

EVALUATION *In vitro* ET *In vivo* DES PROPRIETES ANTHELMINTHIQUES DE FEUILLES DE *Spondias mombin* SUR *Haemonchus contortus* DES OVINS DJALLONKE

C.G. AKOUEDEGNI¹, F.D. DAGA¹, P. A. OLOUNLADE¹, G. O. ALLOWANOU¹, E. AHOUSI², H. TAMBOURA HAMIDOU³, M.S. HOUNZANGBE-ADOTE¹

¹Laboratory of Ethnopharmacology and Animal Health, Animal Production Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Abomey, 01 BP 526, Cotonou, Benin Republic

²Laboratory of Applied Chemistry of University of Abomey, BP 2009, Abomey-Calavi, Benin

³Institute of Environment and Agricultural Research (INERA)/Department of Animal Productions (DPA), 04 BP 8645 Ouagadougou/Burkina Faso

⁴Laboratory of Animal and Halieutic Sciences (LaSAH), Research Unit in Animal Health and Biosecurity (URSAB), School of Management and Exploitation of Livestock Systems (EGESE), National University of Agriculture, 01 BP 55, Porto- Novo, Benin

Corresponding Author : E-mail : coovi.akouedegni@fsa.uac.bj

RESUME

Depuis longtemps, la lutte contre les maladies animales s'est faite avec l'utilisation des molécules chimiques de synthèse. Cette lutte chimique est à l'origine du développement de résistance de certains agents pathogènes. Face à cette contrainte, de nouvelles méthodes de lutte sont envisagées. La présente étude se propose d'évaluer *in vitro* et *in vivo*, les propriétés anthelminthiques de *Spondias mombin* sur *Haemonchus contortus* chez les ovins Djallonké. Des tests biologiques des extraits éthanoliques et méthanoliques de la plante ont été effectués sur les larves L3 et sur les vers adultes de *H. contortus*. Pour les essais *in vivo*, trois lots de brebis parasitées sont constitués : Témoin sans traitement; Lot 1 et Lot 2 recevant respectivement 1,45g et 2,9g /kg/animal de poudre de feuilles de *S. mombin* pendant trois jours. Les tests *in vitro* ont montré des valeurs significatives ($p < 0,01$) de la capacité des extraits de *S. mombin* à inhiber la migration des larves L3 (45 à 80 %) et à réduire la motilité des vers adultes après 30 heures d'exposition (77 à 100 %), comparativement au témoin de référence négatif (PBS). L'activité anti-parasitaire des feuilles de *S. mombin* obtenue *in vitro* est confirmée *in vivo* sur les brebis. Les résultats des travaux révèlent que les traitements avec la poudre de *S. mombin* a permis une réduction de plus de 50 % du niveau d'excrétion des œufs chez les brebis traitées.

Mots clés : Parasites, *Haemonchus contortus*, ovins Djallonké, *Spondias mombin*.

ABSTRACT

ANTHELMINTIC ACTIVITY OF SPONDIAS MOMBIN 'S LEAVES AGAINST HAEMONCHUS CONTORTUS

For a long time, the fight against animal diseases has been done with the use of synthetic chemical molecules. This chemical fight is at the origin of the development of resistance of certain pathogens. Faced with this constraint, new control methods are being considered. This study proposes to evaluate *in vitro* and *in vivo*, the anthelmintic properties of *Spondias mombin* on *Haemonchus contortus* of Djallonke sheep. Biological tests of the ethanolic and methanolic extracts of the plant were carried out on the L3 larvae and on the adult worms of *H. contortus*. For *in vivo* tests, three lots of parasitized ewes consist of: Control without treatment; Lot 1 and Lot 2 receiving respectively 1.45g and 2.9 g / kg / animal leaf powder of *S. mombin* for three days. *In vitro* tests showed significant ($p < 0.01$) values of the ability of *S. mombin* extracts to inhibit the migration of L3 larvae (45 - 80 %) and to reduce the motility of adult worms after 30 hours. exposure (77 to 100 %), compared to the negative reference control (PBS). It should be noted that, in general, the anthelmintic activity of *S. mombin* extracts is not influenced by the type of solvent used. The anti-parasitic activity of *S. mombin* leaves obtained *in vitro* is confirmed *in vivo* in ewes. The results of the work show that treatments with *S. mombin* powder resulted in a reduction of more than 50 % in the level of egg excretion in treated ewes.

Key words: Parasites, *Haemonchus contortus*, Djallonke sheep, *Spondias mombin*.

