



Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Effets anthelminthiques *in vivo* de la poudre de feuilles de *Zanthoxylum zanthoxyloides* et de *Newbouldia laevis* sur les nématodes parasites gastro-intestinaux des chevreaux Djallonké

E. V. B. AZANDO<sup>1</sup>, A. P. OLOUNLADE<sup>1</sup>, M. S. HOUNZANGBE-ADOTE<sup>1</sup> et  
H. HOSTE<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale, Département de Production Animale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

<sup>2</sup> UMR 1225 INRA/ENVT, Interactions Hôte Agents Pathogènes 23, Chemin des Capelles, F-31076 Toulouse, France.

<sup>3</sup> Université de Toulouse; ENVT; UMR 1225; F-31076 Toulouse, France.

\*Auteur correspondant, E-mail: [verickaz@yahoo.fr](mailto:verickaz@yahoo.fr); 01 BP 2115 Cotonou, Bénin, Tel. (+229) 90094969 / 95050518 Fax: (+229) 21303084

### RESUME

Les effets anthelminthiques de la poudre de feuilles de *Zanthoxylum zanthoxyloides* et de *Newbouldia laevis* ont été évalués *in vivo* sur *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* et *Oesophagostomum columbianum* chez les chevreaux Djallonké âgés de 4 à 5 mois. Les doses de 3,2 et 4,8 g/kg poids vif ont été administrées par voie orale pendant trois jours consécutifs. Le taux de réduction de l'excrétion fécale est respectivement passé, entre une et trois semaines après traitement de 55% à 84% pour *Z. zanthoxyloides* et de 82% à 97% pour *N. laevis*. Les poudres de *Z. zanthoxyloides* et de *N. laevis* ont significativement ( $p < 0,05$ ) réduit l'excrétion des œufs des strongles sans effet-dose mais avec une efficacité plus marquée pour *N. laevis*. Au bilan parasitaire, les deux plantes se sont montrées efficaces sur la viabilité des vers adultes de *H. contortus* sans effet-dose pour *Z. zanthoxyloides* mais dose dépendante pour *N. laevis*. Elles sont sans effets sur le nombre des vers adultes de *T. colubriformis* et de *O. columbianum*. Chez *H. contortus*, la poudre de *Z. zanthoxyloides* a réduit de façon significative ( $p < 0,05$ ) et sans effet-dose le nombre d'œufs par ver femelle (proliféricité) contrairement à *N. laevis*.

© 2011 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Chevreaux Djallonké, *Zanthoxylum zanthoxyloides*, *Newbouldia laevis*, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Oesophagostomum columbianum*.

### INTRODUCTION

Les parasitoses digestives constituent une pathologie majeure chez les petits ruminants entretenus au pâturage et peuvent parfois entraîner des pertes importantes de

production (Hoste and Chartier, 1993 ; Veneziano et al., 2007). La pathogénie des strongles gastro-intestinaux repose sur la perturbation de l'assimilation des aliments, la génération de lésions traumatiques à la

© 2011 International Formulae Group. All rights reserved.

muqueuse digestive de l'hôte ce qui diminue la fonction d'absorption, et la sécrétion puis l'excrétion de substances qui perturbent de par leur nature biochimique variée l'équilibre physiologique de l'hôte vertébré (Hoste et al., 1997).

Depuis plusieurs décennies, le contrôle du parasitisme chez les ruminants s'est essentiellement appuyé sur l'utilisation de molécules anthelminthiques de synthèse, dont l'efficacité n'a cessé d'augmenter au fur et à mesure du développement de nouvelles familles. Parallèlement à un emploi croissant et pas toujours raisonné de ces produits chimiques, les parasites sont devenus plus résistants aux antiparasitaires (Chartier et al., 2001 ; Waller, 2006). Face à l'inquiétante généralisation de la résistance des nématodes à ces produits (Kaplan, 2004; Waller, 2006), il devient primordial de mettre au point de nouvelles méthodes de contrôle du parasitisme. On ne saurait actuellement s'affranchir totalement de l'emploi des anthelminthiques classiques (Waller, 2006 ; Ketzis, 2006), mais la production doit répondre aux attentes des consommateurs sur la demande de plus en plus forte de réduction d'emploi de produits chimiques en élevage dans le contexte de l'agriculture durable (Hammond et al., 1997 ; Waller and Thamsborg, 2004).

