



EFFETS DE L'ADMINISTRATION DES POUDRES DE FEUILLES DE *PTEROCARPUS ERINACEUS* ET DE COSSES DE FRUITS DE *PARKIA BIGLOBOSA* SUR DES OVINS DJALLONKE PARASITES PAR *HAEMONCHUS CONTORTUS*

DEDEHOU Nadège VFG¹, AWOHOUEJJI DYG¹, HOUNZANGBE-ADOTE Sylvie¹, GANGBO Flore²

¹Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

²Faculté des Sciences de la Santé, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, 01 BP 188 Bénin

Correspondance : DEDEHOU Nadège, tél : 95198023 ; Email : nadegedehou@yahoo.fr

RESUME

Introduction ; Les plantes bioactives surtout celles riches en tanins représentent une alternative prometteuse pour le contrôle des parasitoses gastro-intestinales des petits ruminants. Des études *in vitro* et *in vivo* ont montré que *P. biglobosa* et *P. erinaceus* possèdent des propriétés anthelminthiques. Notre étude visait à évaluer les effets de *P. biglobosa* et de *P. erinaceus* sur les ovins Djallonké préalablement parasités par *Haemonchus contortus*.

Cadre, matériel et méthode : L'essai sur les ovins, les tests parasitologiques et histologiques ont été respectivement effectués : 1) sur la ferme de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi ; 2) au Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin ; 3) au Laboratoire d'Histologie de l'Institut des Sciences Biomédicales Appliquées (ISBA) à Cotonou au Bénin. Vingt ovins ont été répartis en quatre lots de 5 ovins comme il suit : 1) Le lot témoin neutre n'a pas été infesté et n'a reçu aucun traitement ; 2) trois lots ont été parasités par l'administration par voie orale de 2000 larves L₃s de *H. contortus* ; a) un des trois lots parasités n'a reçu aucun traitement (témoins négatifs) ; b) un des trois lots parasités a été traité avec 3,2g/kg/jour de poudre de *P. biglobosa* et c) un des trois lots parasités a été traité avec 3,2g/kg/jour de poudre de *P. erinaceus*. Les variables étudiées sont : le poids, l'aspect macroscopique des organes (foie, cœur, rate, poumons, pancréas et reins) et l'aspect histologique de la paroi fundique (abomasum).

Résultats : Les divers traitements n'ont pas eu d'effet notable sur le poids des organes. Dans tous les lots, la plupart des organes présentait un aspect macroscopique normal. Toutefois, on notait dans le foie, de façon variable, la présence de nodules en surface et en profondeur chez 75% du lot témoin négatif, 50% du lot traité avec *P. biglobosa* et 25% du lot traité avec *P. erinaceus*. Sur le plan histologique, les glandes gastriques et des cellules sécrétrices de HCl étaient normales dans tous les lots sauf le lot témoin négatif où elles étaient à parois plus minces. Dans tous les lots parasités, on notait une inflammation de l'abomasum, généralisée dans le lot de témoin négatif, de moindre importance dans le lot traité avec *P. erinaceus* et dans le lot traité avec *P. biglobosa*, une alternance de zones riches et pauvres en cellules inflammatoires.

Conclusion : La diminution de l'importance de l'inflammation au niveau des lots traités laisse supposer une certaine réparation des lésions. Des investigations complémentaires sont toutefois nécessaires pour approfondir le mécanisme d'action de la diminution de l'inflammation observée dans les deux lots traités.

Mots clés : *Parkia biglobosa* - *Pterocarpus erinaceus* – *Haemonchus contortus* – lésions fundiques – ovins Djallonké.