INTRODUCTION

Au Bénin comme dans la plupart des pays de la zone tropicale humide, l'élevage des petits ruminants est caractérisé par une faible productivité. C'est un sous-secteur de l'élevage où la production nationale ne suffit pas à satisfaire les besoins, obligeant la population béninoise à recourir aux ovins et caprins en provenance des pays limitrophes notamment pendant la fête religieuse de Tabaski. La faible productivité des élevages de petits ruminants est liée à deux facteurs majeurs : l'alimentation et le parasitisme. Les conséquences des parasites sur les petits ruminants sont importantes et se manifestent par des signes cliniques et des manifestations économiques dans les élevages. Les parasites constituent des contraintes sévères pour l'élevage des petits ruminants qui se manifestent par la mortalité, la réduction de la production (Barger, 1982) et le coût des mesures préventives (Altaif, 1979). Des travaux ont été menés pour évaluer l'impact des parasites gastro-intestinaux sur les performances zootechniques des petits ruminants. Parmi les parasites les plus redoutables, figure *Haemonchus contortus*. C'est un parasite hématophage qui dès le stade L4, est responsable de pertes importantes de production dans les élevages de petits ruminants (dégradation de l'état général des animaux ; troubles digestifs avec diarrhée et perte de poids ; laine de mauvaise qualité, altération des capacités de reproduction) (Poppi *et al.* 1990). De multiples études ont montré que le parasitisme gastro-intestinal est responsable de retard de croissance des jeunes animaux (Urquhart *et al.* 1996) que ce soit chez les agneaux (Kyriazakis *et al.* 1996) ou les chevreaux (Torres-Acosta, 1999) qui se traduit par des réductions de poids de carcasse à l'abattage. Une réduction de la production laitière a été documentée chez les chèvres laitières (Hoste et Chartier, 1998 ; Etter *et al.* 2000).

Spondias mombin L. est une plante médicinale dont les feuilles sont utilisées dans le traitement de différentes pathologies. En ce qui concerne l'usage populaire de cette plante, les feuilles ont été mentionnées dans la littérature comme galactogène (akouedegni *et al.*, 2013), anti-diarrhéiques (Irvine, 1997), antimicrobiennes (Abo *et al.*, 1999), antivirales (Corthout, 1991). La propriété anthelminthique des feuilles de *S. mombin* a été rapportée par Ademola (2005).

L'objectif de cette étude est de tester *in vitro* et *in vivo* les propriétés anthelminthiques de *S. mombin* sur *Haemonchus contortus*, parasite gastro-intestinal des ovins Djallonké.

MATERIEL ET METHODES

MILIEU D'ETUDE

Cette étude a été réalisée sur la ferme de la Faculté des Sciences Agronomiques caractérisée par un climat de type sub-équatorial avec deux saisons de pluies (mi-mars à mi-juillet et mi-septembre à mi-novembre) et deux saisons sèches (mi-novembre à mi-mars et mi-juillet à mi-septembre). La pluviométrie moyenne annuelle est voisine de 1200 mm.

Préparation de poudre et d'extraits

Les feuilles fraîches de *S. mombin* ont été récoltées, séchées dans le laboratoire à température ambiante, puis transformées en poudre. Une quantité de 60 g de poudre a été trempée dans 500ml d'alcool (une proportion de 70 : 30 eau distillée-solvant) pendant 24 heures à température ambiante avec agitation occasionnelle. Le mélange obtenu a été filtré et évaporé à sec dans un bain d'eau à 78 °C. L'extrait a été collecté et stocké dans le réfrigérateur à 4 °C jusqu'à utilisation.

Les essais *in vitro*

Les effets biologiques de la plante de *S. mombin* sur deux stades de vie du parasite (*Haemonchus contortus*) à savoir les larves L3 et les adultes sont mesurés en utilisant différentes méthodes.

Test biologique sur les larves infestantes L3

Le test d'inhibition de la migration larvaire (LMI) est utilisé comme décrit par Rabel *et al.* (1994) pour mesurer l'activité inhibitrice de la plante contre les larves infestantes L3. Une quantité connue de larves L3 (1000/ml) est mise en contact pendant 3 heures à 20 °C avec l'extrait de plante à tester (différentes concentrations : 1200, 600, 300, 150 et 75 µg/ml) à raison de 3 répétitions par concentration. Un témoin négatif (tampon PBS, pH 7 et 0,15 M) et un témoin positif (lévamisole) ont permis d'évaluer la migration des larves en l'absence d'extrait. Les larves L3 sont ensuite rincées 3 fois et centrifugées (Micro centrifugeuse Hettich EBA 12R ; 4 500 RPM, 5 min, 20 °C), puis laissées

en migration à travers des mailles de 20 µm de diamètre pendant 3 heures à une température de 23 °C. Les larves ayant migré sont reprises dans un volume de 1,5 ml de la solution testée. Le nombre de larves est alors compté dans 200 µL. Le pourcentage d'inhibition de la migration larvaire (LMI = Larval Migration Inhibition) est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$LMI = \frac{T - M}{T} \times 100$$

Où T le nombre total de L3 ayant été en contact du PBS ou du lévamisole et M le nombre de L3 en contact avec les extraits.

Test biologique sur les vers adultes

Les vers adultes sont obtenus chez les ovins Djallonké après une infestation expérimentale avec des souches pures de *Haemonchus contortus*. Quatre semaines après l'infestation, les animaux sont sacrifiés. Immédiatement, après l'abattage, l'abomasum est récupéré, on procède à son ouverture puis à son lavage avec du liquide physiologique à 37 °C puis les vers récupérés.

Les solutions d'extraits de la plante à tester sont préparées avec du PBS en six concentrations différentes (75, 150, 300, 600, 1200 et 2400 µg/ml). Une quantité de 800 µl de chacune de ces solutions est prélevée puis déposée dans des puits. Un ver adulte, en bonne motilité est placé dans un puits de 800 µl d'extraits à différentes concentrations. Un lot témoin de référence négative (PBS) et un lot témoin de référence positive (lévamisole à 125 ; 250 et 500 µg/ml dans du PBS) sont également constitués. Le test est répété six fois pour chacune des concentrations et pour les témoins.