Dans les pays en voie de développement, la faible couverture vaccinale, combinée à l'inaccessibilité aux produits vétérinaires et autres intrants zootechniques (Hammond et al., 1997), ainsi que les contrefaçons, prédisposent tout naturellement les éleveurs à faire grandement recours à un ensemble de substances à base des plantes et/ou des minéraux pour soigner leurs animaux. En effet, les éleveurs nomades, pour faire face aux nombreuses maladies animales, utilisent un riche arsenal thérapeutique du fait de leurs connaissances séculaires et ancestrales de l'art vétérinaire (Bâ, 1994; Anjaria, 1996).

La flore africaine réputée pour sa richesse comprend des milliers d'espèces végétales parmi lesquelles certaines ont fait l'objet d'études scientifiques. On peut citer dans la gamme des plantes utilisées comme anthelminthiques dans la pharmacopée vétérinaire *Cissampelos mucronata*, *Senecio lyratipartitus*, *Croton macrostachys* (Minja, 1994), *Berlina grandiflora* (Enwerem, 2001), *Chenopodium ambrosioides*, (Ketzis et al., 2006), *Vernonia amygdalina*, *Annona senegalensis*, (Alawa et al., 2003), *Newbouldia laevis*, *Zanthoxylum zanthoxyloïdes*, *Morindia lucida*, *Momordica balsamina*, *Carica papaya* (Hounzangbé-Adoté, 2004), *Leucaena leucocephala* (Ademola and Idowu, 2006). *Newbouldia laevis* de la famille des Bignoniaceae et *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* de la famille des Rutaceae sont deux espèces de plantes répandues un peu partout dans les régions tropicales dont le Bénin. La valeur médicinale de ces deux plantes se trouve dans certains métabolites secondaires qu'elles contiennent. Les constituants bioactifs les plus importants de *Newbouldia laevis* et de *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* sont des alcaloïdes, des tanins, des flavonoïdes, des composés phénoliques et des huiles essentielles (Diéguez-Hurtado et al., 2003 ; Olounladé, 2005 ; Eyong et al., 2006).

Les tests menés par Hounzangbé-Adoté (2004) ont mis en évidence *in vitro* et *in vivo* l'effet anthelminthique de ces plantes locales sur les nématodes gastro-intestinaux des ovins Djallonké.

Le but de cette étude est d'évaluer *in vivo* chez les chevreaux Djallonké, l'efficacité de la poudre de *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* et de *Newbouldia laevis* sur les strongles gastro-intestinaux, parasites dominants des petits ruminants au Bénin.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel

Le matériel végétal, composé de feuilles de *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* et de

*Newbouldia laevis*, a été identifié et un échantillon de référence se trouve à l'Herbier National de l'Université d'Abomey- Calavi sous les numéros respectifs AA 6301 / HNB et AA 6302 / HNB. Les feuilles récoltées matures au Sud du Bénin, séchées en salle (25 °C), sont ensuite réduites en poudre.

Le matériel animal est composé de chevreaux Djallonké de 4 à 5 mois d'âge, identifiés à l'aide de plaques de bois numérotées et logés dans des enclos en matériaux locaux, bien aérés. Ces animaux sont nourris aux fourrages secs de *Panicum maximum*, au son de maïs, aux tourteaux de palmiste et aux épiluchures de manioc.

L'essai a eu lieu à Coussi un village de la commune de Toffo dans le département de l'Atlantique au sud du Bénin.

### Méthodologie

Les essais sont effectués dans le cadre d'une infestation naturelle. Après une coproscopie quantitative pour déterminer leur degré d'infestation, les chevreaux sont répartis en cinq (5) lots de cinq (5) animaux. Les lots sont équilibrés sur les valeurs OPG :

Lot 1 : témoin négatif sans traitement (lot contrôle);

Lot 2 : traité avec la poudre de *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* à la dose de 3,2 g/kg poids vif ;

Lot 3 : traité avec la poudre de *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* à la dose de 4,8 g/kg poids vif ;

Lot 4 : traité avec la poudre de *Newbouldia laevis* à la dose de 3,2 g/kg poids vif ;

Lot 5 : traité avec la poudre de *Newbouldia laevis* à la dose de 4,8 g/kg poids vif.