ABSTRACT

Introduction: Bioactive plants especially tanniniferous plants represent a promising alternative for controlling gastrointestinal nematodes of small ruminants. Both *in vitro* and *in vivo* studies have shown the anthelmintic properties of *P. biglobosa* and *P. erinaceus*. This experiment aimed to evaluate the effects of *P. biglobosa* and *P. erinaceus* in Djallonké sheep

Materials and methods : Twenty sheep were divided into four groups of 5 sheep as it follows: 1) the neutral control group did not receive any treatment; 2) three groups were infected with 2000 L₃s larvae of *H. contortus*; a) one of the three infected groups did not receive any treatment (negative control group); b) one of the three infected groups was treated with 3,2g/kg/day of powder of *P. biglobosa* and c) one of the three infected groups was treated with 3,2g/kg/day of powder of *P. erinaceus*. The studied variables were: organ weight, organ macroscopic aspect (liver, heart, miss, lung, pancreas and kidney) and the histological aspect of the fundus (abomasum).

Results: Various treatments did not have a notable effect on organs weights. In all the groups, the majority of the organs presented a normal macroscopic aspect. However the presence of nodules on surface and in-depth was detected on livers in all groups except the neutral control group. On histological level, the gastric glands and HCl secreting cells were normal in all the groups except the negative control group. In all group infected, abomasum inflammation was noted. The inflammation was generalized in negative control group, was in less importance in the group treated with *P. erinaceus* and in the group treated with *P. biglobosa*, an alternation of rich and poor zone in inflammatory cells was noted.

Conclusion: Reduction in the inflammation importance in treated groups would suppose a certain repair of the lesions. Complementary investigations are however necessary to understand the plants action mechanisms.

Keywords: *Parkia biglobosa* - *Pterocarpus erinaceus* – *Haemonchus contortus* – fundus lesions – Djallonké sheep.

INTRODUCTION

Les infestations parasitaires par les nématodes gastro-intestinaux constituent un frein à la productivité des élevages de petits ruminants surtout en zone tropicales ou subtropicales (Perry *et al.*, 2002).

Elles sont responsables de pertes importantes de production dans les élevages de petits ruminants (dégradation de l'état général des ovins ; troubles digestifs avec diarrhée et perte de poids ; laine de mauvaise qualité, altération des capacités de reproduction (Knox *et al.*, 2006 ; Veneziano *et al.*, 2007).

Le spectre parasitaire au Bénin est dominé par *Haemonchus contortus* avec une prévalence de 79,41% (Attindéhou, 2012).

L'haemonchose, due au nématode *H. contortus*, est une maladie parasitaire très dangereuse et l'une des plus redoutables (Hoste *et al.*, 2005).

Le pouvoir pathogène de ce nématode est principalement lié à son action spoliatrice sur l'hôte (mode d'alimentation hématophage ayant pour conséquence une spoliation de sang et une anémie) (Hounzangbé-Adoté *et al.*, 2005), mais également à un effet traumatique local (lors de la phase parasitaire intramuqueuse des stades larvaires et lors de la phase de nutrition des adultes) (Hoste *et al.*, 1997).

La présence de ce parasite dans l'organisme de l'hôte induit une perturbation des fonctions digestives abomasales (modification de la perméabilité de la muqueuse, altération des fonctions sécrétoires, troubles de la motricité et du débit abomaso-duodénal) qui est à l'origine d'une réduction de la dégradation des protéines alimentaires et d'une malabsorption et peut favoriser la survenue d'infections secondaires.

La lutte contre les parasites gastro-intestinaux s'est toujours réalisée par l'utilisation des anthelminthiques de synthèse. Toutefois, le développement et la diffusion généralisée de résistances à ces molécules dans les populations de vers imposent désormais de trouver des solutions complémentaires ou alternatives de gestion de ce parasitisme. Parmi les solutions alternatives de lutte contre les strongyloses, une approche prometteuse repose sur l'exploitation de plantes dotées de propriétés anthelminthiques.

L'efficacité anthelminthique de certaines plantes de la pharmacopée béninoise telles que *Carica papaya*, *Zanthoxylum zanthoxyloides*, *Morinda lucida*, *Newbouldia laevis*, *Parkia biglobosa* et *Pterocarpus erinaceus* a

été évaluée et les effets obtenus ont été probants (Azando *et al.*, 2011 ; Olounladé *et al.*, 2011 ; Dèdèhou *et al.*, 2014).