L'inhibition de la motilité des vers adultes dans les solutions est utilisée comme le critère de l'activité anthelminthique. Après la mise en contact des vers avec les extraits de plante et les témoins, la motilité est observée à la loupe toutes les 6 heures. La mort des vers est déterminée par une absence totale de motilité pendant 5 secondes. L'observation s'arrête lorsque tous les vers contenus dans les puits

du témoin négatif (PBS) meurent.

Les essais *in vivo*

Conduite des brebis

Dix-huit brebis Djallonké identifiées par des plaquettes portées au cou comportant un numéro ont été utilisées dans cet essai. Elles ont été nourries au pâturage artificiel de *Panicum maximum* C1 et ont reçu un complément de 250 g/j et par animal d'aliment concentré servi en une seule fois au retour du pâturage. Elles ont reçu également des compléments minéraux sous forme de pierre à lécher et de l'eau *ad-libitum* pendant toute la période de l'essai. Les brebis ont subi des bains détiqueurs mensuels, vaccinées contre la peste des petits ruminants et les chaleurs sont synchronisées. Trois lots de brebis parasitées (6 brebis chacun) sont constitués pour recevoir des traitements : Témoin sans traitement avec poudre ; Lot 1 : brebis recevant par gavage 1,45 g/kg /animal pendant trois jours ; Lot 2 : brebis recevant par gavage 2,9 g/kg/animal pendant trois jours.

Contrôle parasitaire

Les brebis des trois lots parasités ont été exposées à une infestation naturelle par des parasites gastro-intestinaux au pâturage. L'état parasitaire de toutes les brebis du troupeau a été contrôlé tous les quinze jours par la coproscopie quantitative. Le nombre d'œufs par gramme de fèces (OPG) a été déterminé suivant la technique de McMaster avec une solution de NaCl de densité 1,2 (sensibilité : 1 œuf observé = 50 OPG).

ANALYSES STATISTIQUES

Le logiciel SPSS a servi à calculer les moyennes, les écarts-types de la migration larvaire et à générer les graphiques d'illustration. Les comparaisons entre les divers traitements et l'analyse de l'importance d'un effet dose et d'un effet solvant ont été effectuées au moyen des histogrammes avec les barres d'intervalle de confiance au seuil de 5 %. Les résultats des effets de la plante à différentes doses sur la motilité des vers adultes ont été comparés à l'aide des tests du t de student.

RESULTATS

EFFET DES PLANTES SUR LA MIGRATION DES LARVES DE *HAEMONCHUS CONTORTUS*

Le pourcentage de larves L3 ayant migré à travers la membrane a varié en fonction de la solution de contact et de sa concentration. Le lévamisole a inhibé significativement (plus de 90 %) la migration des larves infestantes quelle que soit la concentration utilisée (Figure 1). Aussi, les extraits de *Spondias mombin* ont réduit

significativement la migration des larves quels que soient le solvant et la concentration utilisés comparés au témoin de référence négatif ($p < 0,05$) (Figure 2). Une migration larvaire d'environ 13 et 24 % est observée respectivement pour les concentrations 1200 et 600 $\mu\text{g/ml}$ contre presque 100 % pour le témoin négatif PBS (Figure 2). L'extrait méthanolique semble plus efficace sur l'inhibition de la migration larvaire comparé à l'extrait éthanolique mais cette différence n'est pas statistiquement significative ($p > 0,05$). L'action de *S. mombin* est dose dépendante ($p < 0,05$) (Figures 1 et 2).

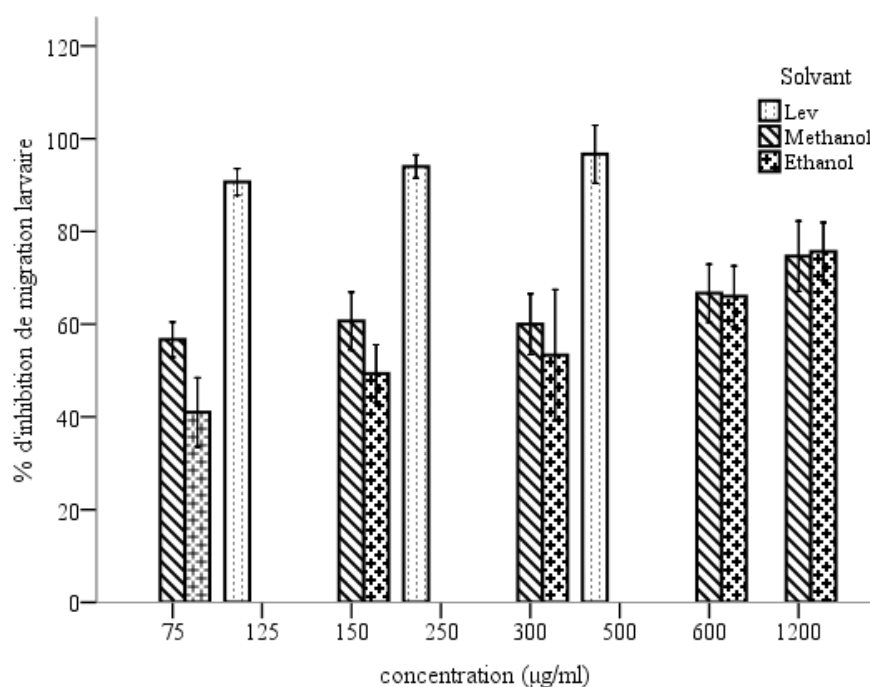


Figure 1 : Effet des extraits de *Spondias mombin* sur l'inhibition de la migration des larves L3.