Au jour zéro ( $J_0$ ) les animaux sont répartis par lot en claustration absolue dans des enclos séparés. La poudre est administrée par voie orale avec un peu d'eau en une prise journalière pendant trois (3) jours consécutifs : jours quatorze, quinze et seize ( $J_{14}$ ,  $J_{15}$  et  $J_{16}$ ). Deux types de mesure sont

effectués, les mesures indirectes fondées sur l'excrétion fécale des œufs et les mesures directes fondées sur les bilans parasitaires. L'OPG (nombre d'œufs par gramme de fèces), la viabilité des vers adultes et la fertilité des vers femelles sont les paramètres mesurés.

Les examens coprologiques sont hebdomadaires et l'OPG est déterminé suivant la technique de Mc Master (Hansen and Perry, 1995). Les animaux ont été sacrifiés trois semaines après les traitements à  $J_{35}$  et les vers adultes de *Haemonchus contortus* ont été dénombrés dans la caillette, ceux de *Trichostrongylus colubriformis* dans l'intestin grêle et ceux de *Oesophagostomum columbianum* dans le gros intestin. La fertilité individuelle des vers femelles est déterminée par la technique décrite par Kloosterman et al. (2006).

### Analyses statistiques

La comparaison des traitements s'est faite au moyen de test de comparaison de moyenne (test T de Student) sur le logiciel Statistica<sup>®</sup> et les différences sont considérées significatives au seuil de 5%. Pour minimiser les variations, les OPG ont subi une transformation  $\log(x + 1)$  avant les analyses statistiques. L'effet dose a été mis en évidence à l'aide du modèle linéaire général (GLM) sur Systat 9 (SPSS Ltd). Le logiciel Excel 2003<sup>®</sup> de Microsoft<sup>®</sup> a servi à faire les graphiques.

## RESULTATS

### Effet sur l'excrétion des œufs

Chez les chevreaux, les poudres de *Z. zanthoxyloïdes* et de *N. laevis* ont significativement réduit l'excrétion des œufs par les vers adultes dès la semaine de traitement avec effet prolongé comme l'indique la Figure 1. En effet, pendant que l'OPG du lot témoin s'est accru de 18 à 55%, le taux de réduction de l'excrétion fécale est respectivement passé de  $J_{21}$  à  $J_{35}$  de 55% à 84% pour *Z. zanthoxyloïdes* et de 82% à 97%

pour *N. laevis*. Il n'y a pas de différence significative entre les doses de 3,2 g et 4,8 g mais *N. laevis* a montré une efficacité plus marquée sur la réduction du taux de ponte que *Z. zanthoxyloïdes*.