Le but de cette étude est d'évaluer les effets de *P. biglobosa* et de *P. erinaceus* sur les ovins Djallonké préalablement parasités par *Haemonchus contortus*.

CADRE, MATERIEL ET METHODES

Cadre : L'essai sur les ovins, les tests parasitologiques et histologiques ont été respectivement effectués :

- 1) sur la ferme de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi ;
- 2) au Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin ;
- 3) au Laboratoire d'Histologie de l'Institut des Sciences Biomédicales Appliquées (ISBA) à Cotonou au Bénin.

Matériel : Le matériel végétal est composé de feuilles de *P. erinaceus* et de cosses de fruits de *P. biglobosa* récoltées matures dans le département des Collines situé au centre du Bénin. Il a été authentifié à l'Herbier National de l'Université d'Abomey-Calavi respectivement sous les numéros AA6368/HNB et AA6385/HNB. Après séchage en salle à température ambiante pendant deux semaines, il a été réduit en poudre.

Méthode

Conduite des ovins : Le matériel animal est composé de vingt moutons Djallonké âgés de 4 à 5 mois au début de l'expérience. Ces ovins ont été répertoriés à l'aide de plaques de bois numérotées, logés dans des enclos bien aérés et nourris au fourrage sec de *Panicum maximum*, aux tourteaux de coton ou de palmiste. Ils ont reçu de l'eau et de la pierre à lécher *ad libitum*.

Protocole expérimental : constitution des lots, traitement et doses administrées

Avant l'expérimentation, vingt ovins ont été déparasités à l'albendazole à la dose de 5mg/kg de poids vif et ont reçu un bain détiquant. Ils ont été répartis en quatre lots de 5 ovins mis en claustration absolue dans des enclos séparés.

Des coproscopies quantitatives bihebdomadaires ont permis de s'assurer que les ovins sont exempts de nématodes gastro-intestinaux et pour vérifier toute absence d'infestation.

Au jour zéro (J₀), les vingt ovins ont été répartis en quatre lots de 5, comme il suit :

lot 1 ou lot témoin neutre, non parasité n'a reçu aucun traitement ;

trois lots ont été parasités par l'administration par voie orale de 2000 larves L₃s de *H. contortus* ;

Par la suite, ces trois lots parasités ont été répartis comme il suit :

lot 2 = de cinq ovins parasités non traités (témoin négatif)

1^{er} traitement : 26 jours après l'infestation :

lot 3 = 5 ovins parasités et traités avec 3,2g/kg/jour de poudre de *P. biglobosa*.

lot 4 = 5 ovins parasités et traités avec 3,2g/kg/jour de poudre de *P. erinaceus*.

Ce 1^{er} traitement a été administré par voie orale pendant 3 jours consécutifs à savoir à J₂₆, J₂₇, J₂₈.

2^{ème} traitement : Deux semaines après, ce 1^{er} traitement a été répété par voie orale pendant 3 jours consécutifs à savoir à J₄₂, J₄₃, J₄₄, selon les mêmes modalités que décrit plus haut.

Sacrifice : une semaine après le deuxième traitement, c'est à dire à J₅₁ 4 ovins ont été sacrifiés dans chaque groupe.

Variables étudiées

Détermination de l'effet des plantes sur les organes : Au cours de la dissection, l'aspect macroscopique (par l'observation visuelle directe) des organes suivants : foie, rate,

poumons, reins et cœur a été apprécié. Ces organes ont ensuite été pesés et le rapport poids relatif organe/poids vif a été calculé.

Histologie : Aussitôt après leur dissection, des portions de l'abomasum ont été prélevées, fixées pendant 72 heures dans de l'aldéhyde formique dans du formol à 10% formol de Pieron Sarreguemines), puis enrobées à la paraffine.

Après déshydratation à l'éthanol, éclaircissement au xylène et inclusion dans la paraffine, des coupes de 4 µm d'épaisseur ont été réalisées sur un microtome rotatif, montées sur lame porte-objet, déparaffinées et réhydratées dans des bains à concentrations décroissantes d'éthanol.