Effect of Spondias mombin on L3 larval migration inhibition.

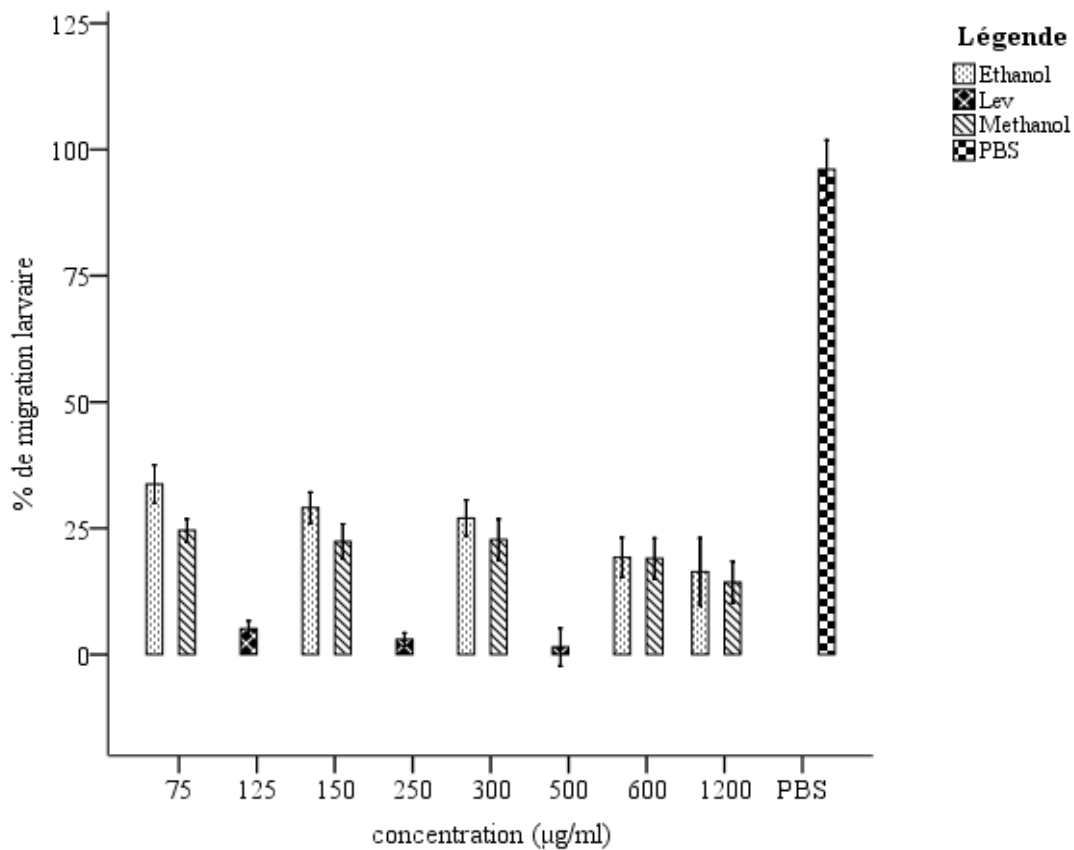


Figure 2 : Pourcentage de larves L3 ayant migré.

Percent mean of L3 larval migration.

Inhibition de la motilité des vers adultes (AMIA) de *H. contortus*

Les extraits de feuilles de *Spondias mombin* ont réduit la motilité des vers adultes de *Haemonchus contortus*. Cette réduction varie en fonction du temps, des doses du traitement et des solvants utilisés (Figure 3 et Tableau 1). Après 6 heures de contact, seuls le lévamisole à dose 500 pris comme témoin de référence positif et l'extrait éthanolique à dose 2400 µg/ml ont réduit significativement la motilité des vers adultes de *H. contortus* par rapport au témoin de référence négatif et aux autres doses d'extrait ($p < 0,05$). Un taux de motilité de 33 % a été

observé avec le lévamisole 500 et l'extrait éthanolique 2400 µg/ml contre 100 % pour PBS après 6 heures de contact (Tableau 1). Les vers sont significativement plus sensibles après 6 heures d'exposition aux extraits éthanoliques qu'aux extraits méthanoliques ($p < 0,05$) (Tableau 1). Un pourcentage de vers mobiles de 17 % et 83 % est obtenu respectivement pour les extraits éthanoliques et méthanoliques (2400 µg/ml) à 12 heures de contact. Notons qu'au niveau des autres concentrations des extraits de *S. mombin* (75 à 1200 µg/ml), l'effet des extraits sur les vers est identique au niveau des deux solvants ($p > 0,05$) (Figure 3).