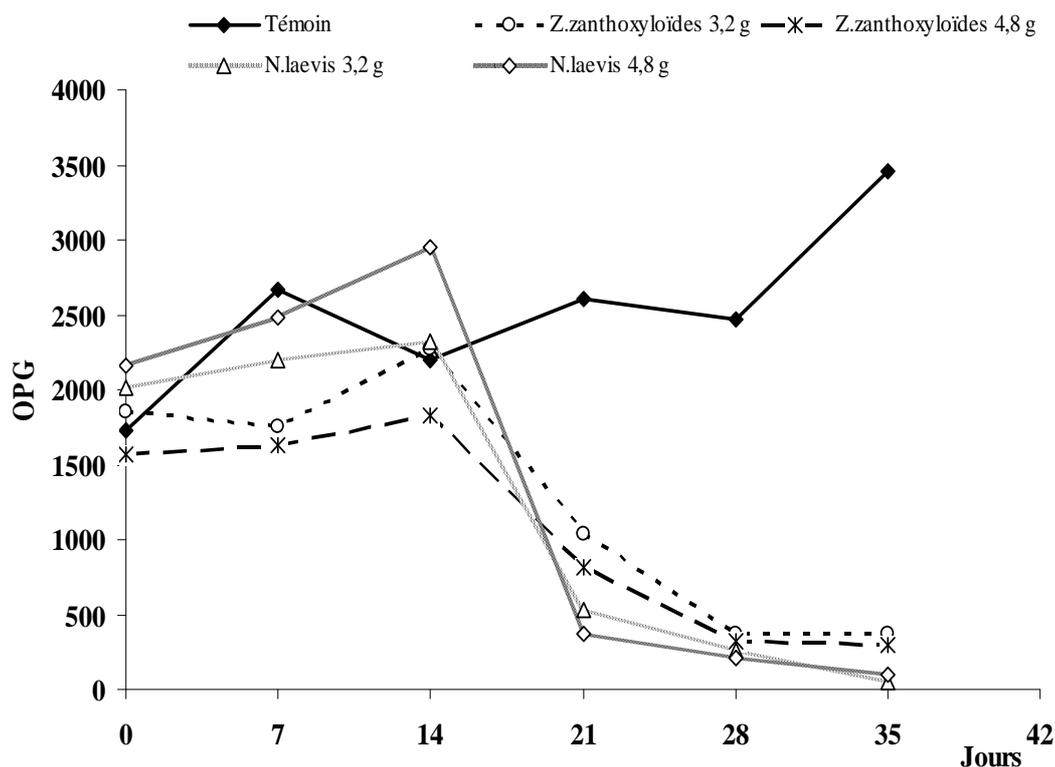
#### Effet sur la viabilité des vers adultes

Les poudres de *Z. zanthoxyloïdes* et de *N. laevis* se sont montrées efficaces sur la viabilité des vers adultes de *H. contortus* en réduisant de façon significative leur nombre à l'examen post-mortem chez les chevreaux (Tableau 1). Pour les doses testées, cette réduction s'est opérée sans effet dose pour *Z. zanthoxyloïdes* mais avec effet dose pour *N. laevis*. En ce qui concerne les *Trichostrongylus colubriformis* dénombrés dans l'intestin grêle et les *Oesophagostomum columbianum* inventoriés dans le gros intestin,

il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des vers des lots témoin et traités, ni entre les doses testées (Tableau 1).

#### Effet sur la fertilité des vers adultes femelles

Chez les chevreaux et aux doses testées, la poudre de *Z. zanthoxyloïdes* réduit de façon significative et sans effet dose chez *H. contortus* le nombre d'œufs par vers femelles prouvant ainsi une activité sur la fertilité des vers femelles de *H. contortus* (Tableau 2). A l'opposé, les vers femelles de *H. contortus* présentent la même prolificité aussi bien chez les animaux traités avec la poudre de *N. laevis* que chez les témoins (Tableau 2). *N. laevis* n'a donc pas d'effet sur la prolificité des vers de *H. contortus*.



**Figure 1 :** Variation de l'excrétion fécale chez les chevreaux avant et après traitement par les poudres de feuilles des plantes aux jours 14, 15 et 16.

**Tableau 1 :** Variation du nombre de vers adultes dans l'abomasum et les intestins après traitement par les poudres de feuilles des plantes.

Espèces de parasites	Lots d'animaux	Dose/kg Poids Vif	Total des vers	Effet sur Viabilité	Effet dose
<i>Haemonchus contortus</i>	Témoin négatif	0,0 g	727 ± 110	a	-
	<i>Z. zanthoxyloïdes</i>	3,2 g	203 ± 168	b	NS
	<i>Z. zanthoxyloïdes</i>	4,8 g	113 ± 114	b	NS
	<i>N. laevis</i>	3, 2 g	214 ± 122	c	S
	<i>N. laevis</i>	4,8 g	55 ± 64	c	S
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Témoin négatif	0,0 g	473 ± 208	d	-
	<i>Z. zanthoxyloïdes</i>	3,2 g	90 ± 115	d	NS
	<i>Z. zanthoxyloïdes</i>	4,8 g	133 ± 121	d	NS
	<i>N. laevis</i>	3,2 g	413 ± 194	d	NS
	<i>N. laevis</i>	4,8 g	355 ± 7	d	NS
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	Témoin négatif	0,0 g	57 ± 55	e	-
	<i>Z. zanthoxyloïdes</i>	3,2 g	13 ± 12	e	NS
	<i>Z. zanthoxyloïdes</i>	4,8 g	27 ± 31	e	NS
	<i>N. laevis</i>	3,2 g	82 ± 115	e	NS
	<i>N. laevis</i>	4,8 g	147 ± 161	e	NS