Ces lames ont ensuite été colorées à l'hématoxyline-éosine, fixées à l'Eukitt® et observées sur un microscope photonique Olympus BX-41 muni d'une caméra JVC, ½ pouce aux grossissements 40x, 100x, 200x et 400x. Les images ont été transférées sur un logiciel de traitement d'images.

Analyses statistiques : Pour les données concernant le rapport poids organe/poids vif, les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Wilcoxon du logiciel R (R Core Team 2014) et ont été hiérarchisées grâce au test LSD du package Agricolae (de Mendiburu, 2013).

RESULTATS

EFFETS DES PLANTES SUR LE POIDS DES ORGANES

L'administration des poudres de plantes n'a pas modifié le poids des organes, le rapport poids relatif organe/poids vif n'ayant pas varié (p>0,05) (Tableau I).

Tableau I : Variation du rapport poids organe/poids vif après traitement par les poudres des plantes.

| Lots | (PCœur /PV) x10 ⁻⁵ | PFoie /PV) x10 ⁻⁵ | PRate /PV) x10 ⁻⁵ | PPoumons /PV) x10 ⁻⁵ | PPancréas /PV) x10 ⁻⁵ | PREins /PV) x10 ⁻⁵ |
|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Témoin négatif | 757±66 a | 1470±175 a | 139 ± 13 a | 1344 ± 140 a | 163 ± 25 a | 172 ± 44 a |
| <i>P. biglobosa</i> | 609±62 a | 1302±203 a | 158 ± 31 a | 1229 ± 183 a | 127 ± 44 a | 146 ± 31 a |
| <i>P. erinaceus</i> | 708±136 a | 1364±95 a | 152 ± 45 a | 1269 ± 133 a | 137 ± 33 a | 156 ± 12 a |
| Témoin neutre | 525±29 a | 1684±270 a | 174 ± 31 a | 1468 ± 527 a | 119 ± 0.0 a | 161 ± 16 a |

Les valeurs sur une même colonne suivies de lettres différentes sont significativement différentes à p<0,05.

Légendes : - P : Poids - PV : Poids vif

EFFETS DES PLANTES SUR L'ASPECT DES ORGANES

Du point de vue macroscopique :

Chez les ovins du lot 1, de témoins neutres, tous les organes présentaient un aspect normal.

Chez les ovins du lot 2, d'ovins parasités non traités et chez les ovins des lots 3 et 4, d'ovins parasités et traités :

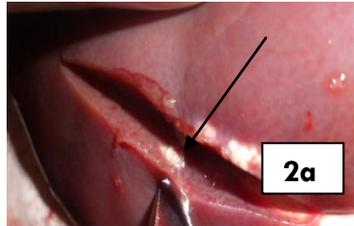
- le cœur, la rate, les poumons, le pancréas et les reins présentaient un aspect normal, sans anomalies observables, ni en surface ni en profondeur ;

- des nodules blanchâtres étaient visibles dans le foie en surface et en profondeur (Figures 2a et 2b) chez :

75% des ovins du lot de témoin négatif,
50% des ovins du lot 3 parasités puis traités avec *P. biglobosa* et
25% des ovins du lot 4 parasités puis traités avec *P. erinaceus*.



Figure 1 : montrant l'aspect normal du foie d'un ovin Djallonké (ni parasité, ni traité)



Figures 2a et 2b : montrant un nodule (flèche) sur le foie d'un ovin Djallonké infesté puis traité - avec *P. biglobosa* (Fig. 2a) ou - avec *P. erinaceus* (Fig. 2b)

EFFETS DES PLANTES SUR LE TISSU DE L'ABOMASUM

Lot 1 ou lot témoin neutre : Dans ce lot d'ovins ni parasités, ni traités, la muqueuse gastrique (épithélium de revêtement cylindrique unistratifié, glandes tubuleuses simples et espace interstitiel) est normale (Figure 3).