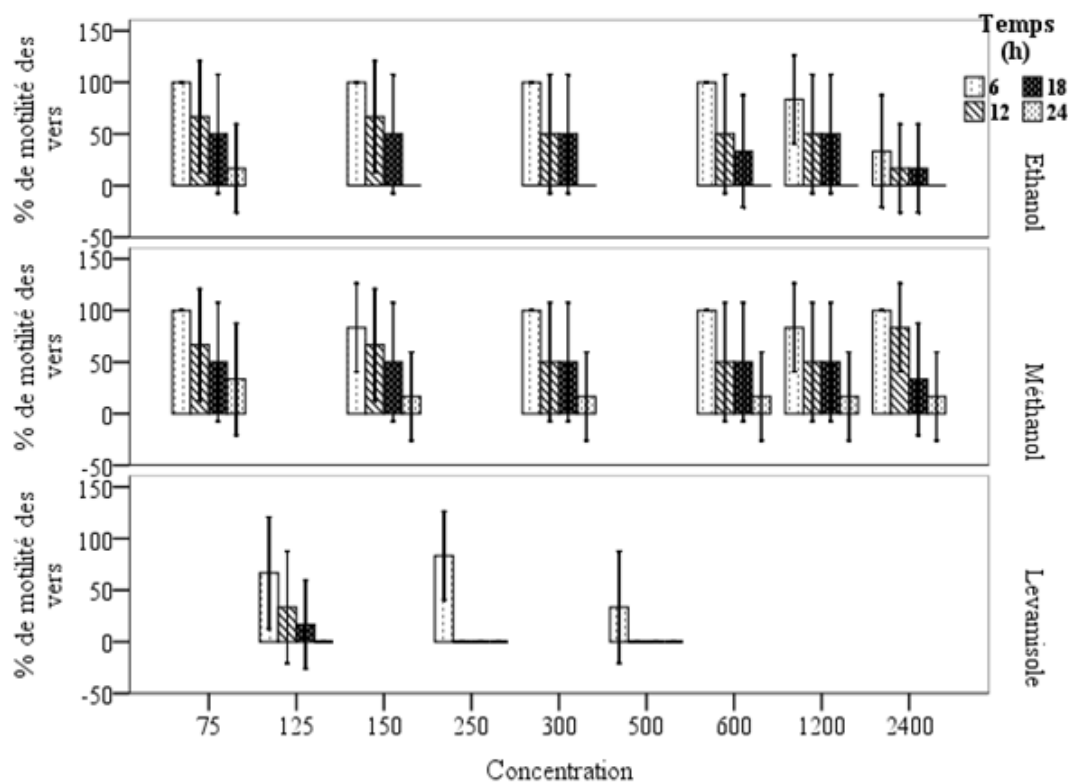


Figure 3 : Pourcentage (%) de la mobilité des vers après contact avec les extraits.

Percent (%) of mature worms mobility after exposition.

Tableau 1 : Pourcentage de motilité (%) des vers adultes en fonction des solutions de contact.

Percent of mature worms mobility according to extract exposition.

		Temps (heure)							
				6	12	18	24	30	36
Solvant	PBS	Concentration	PBS	100	83	67	33	33	0
	Levamisole	Concentration	125	67	33	17	0	0	0
			250	83	0	0	0	0	0
			500	33	0	0	0	0	0
Ethanol	Concentration	75	100	67	50	17	0	0	
		150	100	67	50	0	0	0	
		300	100	50	50	0	0	0	
		600	100	50	33	0	0	0	
		1200	83	50	50	0	0	0	
		2400	33	17	17	0	0	0	
Méthanol	Concentration	75	100	67	50	33	0	0	
		150	83	67	50	17	0	0	
		300	100	50	50	17	0	0	
		600	100	50	50	17	0	0	
		1200	83	50	50	17	0	0	
		2400	100	83	33	17	0	0	

Effet de la poudre de *S. mombin* sur les parasites gastro-intestinaux

La figure 4 montre que du jour J-30 à J0, le niveau d'excrétion des œufs a augmenté chez les brebis. Du jour J-30 au J0 correspondant à la période avant traitement (Figure 4), l'OPG est identique chez les brebis des trois lots (Témoin, Lot 1 et Lot 2) ($P > 0,05$). Du 15^{ème} au 75^{ème} jour après le traitement, le niveau d'excrétion des

œufs a significativement diminué (une réduction de plus de 50 %) chez les brebis traitées avec la poudre de *S. mombin* (Lot 1 et Lot 2) comparé aux brebis Témoin. Notons qu'aucune différence significative n'a été observée entre les OPG des brebis des Lot 1 et 2. Contrairement aux lots traités, le niveau d'excrétion des œufs a augmenté chez les brebis non traitées avec la poudre (Témoin).

