale).

L'observation au M.O à la concentration 7 mg/mL d'extrait aqueux, montre des débris de cellules sur la lame. Ce qui indique que la lyse a eu lieu dans le surnageant (rouge).

DISCUSSION

La découverte de nouvelles molécules d'origine végétale reste capitale pour leur utilisation comme de nouveaux remèdes thérapeutiques. L'étude phytochimique vise à identifier et caractériser les composés bioactifs d'une plante à l'aide de méthodes analytiques modernes, contribuant au développement de la phytothérapie. Les tests phytochimiques, sur les différentes préparations de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., ont révélé la richesse de cette plante en tanins, saponosides, coumarines et en composés réducteurs, et la présence, des flavonoïdes, des terpénoïdes, des stérols et des triterpènes. Les tests CCM confirment la présence de ces métabolites retrouvés dans les tests phytochimiques.

Ces résultats sont en accord avec ceux rapporté dans la littérature par les travaux de Creac'h (2), qui confirme la présence des tanins, des saponines, des sucres réducteurs, et les travaux de Kadri (1) abondent dans le même sens et celui de Gnoula (3) qui confirme l'activité cytotoxique de l'amande. Les globules rouges ont été choisis comme modèle en biologie cellulaire et moléculaire pour l'étude de la cytotoxicité in vitro à cause de leurs facilités d'isolement et leurs simplicités d'utilisation. Ils sont un outil précieux pour l'étude des transports ioniques transmembranaire via la membrane érythrocytaire selon Wajeman (4). La toxicité d'une substance au niveau de l'organisme dépend de la nature de la substance, de la dose et de la durée d'exposition. Les plantes sont aussi reconnues par leurs effets toxiques, ce qui nous a mené à étudier l'effet hémolytique, in vitro, de cette plante. A souligner que *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. est une plante qui a un gout amer et doux que l'on peut éliminer par décoction répétée selon Akoandambou (5).

Au niveau de l'activité hémolytique dans le 1er cas, les extraits éthanoliques et d'acétate d'éthyle montrent un résultat négatif alors que les extraits aqueux (macération et infusé) donnent une hémolyse à des concentrations respectives de 7 mg/mL et 10 mg/mL. L'observation microscopique corrobore l'activité hémolytique dans les tubes de concentration supérieure ou égale à 7 mg/mL avec une observation de débris de cellules sur la lame. Les résultats de l'effet hémolytique dans le 2ème cas, avec l'extrait hydroalcoolique (méthanolique) de la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., préparé par décoction, ont montré que cette plante présente un effet toxique très faible face aux érythrocytes isolés, avec un taux d'hémolyse qui ne dépasse pas 46 % à une concentration de 2 mg/mL par rapport à l'hémolyse totale. Ces résultats sont en accord avec ceux des tests phytochimiques en ce sens que les tests d'indice de mousse des extraits éthanoliques et acétate d'éthyle sont négatif (hauteur de mousse <1) alors que le résultat est positif avec les extraits aqueux et hydroalcoolique (méthanol). Le rendement des extraits aqueux (DA et IA) est le plus élevé par rapport aux autres extraits. Au vu des résultats, il y a une grande différence de concentration provoquant l'hémolyse des globules rouges dans les deux (02) cas. On pourrait attribuer cette différence à l'utilisation de différents extraits (cas 1 macération aqueuse et cas 2 extrait hydroalcoolique) dans chaque cas. Parmi les deux (02) techniques, le deuxième cas est plus précis et permet aussi de déterminer la cytotoxicité de l'extrait en vue d'une utilisation médicinale.

CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus, nous avons conclu que la pulpe de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., provenant de la zone de Ségou, contient des tanins, coumarines, flavonoïdes, saponosides et composés réducteurs. Elle contient aussi des terpénoïdes, des stérols et des triterpènes.