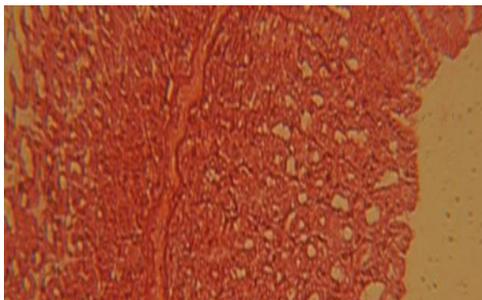
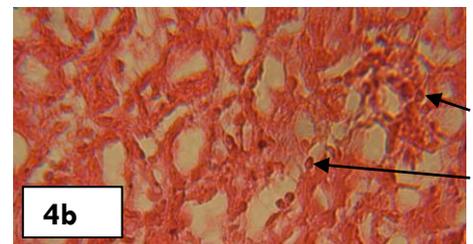
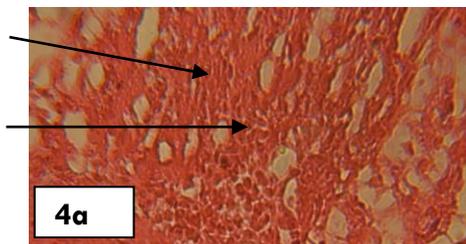


Figure 3 : Coupe histologique longitudinale de l'abomasum d'un ovin ni parasité ni traité montrant un épithélium de revêtement (Grossissement X 200 ; coloration HE)

Lot 2 ou lot témoin négatif : Dans ce lot d'ovins parasités, non traités, on notait une inflammation généralisée ; en particulier dans la muqueuse gastrique (de l'épithélium de revêtement jusqu'à la *muscularis mucosae*) et dans le tissu interstitiel (Figure 4a et 4b).



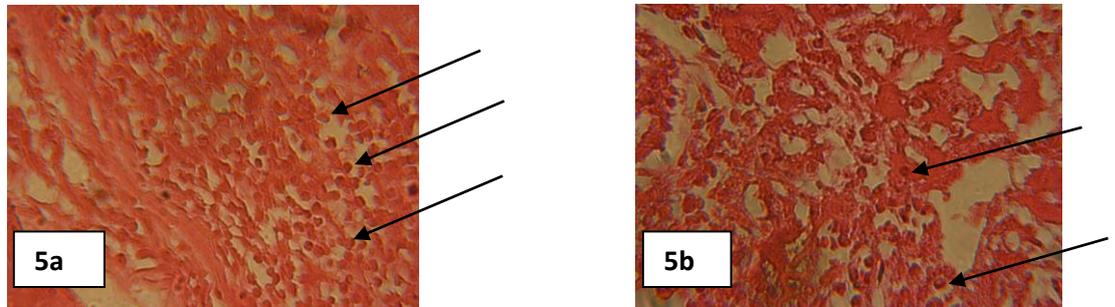
Figures 4a et 4b : Coupe histologique de l'abomasum d'un ovin parasité non traité et montrant de nombreuses cellules inflammatoires dans la *muscularis mucosae* vue ici en coupe longitudinale (Fig. 4a - flèches) et dans l'espace interstitiel vu ici en coupe transversale (Fig. 4b - flèches)

Grossissement X 400, coloration HE

Lots 3 et 4 d'ovins parasités et traités:

Par du *Parkia biglobosa* : dans ce lot, l'épithélium de revêtement cylindrique unistratifié et les glandes tubuleuses simples avaient un aspect normal; une alternance de zones riches et pauvres en cellules

inflammatoires surtout au niveau de l'espace interstitiel dont l'aspect était tantôt normal ou tantôt envahi par endroits par des cellules inflammatoires surtout près de la *muscularis mucosae* (Figure 5a). Par du *Pterocarpus erinaceus* : dans ce lot, l'épithélium de revêtement cylindrique unistratifié et les glandes tubuleuses simples avaient un aspect normal ; l'espace interstitiel était envahi par endroits par des cellules inflammatoires dans une proportion moindre que celle du lot traité avec *P. biglobosa* (Figure 5b).