Les valeurs sur une même colonne suivies de lettres différentes sont significativement différentes à  $p < 0,05$ . Effet significatif (S) si probabilité  $p < 0,05$  ; Effet non significatif (NS) si probabilité  $p > 0,05$

**Tableau 2 :** Variation du nombre d'œufs par vers femelles après traitement par les plantes.

Parasites	Lots d'animaux	Dose/kg Poids Vif	Œufs par vers femelle	Effet sur fertilité	Effet dose
<i>Haemonchus contortus</i>	Témoin négatif	0,0 g	845 ± 304	a	-
	<i>Z. zanthoxyloïdes</i>	3,2 g	198 ± 71	b	NS
	<i>Z. zanthoxyloïdes</i>	4,8 g	216 ± 70	b	NS
	<i>N. laevis</i>	3, 2 g	640 ± 194	a	NS
	<i>N. laevis</i>	4,8 g	585 ± 188	a	NS

Les valeurs sur une même colonne suivies de lettres différentes sont significativement différentes à  $p < 0,05$ . Effet significatif (S) si probabilité  $p < 0,05$  ; Effet non significatif (NS) si probabilité  $p > 0,05$

## DISCUSSION

Les poudres de feuilles de *Z. zanthoxyloïdes* et de *N. laevis* ont significativement réduit l'excrétion fécale des œufs de strongles chez les animaux traités de même que le nombre de vers adultes de *H. contortus* indiquant ainsi que ces deux plantes sont dotées d'une activité anthelminthique *in vivo* chez les chevreux. Ces résultats avaient déjà été obtenus *in vivo* sur les ovins Djallonké avec les feuilles fraîches de *N. laevis* (Olounladé, 2005) et de *Z. zanthoxyloïdes* (Hounzangbé-Adoté, 2004)

ainsi qu'*in vitro* avec les extraits de ces mêmes plantes (Hounzangbé-Adoté, 2004)

La réduction du taux de l'OPG relève de la diminution du nombre de vers adultes ou de la perturbation de la fécondité des vers femelles. Les données de l'expérience indiquent une diminution significative du nombre de vers d'*Haemonchus* par les deux plantes qui sont restées par contre inefficaces aux doses testées sur *T. colubriformis* et *O. columbianum*. Ces résultats, pour ce qui est de la viabilité, sont contraires à ceux obtenus *in vivo* avec les feuilles fraîches qui ont indiqué

que *Zanthoxylum* a un effet plutôt orienté sur la fertilité des vers adultes de *H. contortus* que sur leur viabilité (Hounzangbé-Adoté, 2004), mais ils sont conformes avec l'activité de *N. laevis* décrite sur les adultes de *H. contortus* (Olounladé, 2005 ; Hounzangbé-Adoté, 2004). Cependant les doses et les fréquences d'ingestion des plantes anthelminthiques constituent des facteurs importants à maîtriser pour une bonne efficacité, les concentrations dans le digestat pouvant varier d'une portion à l'autre du tractus digestif. Molan et al. (2000) ont évalué la quantité journalière de tanin condensé dans la ration de maintenance des moutons de fourrages à environ 30 à 120 g à travers le tractus digestif.

Les espèces de trichostrongles digestifs n'ont pas la même prolificité (Chartier et al., 2000) et ce sont avant tout les femelles de *H. contortus* qui sont très prolifiques (5000 à 10000 œufs par femelle et par jour). Ainsi, la baisse de fécondité obtenue avec la poudre de *Z. zanthoxyloides* corrobore les résultats de Hounzangbé-Adoté (2004) et confirme l'efficacité de cette plante sur la baisse de la fertilité de *H. contortus*.