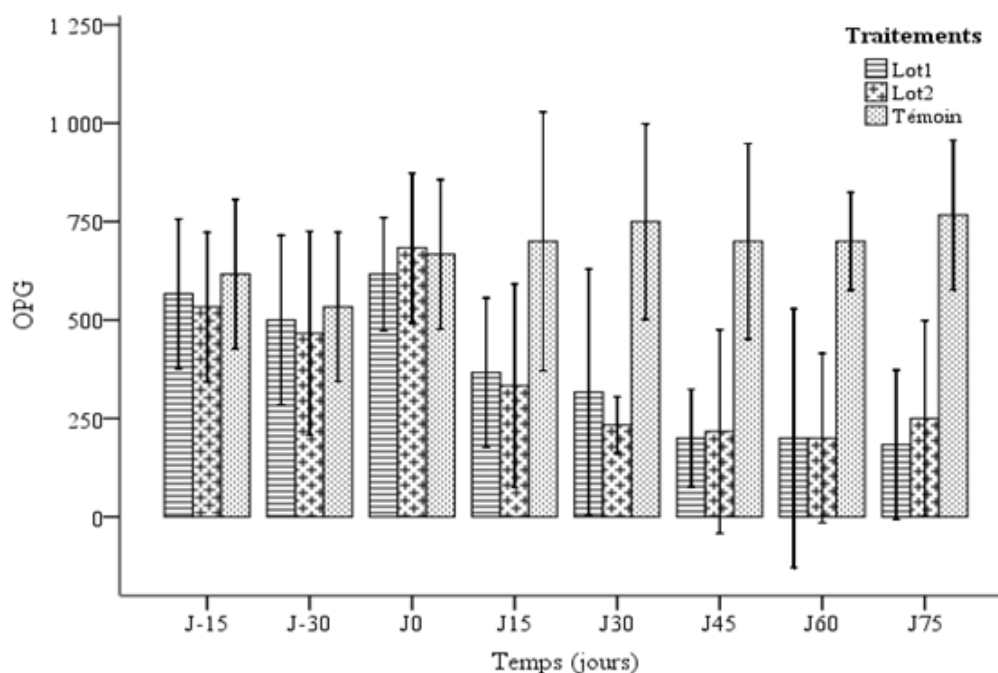


Figure 4 : Evolution des OPG des brebis en fonction des différents lots.

OPG variation in ewes according to treatment.

DISCUSSION

Les extraits de feuilles de *S. mombin* testés dans cette étude ont montré *in vitro* des effets anthelminthiques sur différents stades du cycle biologique de *haemonchus contortus*. Paolini *et al.* (2003) ont rapporté dans une étude *in vivo* réalisée sur les caprins que les conséquences de la consommation des plantes à tannins sur les parasites gastro-intestinaux dépendent du stade biologique du parasite. Par conséquent, cette étude se propose de comparer *in vitro*, l'effet anthelminthique des extraits de *S. mombin* sur deux stades biologiques de *Haemonchus contortus*. La larve infestante L3 et les vers adultes qui sont responsables de mécanismes pathologiques et de baisses de la production chez les animaux. *H. contortus* est

le parasite gastro-intestinal dominant dans les élevages ovins et caprins aussi bien au Sud de l'Afrique (Nieuwoudt, *et al.* 2002) que dans l'Est (Nginyi *et al.* 2001). Au Bénin, la prévalence de *H. contortus* est estimée à près de 92,5 % chez les ovins et caprins (Salifou, 1996).

La présente étude *in vitro* révèle que les extraits de *S. mombin* ont une activité anthelminthique sur les deux stades de développement étudiés du parasite *H. contortus* (larves et vers adultes).

L'effet anti-parasitaire des extraits sur la larve L3 a été mesuré par le test d'inhibition de la migration larvaire (LMI). Une réduction de la migration larvaire supérieure à 50 % a été obtenue au niveau de la plante extraite avec les deux solvants. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Hounzangbé-Adoté (2005) dans un essai sur 4 plantes tropicales

(*Newbouldia laevis*, *Zanthoxylum zanthoxyloïdes*, *Carica papaya* et *Morinda lucida*) évaluées sur le même parasite. Des valeurs similaires sont aussi rapportées par Alowanou (2012), Daouya (2012) et Chabi-China (2010) avec *Parkia biglobosa* et *Pterocarpus erinaceus*. Molan *et al.* (2000) rapportent un taux d'inhibition de la migration larvaire de 80 % avec *Hedysarum coronarium* testé sur *H. contortus*.

Les vers adultes sont significativement plus sensibles après 6 heures d'exposition aux extraits éthanoliques que les extraits méthanoliques. Un taux de motilité de 33 % a été observé avec le lévamisole 500 et l'extrait éthanolique 2400 µg/ml contre 100 % pour PBS. Sur les vers adultes (AMIA) après 36 heures d'exposition aux extraits de feuilles de *P. biglobosa* les travaux menés par Daouya (2012) et Alowanou (2012) indiquent un taux de réduction de motilité de 83 % quels que soient la dose et le solvant. Avec les extraits de *S. mombin* un taux de réduction de la motilité de 100 % a été observé quelle que soit la dose après 36 heures d'exposition. Les résultats obtenus par Daouya (2012) et Alowanou (2013) sont moins intéressants que ceux de la présente étude et montrent que les feuilles de *S. mombin* ont une forte activité anthelminthique sur le parasite étudié.

Les tests effectués *in vitro* permettent une évaluation rapide des propriétés anthelminthiques de différentes plantes testées et l'analyse des mécanismes d'action de ces plantes sur les parasites. Cependant, ces effets ne correspondent pas toujours aux conditions *in vivo* car les plantes sont métabolisées, la disponibilité et la concentration des composants actifs sont mal maîtrisées. Les résultats obtenus avec deux plantes tropicales du Bénin (*Zanthoxylum zanthoxyloïdes*, *Newbouldia laevis*) par Hounzangbé-Adoté (2004) ; Azando *et al.* (2011) ont montré l'efficacité de ces deux plantes aussi bien *in vitro* qu'*in vivo*. Par ailleurs, une plante active *in vitro* peut perdre son activité *in vivo*. C'est le cas de Fagara dont l'efficacité avérée *in vitro* n'a pas été confirmée *in vivo* (Hounzangbé-Adoté, 2004). C'est pourquoi nous nous proposons d'évaluer *in vivo*, l'effet anthelminthique des feuilles de *S. mombin*.