Figures 5a et 5b : Coupe histologique montrant de nombreuses cellules inflammatoires dans l'abomasum d'ovin parasité et traité avec du *P. biglobosa* (Fig. 5a - flèches) ou avec du *P. erinaceus* (Fig. 5b - flèches)

Grossissement X 400 ; coloration HE

DISCUSSION

Dans notre étude, de jeunes ovins d'un âge moyen de quatre mois ont été utilisés. Les jeunes ovins sont en effet plus réceptifs à l'infestation parasitaire que les ovins adultes (Getachew *et al.*, 2007). Certains auteurs estiment que chez les jeunes ovins, la réponse immunitaire ne permet pas de contrôler l'intensité de l'infestation (Lacroux *et al.*, 2006) ou que les jeunes ovins ne sont pas capables, de façon constitutive, de réguler le nombre total de parasites qu'ils hébergent (Schallig, 2000).

Dans notre étude, le traitement par les plantes n'a pas entraîné de variations significatives au niveau du poids des organes. Tous les ovins du lot témoin négatif et certains ovins des lots traités ont présenté des nodules au niveau du foie. Aucun animal du lot témoin neutre n'a présenté de nodule au niveau du foie. Ces données suggèrent que la présence des nodules serait plus liée au parasitisme plutôt qu'au traitement par les plantes.

Le recrutement des cellules inflammatoires serait lié aux lésions de la muqueuse fundique causées en partie par un effet mécanique de *H. contortus* lors de sa fixation sur le tissu épithélial, les vers pouvant dissocier ou endommager les tissus digestifs de l'hôte à l'aide de structures anatomiques spécialisées (Hoste *et al.*, 1997; Basset *et al.*, 2003). De plus, le mode de nutrition hématophage du parasite laisse supposer un contact étroit avec le système immunitaire de l'hôte.

Dans notre étude, le traitement par les plantes a induit des variations dans l'infiltration des cellules inflammatoires dans le tissu abomasal. Les mêmes types cellulaires ont été notés dans les tissus de l'abomasum chez tous les ovins parasités. Des neutrophiles, des macrophages, des éosinophiles et des lymphocytes ont été identifiés.

Plusieurs auteurs ont considéré les polynucléaires éosinophiles, les mastocytes et globules leucocytes comme des éléments importants de la réponse contre les infestations helminthiques (Balic *et al.*, 2000 ; Lacroux *et al.*, 2006). Toutefois, parmi ces cellules, les polynucléaires éosinophiles sont reconnus comme les principales cellules effectrices de l'immunité protectrice contre les nématodes gastro-intestinaux. Ainsi, l'augmentation du nombre de polynucléaires éosinophiles circulants ou présents dans les muqueuses digestives a été largement signalée dans de nombreux cas d'haemonchose ovine et est considérée comme une caractéristique des infestations par les nématodes gastro-intestinaux (Lacroux *et al.*, 2006; Balic *et al.*, 2006). Leur rôle dans la protection de l'organisme de l'hôte contre l'infestation a été mis en évidence par certains auteurs. De nombreux polynucléaires éosinophiles sont mis en évidence en association avec des parasites intacts ou endommagés et semblent dégranuler à proximité de ceux-ci *in vivo* (Balic *et al.*, 2006).

La mobilisation des macrophages, cellules spécialisées dans la phagocytose des parti-

cules et corps étrangers, explique bien la présence des parasites dans l'abomasum. Quant aux polynucléaires neutrophiles, leur présence en grand nombre montre que la présence des parasites a aussi entraîné une infection qui est tentée d'être résorbée par ces cellules. La présence de ces cellules corrobore avec les observations faites par Basset *et al.* (2003) qui ont reconnu les macrophages et les granulocytes neutrophiles comme faisant partie de la composante cellulaire de la réponse immunitaire innée lors des infestations par les strongles gastro-intestinaux. Les lymphocytes quant à eux auraient un rôle de régulation et de contrôle de la réponse immunitaire adaptative. Leur induction lors d'infestations par des nématodes gastro-intestinaux est supposée chez la souris parasitée par *H. polygyrus* (Maizels *et al.*, 2004).