Les plantes médicinales doivent ces propriétés anthelminthiques à leur composition chimique. L'analyse phytochimique indique que *N. laevis* renferme les grandes familles de composés tels que : des dérivés phénoliques (flavonoïdes, tanins, acides phénoliques, glucuronat de flavones et flavonols), des mucilages, des traces d'huiles essentielles, des alcaloïdes, des anthocyanes, des glucides, des dérivés quinoniques (naphtaquinones), des saponosides, des stéroïdes et triterpénoïdes, des quinones et des alcaloïdes associés à des pigments (Olounladé, 2005 ; Eyong et al., 2006). Quant au genre *Zanthoxylum*, il a révélé la présence d'une forte proportion de tanins ; plusieurs molécules d'alcaloïdes, (Kerharo and Adam 1974 ; Couillerot et al., 1994 ; Diéguez-Hurtado et al., 2003), ont été isolées des différents organes de la plante.

Les tanins et les flavonoïdes jouent un rôle essentiel dans l'activité anthelminthique des plantes (Paolini et al., 2003 ; Barrau et al.,

2005). En effet, l'usage de plantes riches en tanins a été proposé comme une stratégie alternative pour le contrôle des nématodes gastro-intestinales chez les petits ruminants dans le but de réduire la dépendance vis-à-vis des traitements anthelminthiques chimiques et de différer la sélection et la transmission des résistances aux anthelminthiques dans les populations de vers (Hoste et al., 2006; Ketzis et al., 2006). Plusieurs études chez les ovins et caprins ont montré qu'une alimentation riche en tanins a été associée à une modulation de la biologie des populations de vers adultes, en affectant l'excrétion de l'œuf en particulier (Paolini et al., 2005; Lange et al., 2006). Chez les ovins infestés naturellement, il a été observé que la consommation des plantes riches en tanins condensés, favorisait à la fois la résilience et la résistance des sujets parasités (Athanasidou et al., 2001a ; Niezen et al., 2002 ). Ces données ont ensuite été confirmées lors d'infestations expérimentales, en utilisant différentes sources de tanins, chez les moutons (Athanasidou et al., 2001b) puis chez la chèvre (Paolini et al., 2003). L'hypothèse d'un mode d'action direct des tanins condensés sur les nématodes gastro-intestinaux a été évoquée par de nombreux auteurs (Athanasidou et al., 2001b; Hoste et al., 2006). Cette hypothèse est confortée d'une part, par le fait que des effets anthelminthiques aient été mesurés *in vitro*, conditions où l'influence de l'hôte est absente (Paolini et al., 2004; Bahuaud et al., 2006), et d'autre part par les résultats obtenus lors des essais *in vivo* sur de courte durée, peu favorable à l'expression d'une réponse immunitaire de l'hôte (Athanasidou et al., 2001b; Paolini et al., 2003). Toutefois, si les groupes métaboliques secondaires sont certains, les molécules responsables de l'effet anthelminthique de *Z. zanthoxyloides* et de *N. laevis* ne sont pas encore bien connues et restent à identifier ainsi que leurs mécanismes propres.

## Conclusion

*Zanthoxylum zanthoxyloides* et *Newbouldia laevis* ont montré une activité

anthelminthique *in vivo* sur les nématodes gastro-intestinaux les plus importants des chevreux. Les poudres de feuilles de *Z. zanthoxyloïdes* et de *N. laevis* ont significativement réduit l'excrétion des œufs des strongles sans effet-dose mais avec une efficacité plus marquée pour *N. laevis*. Les deux plantes se sont montrées efficaces sur la viabilité des vers adultes de *H. contortus* sans effet-dose pour *Z. zanthoxyloïdes* mais avec effet dose dépendante pour *N. laevis*. Elles n'ont pas eu d'effet sur le nombre des vers adultes des autres espèces de nématodes comme *T. colubriformis* et *O. columbianum*. Chez *H. contortus*, la poudre de *Z. zanthoxyloïdes* a réduit de façon significative et sans effet-dose le nombre d'œufs par ver femelle contrairement à *N. laevis*. Comme alternative aux anthelminthiques classiques, ces plantes pourraient donc être également utilisées sous forme de poudre de feuilles dans le contrôle des parasitoses gastro-intestinales chez les chevreux. Des investigations complémentaires doivent néanmoins se poursuivre aussi bien *in vitro* qu'*in vivo* pour connaître les molécules bioactives responsables de cette activité et comprendre leurs mécanismes d'action.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le projet CORUS2 - 6040, le Service National de la Recherche Agricole (SNRA) et l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) à travers le programme APPRA 2006 pour leur appui financier et les éleveurs de petits ruminants du site de Toffo qui ont participé à cet essai.