Les essais *in vivo* sur les brebis révèlent que le niveau d'excrétion des œufs a diminué chez les brebis parasitées traitées avec la poudre de *S. mombin*. Une réduction de 60,41 % des œufs excrétés a été observée chez les brebis

parasitées traitées avec la poudre de *S. mombin*. La feuille de *S. mombin* possède alors une forte activité anti parasitaire. Les résultats obtenus avec la poudre de feuille de *S. mombin* sont comparables à ceux obtenus par Adémola (2005). L'auteur a rapporté des propriétés anthelminthiques des feuilles de *S. mombin*. Selon Igwe *et al.*, (2010), ces propriétés sont liées à la présence des flavonoïdes, des tannins et des alcaloïdes dans les feuilles de *S. mombin*. Selon plusieurs auteurs, les molécules suspectées responsables des propriétés anti-parasitaires des plantes appartiennent à des classes biochimiques différentes, comme des protéinases (Steppek *et al.*, 2004, Hounzangbé-Adoté, 2004), des alcaloïdes (Githiori *et al.*, 2006), des saponines (Deepak *et al.*, 2002), des flavonoïdes (Barreau *et al.*, 2005) ou des tannins condensés (Paolini *et al.*, 2003). Ainsi, de nombreuses études ont montré que l'emploi des plantes bioactives, et en particulier celles contenant des tannins condensés, représente une alternative à l'emploi des anthelminthiques de synthèse (Niezen *et al.*, 1995 ; Kahn et Diaz-Hernandez, 2000 ; Githiori *et al.*, 2006 ; Hoste *et al.*, 2006 ; Ketzis *et al.*, 2006).

CONCLUSION

Les extraits de *S. mombin* ont une importante activité anthelminthique *in vitro* sur les larves L3 et les vers adultes d'*Haemonchus contortus*. Les activités biologiques obtenues à cet effet et confirmées par les tests *in vivo* réalisés sur les brebis soutiennent l'utilisation traditionnelle de cette plante dans le contrôle des helminthiases chez les petits ruminants.

REFERENCES

- Abo K.A., O. Ogunleev. and J.S. Ashidi. 1999. Antimicrobial potential of *Spondias mombin*, *Croton zambesicus* and *Zygotritonia crocea*. *Phytotherapy Res.*, 13 : 494 - 497.
- Ademola O., O. Fagemib. and S.O. Idowu. 2005. Anthelmintic activity of extract of *Spondias mombin* against gastrointestinal nematodes of sheep: studies *in vitro* and *in vivo*. *Trop Anim Health Prod.*, 37 (3) : 223 - 235.
- Akouedegni C. G., A. D. Adénilé. I. S. Gbégo. et M. S. Hounzangbé-Adoté. 2013. Efficacité des feuilles de *Spondias mombin* L. sur la pro-