Dans notre étude, la diminution du nombre de cellules inflammatoires dans le lot *P. erinaceus* et la présence de zones très pauvres en ces cellules dans le lot *P. biglobosa* laisse supposer une certaine réparation des tissus. Cependant, la présence de zones de très forte inflammation au niveau du lot *P. biglobosa* traduirait une plus forte stimulation de la réponse de l'hôte, donc par conséquent une réparation plus rapide. La consommation de plantes à propriétés anthelminthiques a induit différentes réponses selon l'hôte et selon le parasite. Ainsi, chez des ovins parasités par *T. circumcincta* et *T. colubriformis*, la consommation de sulla a été associée à une réduction de la charge parasitaire et une augmentation de la sécrétion-excrétion d'anticorps (Niezen *et al.*, 2002). De même, par rapport aux ovins témoins, une augmentation du nombre des cellules inflammatoires (éosinophiles, globules leucocytes, mastocytes) des muqueuses fundiques a été notée chez des ovins expérimentalement parasités par *T. circumcincta* et consommant du sulla (T zamaloukas *et al.*, 2006). Chez les caprins, une augmentation du nombre de cellules inflammatoires a aussi été associée à l'apport de quebracho lors d'infestations par *T. colubriformis* et *T. circumcincta* (Paolini *et al.*,

2003a) mais pas avec *H. contortus* (Paolini *et al.*, 2003b).

Dans notre étude, les coupes histologiques ont montré des glandes gastriques normales dans tous les lots sauf dans le lot témoin négatif où elles étaient à parois plus minces. Ce résultat est en accord avec ceux de Hoste *et al.* (1997) qui ont révélé qu'au niveau de l'abomasum, la présence des vers était associée à des dysfonctionnements des glandes gastriques et à une réduction de la densité de cellules différenciées, en particulier les cellules à HCl. Cependant, l'aspect normal des glandes dans les lots traités n'est pas toutefois une garantie de leur de bon fonctionnement.

CONCLUSION

Cette étude sur l'effet des cosses de fruits de *P. biglobosa* et des feuilles de *P. erinaceus* sur la réponse immunitaire des ovins Djallonké parasités par *H. contortus* a permis de montrer l'implication de certains types cellulaires (macrophages et polynucléaires éosinophiles notamment) dans la protection de l'hôte contre les infestations parasitaires gastro-intestinales en général. La diminution de l'importance de l'inflammation dans les deux lots traités indiquerait une certaine réparation des lésions causées par le parasite, celle-ci étant estimée par la présence et l'importance des cellules inflammatoires.

Toutefois, la présence de zones de forte inflammation au niveau du lot traité avec la poudre de *P. biglobosa* qui pourrait faire penser à des lésions plus grandes pourrait être liée à une plus grande propriété de stimulation de la réponse immunitaire de l'hôte par la plante. Aucun signe de toxicité des plantes n'a pu être mis en évidence sur les ovins après le traitement par les plantes. La présence des lésions sur le foie ne saurait être liée qu'à l'infestation. La lutte antiparasitaire étant la plupart du temps réalisée par des anthelminthiques classiques, il serait intéressant dans de prochaines études d'évaluer l'effet de ces anthelminthiques sur le tissu de l'abomasum

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Attindehou S, Salifou S, Biauou CF, Bassa Gbati O, Adamou-N'diaye M, Pangui LJ (2012) : Epidemiology of haemonchosis in sheep and goats in Benin. *Journal of Parasitology and Vector Biology*, 4(2): 20 –24.
- Azando EVB, Olounladé AP, Hounzangbé-Adoté MS, Hoste H. (2011) : Effets anthelminthiques *in vivo* de la poudre de feuilles de *Zanthoxylum zanthoxyloides* et de *Newbouldia laevis* sur les nématodes parasites gastro-intestinaux des chevreux Djallonké. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (3): 1054-1062.
- Balic A, Bowles VM, Meeusen EN (2000) : The immunobiology of gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Adv Parasitol.*, 45 : 181-241.