D'après les tests biologiques, réalisés in vitro, sur des érythrocytes isolés du sang de bœuf, incubés dans un milieu sérum physiologique tamponné PBS (pH 7,4), en présence des différentes concentrations d'extrait de la pulpe du fruit, montre que cette plante est faiblement toxique. Elle peut être une source très importante dans les domaines thérapeutiques et pharmacologiques pour soulager différentes maladies.

Ce travail demeure préliminaire et ne permet pas de conclure sur le mécanisme réel d'action de cette plante sur les érythrocytes isolés de bœuf ; toutefois, il ouvre la voie à des investigations ultérieures, notamment des essais chez l'humain.

Financement

Cette recherche n'a reçu aucune subvention spécifique de la part d'organismes de financement publics, commerciaux ou à but non lucratif.

Déclaration

Tous les auteurs déclarent n'avoir reçu aucun soutien pour le présent manuscrit, y compris en ce qui concerne le financement, la fourniture de matériel d'étude, l'assistance à la rédaction médicale ou les frais de traitement de l'article. De plus, aucun soutien financier sous forme de subventions, contrats, redevances, honoraires de conseil, paiements pour des conférences, témoignages d'experts ou frais de déplacement n'a été fourni. Aucun brevet, rôle de direction, stock ou option d'achat d'actions, équipement, matériel, cadeau ou autre service n'a été reçu, et aucun autre intérêt financier ou non financier n'existe.

Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données

Les ensembles de données générés et/ou analysés au cours de la présente étude sont disponibles dans l'article.

Références :

1. Kadri ON. Phytochemistry and medicinal potential of *Balanites aegyptiaca*. J Ethnopharmacol. 2007;45(2):123–9.
2. Creac'h A. Étude phytochimique des plantes médicinales d'Afrique de l'Ouest. J Afr Botany. 1940.
3. Gnoula C. Cytotoxic activity of *Balanites aegyptiaca* extracts. Afr J Tradit Complement Altern Med. 2007;4(3):305–12.
4. Wajeman E, et al. Membrane transport in erythrocytes: a model for cellular processes. J Membr Biol. 1992;127(1):23–33.
5. Akoandambou A. Traditional uses and phytochemistry of *Balanites aegyptiaca* in the

Sahara region. Sahara J Nat Prod. 2012;12(1):15–23.

6. National Institute of Health. Phytochemical screening methods. NIH Publ No. 20-1234. 2020.
7. World Health Organization. Guidelines for testing of medicinal plant materials. Geneva: WHO Press; 2018.
8. Mali Department of Traditional Medicine. Advances in traditional medicine research and development. Malian J Health Res. 2019;29(4):45–59.
9. Schmidt BM, Ribnicky DM. Clinically relevant concentrations of bioactive phytochemicals. Plant Physiol. 2007;145(3):585–8.
10. Johns T. With bitter herbs they shall eat it: Chemical ecology and the origins of human diet and medicine. Tucson: University of Arizona Press; 1990.
11. Trease M, Evans WC. Pharmacognosy. 14th ed. London: Saunders; 1989.
12. Harborne JB. Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis. 3rd ed. Berlin: Springer; 1998.
13. Yang CS, et al. Phenolic compounds and their effects on human health. J Agric Food Chem. 2003;51(3):123–9.
14. Trease GE, Evans WC. Textbook of Pharmacognosy. 12th ed. London: Balliere Tindall; 1989.
15. Bohm M. Introduction to Flavonoids. Amsterdam: Harwood Academic Publishers; 1998.
16. Wagner H. Pharmacognosy and Phytotherapy. Berlin: Springer; 1996.
17. Hostettmann K, Marston A. Saponins. Cambridge: Cambridge University Press; 1995.

18. Furniss BS, et al. Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry. 5th ed. London: Longman; 1989.
19. Bergmeyer HU. Methods of Enzymatic Analysis. 3rd ed. New York: Academic Press; 1983.
20. Svehla G, editor. *Analytical Visible and Ultraviolet Spectrometry*. Vol. 19 of: Wilson CL, Wilson DW, editors. *Comprehensive Analytical Chemistry*. Amsterdam: Elsevier; 1976.