#### REFERENCES

Ademola IO, Idowu SO. 2006. Anthelmintic activity of *Leucaena leucocephala* seed extract on *Haemonchus contortus*-infective larvae. *Vet. Rec.*, **158**: 485–486.

Alawa CBI, Adamu AM, Gefu JO, Ajanusi OJ, Abdu PA, Chiezey NP, Alawa JN, Bowman DD. 2003. *In vitro* screening of two Nigerian medicinal plants (*Vernonia amygdalina* and *Annona senegaiensis*) for

anthelmintic activity. *Vet. Parasitol.*, **113**: 73–81.

Anjaria J. 1996. Ethnoveterinary pharmacology in India: Past, present and future. In *Intermediate Technology London*, McCorkle MC, Mathias E, Schilhorn Van Veen TW (Editors). 137-147.

Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL. 2001a. The effects of condensed tannins supplementation of foods with different protein content on parasitism, food intake and performance of sheep infected with *Trichostrongylus colubriformis*. *Br. J. Nutr.*, **86**(6): 697-706.

Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL. 2001b. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: *in vitro* and *in vivo* studies. *Vet. Parasitol.*, **99**(3): 205-219.

Bâ AS. 1994. L'art vétérinaire et la pharmacopée traditionnelle en Afrique. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **13**: 373-395.

Bahuaud D, Martinez-Ortiz De Montellano C, Chauveau S, Prevot F, Torres-Acosta F, Fouraste I, Hoste H. 2006. Effects of four tanniferous plant extracts on the *in vitro* exsheathment of third-stage larvae of parasitic nematodes. *Parasitology*, **132**(4): 545-554.

Barrau E, Fabre N, Fouraste I, Hoste H. 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**(4): 531-538.

Chartier C, Itard J, Morel P, Troncy P. 2000. *Précis de Parasitologie Vétérinaire Tropicale*. Paris.

Chartier C, Lespine A, Hoste H, Alvinerie M. 2001. Les endectocides chez les caprins : pharmacologie, efficacité et conditions d'utilisation dans le contexte de la résistance aux anthelminthiques. *Renc. Rech. Rum.*, **8**: 181-186.