- duction laitière et la croissance pondérale des ovins Djallonké au Sud-Bénin. Annales des Sciences Agronomiques, 17 (2) : 137 - 148.
- Alowanou G. 2012. Evaluation *in vitro* des propriétés anthelminthiques de *Parkia biglobosa* et de *Pterocarpus erinaceus* sur *Haemonchus contortus*. Mémoire de DEA. 37 - 41 p.
- Altaif K.I. 1979. Effect of anthelmintic treatment on the performance of Awassi sheep in Iraq. Trop Anim Hlth Prod, 11 : 241 - 245.
- Azando E.V.B., M.S. Hounzangbé-Adoté., P.A. Olounladé., S.N. Brunet., A. Fabre., Valentin. and Hoste H. 2011. Involvement of tannins and flavonoids in the *in vitro* effects of *Newbouldia laevis* and *Zanthoxylum zanthoxyloides* extracts on the exsheathment of third-stage infective larvae of gastrointestinal Nematodes. Veterinary Parasitology 180, 292 - 297.
- Barger I.A. 1982. Helminth parasites and animal production. In: Symons, LEA, Donald, AD, and Dineen, JK (ads), Biology and control of endoparasites. Academic Press, Sydney, Australia. Pp : 133 - 155.
- Barreau E., N. Fabre., I. Fouraste. and H. Hoste. 2005. Effect of bioactive compounds from sainfoin (*Onobrychis viciifolia Scop.*) on the *in vitro* larval migration of *Haemonchus contortus*: role of tannins and flavonol glycosides. Parasitology, 131 : 531 - 538.
- Chabi China T. 2010. Etude des propriétés anthelminthiques de *Pterocarpus erinaceus* et de *Khaya senegalensis* sur *Haemonchus contortus* un parasite interne des ovins Djallonké. Mémoire de DEA. 52 p.
- Corthout J. L.A. Pieters., M. Claeys., D.A. Van Den Berghe., A.J. Vlietinck. 1991. Antiviral caffeoyl esters from *Spondias mombin*, Phytochemistry, 30 (4) : 1129 - 30.
- Daouya Philémon., 2012. Evaluation *in vitro* des propriétés anthelminthiques de *Terminalia avicennnioides*, *Parkia biglobosa* et *Sclerocarya birrea*, sur *Haemonchus contortus* nématode parasite gastro-intestinal des ovins. Mémoire de DEA. 37 - 41 p.
- Deepak M., G. Dipankar., D. Prashanth., M.K. Asha., A. Amit., B.V. Venkataraman. 2002. Tribulosin and beta-sitosterol-D-glucoside, the anthelmintic principles of *Tribulus terrestris*. Phytomedicine 9 (8), 753 - 756.
- Etter E., C. Chartier., H. Hoste., I. Pors., Y. Lefrileux., C. Broqua., S. Vallade., C. Goudeau. 2000. Parasitisme par les nématodes du tube digestif et utilisation du pâturage : Épidémiologie de l'infestation dans les troupeaux caprins laitiers en France. Epidémiol. Santé Anim. 37, 75 - 86.
- Githiori J.B., S. Athanasiadou., S.M. Thamsborg. 2006. Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. Vet. Parasitol. 139 (4), 308 - 320.
- Hounzangbé-Adoté M.S. 2004. Propriétés anthelminthiques de quatre plantes tropicales testées *in vitro* et *in vivo* sur les nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants Djallonké. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, p.192.
- Hounzangbé-Adoté M.S., F.E. Zinsou., V. Hounkpè., K. Moutairou., H. Hoste. 2005. *In vivo* effects of fagara leaves on sheep infected with gastrointestinal nematodes. Trop. Anim. Health Product 37, 205 - 214.
- Hoste H., C. Chartier. 1998. Response to challenge infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in dairy goats. Consequences on milk production. Vet. Parasitol. 74 (1), 43 - 54.
- Hoste H., F. Jackson., S. Athanasiadou., S.M. Thamsborg., S.O. Hoskin. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. Trends Parasitol. 22 (6), 253 - 261.
- Igwe C.U., G.O.C. Onyeze, V.A. Onwuliri., C.G. Osuagwu., A.O. Ojiako. 2010. Evaluation of the Chemical Compositions of the Leaf of *Spondias Mombin* Linn from Nigeria Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(5) : 706 - 710.
- Irvine F., R.Woody., F.O. Plabohlin., Ogungbamila. 1997. Anti-inflammatory activity of selected Nigerian medicinal plants. Nigerian Journal of Natural Products and plants of Ghana. Oxford, London.
- Kahn L.P., A. Diaz-Hernandez. 2000. Tannins with anthelmintic properties. In : Tannins in livestock and human nutrition : ACIAR proceeding n.92, international workshop (BROOKER, ed.), Adelaide.
- Ketzis J.K., J. Vercruyse., B.E. Stromberg., M. Larsen., S. Athanasiadou., J.G. Houdijk. 2006. Evaluation of efficacy expectations for novel and non-chemical helminth control strategies in ruminants. Vet. Parasitol. 139 (4), 321 - 335.
- Kyriazakis I., D.H. Anderson., J.D. Oldham., R.L. Coop., F. Jackson. 1996. Long-term subclinical infection with *Trichostrongylus colubriformis*: effects on food intake, diet selection and performance of growing lambs. Veterinary Parasitology 61, 297 -

- 313.
- Molan A.L., S.O. Hoskin., T.N. Barry., W.C. Mc Nabb. 2000. Effect of condensed tannins extracted from four forages on the viability of the larvae of deer lungworms and gastrointestinal nematodes. *Vet. Rec.*, 147(2) : 44 - 48.
- Nginyi J.M., J.L. Duncan., D.J. Mellor., M.J. Stear., S.W. Wanyangu., R.K. Bain., P.M. Gatongi. 2001. Epidemiology of parasitic gastrointestinal nematode infections of ruminants on smallholder farms in central Kenya. *Research in Veterinary Science*, 70 ; 33 - 39.
- Nieuwoudt SW, H.E. Theron., L.P. Kruger. 2002. Genetic parameter for resistance to *Haemonchus contortus* in Merino sheep in South African. *Journal of South African Veterinary Association*, 73 ; 4 - 7.
- Niezen J.H., Waghorn TS, Charleston WA, Waghorn GC. 1995. Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either Lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins. *J. Agric. Sci.* 125, 281 - 289.
- Paolini V., J.P. Bergeaud., C. Grisez., F. Prevot., P. Dorchies., H. Hoste. 2003. Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.* 113 (3 - 4), 253 - 261.
- Poppi D.P., A.R. Sykes., R.A. Dynes. 1990. The effect of endoparasitism on host nutrition – the implications for nutrient manipulation. *Proceed New Zealand Soc Animal Prod* 50, 237 - 243.
- Rabel B., R. McGregor., P.G.C. Dough. 1994. Improved bioassay for estimation of inhibitory effects of ovine gastrointestinal mucus and anthelmintic on nematode larval migration. *Int. J. Parasitol.*, 24 : 671 - 676.
- Salifou S. 1996. Nématodes et nématodoses du tube digestif des petits ruminants du Sud Bénin : Taxonomie, épidémiologie et les facteurs de variation. Thèse Doct. Biol. Anim., Faculté des Sciences et techniques, université d'Anta Diop, Dakar, Sénégal, 162 p. (n° 018).
- Steppek G., J.M. Behnke., D.J. Buttle., I.R. Duce. 2004. Natural plant cysteine proteinases as anthelmintics. *Trends Parasitol.* 20 (7), 322 - 327.
- Torres-Acosta J.F. 1999. Supplementary feeding and the control of gastrointestinal nematodes of goats in Yucatan. The Royal Veterinary College. University of London, Mexico (p 269).
- Urquhart G.M., J. Armour., J.L. Duncan., A.M. Dunn., F.W. Jennings. 1996. *Veterinary Parasitology*, 2nd ed., Oxford, UK, Blackwell Science Ltd., 224 - 234.