- Couillerot E, Caron L, Audran JC, Molinatti P, Le Men Olivier L, Jardillet JC, Chenieux JC. 1994. Benzophenanthridine and furoquinoline accumulation in cell suspension culture of *Fagara zanthoxyloïdes*. *Phytochemistry*, **37**: 425-428.
- Diéguez-Hurtado R, Garrido G, Prieto Gonzalez S, Iznaga Y, Gonzalz L, Molina Tores J, Curini M, Epifano F, Marcotullio MC. 2003. Antifungal activity of some Cuban Zanthoxylum species. *Fitoterapia*, **74**: 384-386.
- Enwerem NM, Okogun JI, Wambebe CO, Okorie DA, Akah PA. 2001. Anthelmintic activity of the stem bark extracts of *Berlina grandiflora* and one of its active principles, Betulinic acid. *Phytomed.*, **8**: 112 -114.
- Eyong KO, Folefoe GN, Kuete V, Beng VP, Krohn K, Hussain H, Nkengfack AE, Saefel M, Sarite SR, Hoerauf A. 2006. Newbouldiaquinone A: a naphthoquinone –anthraquinone ether coupled pigments, as a potential antimicrobial and antimalarial agents for *Newbouldia laevis*. *Phytochemistry*, **67**: 605-609.
- Hammond JA, Fielding D, Bishop SC. 1997. Prospects for plant anthelmintics in tropical veterinary medicine. *Anim. Health Res. Rev.*, **21**: 213-228.
- Hansen J, Perry B. 1995. *Épidémiologie, Diagnostic et Prophylaxie des Helminthiases des Ruminants Domestiques* (7nd edn). FAO : Rome, Italie.
- Hoste H, Chartier C. 1993. Comparison of the effects on milk production of concurrent infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in high- and low-producing dairy goats. *Am. J. Vet. Res.*, **54**: 1886-1893.
- Hoste H, Huby F, Mallet S. 1997. Strongyloses gastro-intestinales des ruminants: conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques. *Le Point Vétérinaire*, **28**: 1835-1841.
- Hoste H, Jackson F, Athanasiadou S, Thamsborg SM, Hoskin SO. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitol.*, **22**(6): 253-261.
- Hounzangbé-Adoté MS. 2004. Propriétés anthelminthiques de 4 plantes tropicales testées *in vitro* et *in vivo* sur les nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants Djallonké. Thèse de doctorat es Sciences, FAST – Universté d’Abomey-Calavi, p. 205.
- Kaplan RM. 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol.*, **20**(10): 477-481.
- Kerharo J, Adam JG. 1974. *La Pharmacopée Sénégalaise Traditionnelle. Plantes Médicinales et Toxiques*. Vigot frères: Paris.
- Ketzis JK, Vercruysse J, Stromberg BE, Larsen M, Athanasiadou S, Houdijk JG. 2006. Evaluation of efficacy expectations for novel and non-chemical helminth control strategies in ruminants. *Vet. Parasitol.*, **139**(4): 321-335.
- Kloosterman A, Albers GAA, Van den Brink R. 1978. Genetic variations among calves in resistance to nematode parasites. *Vet. Parasitol.*, **4**: 353-368.
- Lange KC, Olcott DD, Miller JE, Mosjidis JA, Terrill TH, Burke JM, Kearney MT. 2006. Effect of sericea lespedeza (*Lespedeza cuneata*) fed as hay, on natural and experimental *Haemonchus contortus* infections in lambs. *Vet. Parasitol.*, **141**(3-4): 273-278.
- Minja MMJ. 1994. Medicinal Plants used in the promotion of animal health in Tanzania. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **13**(3): 905 - 925.
- Molan AL, Hoskin SO, Barry TN, Mc Nabb WC. 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.
- Niezen JH, Charleston WAG, Robertson HA, Shelton ID, Waghorn G, Green R. 2002.

- The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.*, **105**: 229-245.
- Olounladé AP. 2005. Effets anthelminthiques des feuilles de *Newbouldia laevis* testées *in vivo* sur les nématodes gastro-intestinaux (*Haemonchus contortus* et *Trichostrongylus colubriformis*) chez les moutons Djallonké. Memoire DEA, Pharmacologie-Physiologie, Université de Lomé, p. 65.
- Paolini V, Bergeaud JP, Grisez C, Prevot F, Dorchies P, Hoste H. 2003. Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.*, **113**(3-4): 253-261.
- Paolini V, Fouraste I, Hoste H. 2004. *In vitro* effects of three woody plant and sainfoin extracts on 3rd-stage larvae and adult worms of three gastrointestinal nematodes. *Parasitology*, **129**(1): 69-77.
- Paolini V, De La Farge F, Prevot F, Dorchies P, Hoste H. 2005. Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.*, **127**(3-4): 277-283.
- Veneziano V, Rinaldi L, Caputo AR, Fedele V, Gringoli G. 2007. Effects of gastrointestinal strongyle parasitism on milk quality. In: *The Quality of Goat Products*. IGA-CRA: Bella, Italy; 142-145.
- Waller PJ, Thamsborg SM. 2004. Nematode control in 'green' ruminant production systems. *Trends Parasitol.*, **20**(10): 493-497.
- Waller PJ. 2006. From discovery to development: current industry perspectives for the development of novel methods of helminth control in livestock. *Vet. Parasitol.*, **139**(1-3): 1-14.