- Balic A, Cunningham CP, Meeusen ENT** (2006): Eosinophil interactions with *Haemonchus contortus* larvae in the ovine gastrointestinal tract. *Parasite Immunology*, 28: 107-115.
- Basset C, Holton J, O'mahony R, Roitt I** (2003): Innate immunity and pathogenhost interaction. *Vaccine 21 Suppl 2*, S12-23.
- Dédéhou VFGN, Olounladé PA, Adenilé AD, Azando EVB, Alowanou GG, Daga FD, Hounzangbé-Adoté MS** (2014) : Effets *in vitro* des feuilles de *Pterocarpus erinaceus* et des cosses de fruits de *Parkia biglobosa* sur deux stades du cycle de développement de *Haemonchus contortus* nématode parasite gastro-intestinal de petits ruminants. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(1): 3368-3378.
- De Mendiburu F** (2013) : *agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*, R package version 1. 1-4. <http://CRAN.Rproject.org/package=agricolae>.
- Getachew T, Dorchie P, Jacquiet P** (2007) : Trends and challenges in the effective and sustainable control of *Haemonchus contortus* infection in sheep. Review. *Parasite*, 14, 3-14.
- Hoste H, Huby F, Mallet S** (1997) : Strongyloses gastro-intestinales des ruminants: conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques. *Le Point vétérinaire*, 28: 53-59.
- Hoste H, Torres-Acosta F, Paolini V, Aguilar-Caballero AJ, Etter E, Le Frileux Y, Chartier C, Broqua C** (2005) : Interactions between nutrition, gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Rum. Res.*, 60 (1-2): 141-151.
- Hounzangbé-Adoté SM, Zinsou FE, Hounkpè V, Moutairou K, Hoste H** (2005) : *In vivo* effects of *fagara* leaves on sheep infected with gastrointestinal nematodes. *Trop. Anim. Health Product.*, 37 : 205-214.
- Knox MR, Torres-Acosta JF, Aguilar-Caballero AJ** (2006) : Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.*, 139 (4) : 385-393.
- Lacroux C, Nguyen TH, Andreoletti O, Prevot F, Grisez C, Bergeaud JP, Gruner L, Brunel JC, Francois D, Dorchie P, Jacquiet P** (2006) : *Haemonchus contortus* (Nematoda: Trichostrongylidae) infection in lambs elicits an unequivocal Th2 immune response. *Veterinary Research*, 37(4): 607-622.
- Maizels RM, Balic A, Gomez-Escobar N, Nair M, Taylor MD, Allen JE** (2004) : Helminth parasites-masters of regulation. *Immunol Rev*, 201 : 89-116.
- 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 PA, Hounzangbé-Adoté MS, Azando EVB, Tamha TB, Brunet S, Moulis C, Fabre N, Fouraste I, Hoste H, Valentin A** (2011) : Etude *in vitro* de l'effet des tanins de *Newbouldia laevis* et de *Zanthoxylum zanthoxyloides* sur la migration des larves infestantes de *Haemonchus contortus*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(4): 1414-1422.
- Paolini V, Frayssines A, De La Farge F, Dorchie P, Hoste H** (2003a) : Effects of condensed tannins on established populations and on incoming larvae of *Trichostrongylus colubriformis* and *Teladorsagia circumcincta* in goats. *Vet. Res.*, 34 (3) : 331-339.
- Paolini V, Bergeaud JP, Grisez C, Prevot F, Dorchie P, Hoste H** (2003b) : Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.*, 113 (3-4): 253-261.
- Perry BD, Randolph RF, McDermott JJ, Sones KR, Thornton PK** (2002) : Investing in animal health research to alleviate poverty. International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya, 148 pp.
- Schallig HD** (2000) : Immunological responses of sheep to *Haemonchus contortus*. *Parasitology*, 120 Suppl, S63-72.
- Tzamaloukas O, Athanasiadou S, Kyriazakis I, Huntley JF, Jackson F** (2006) : The effect of chicory (*Cichorium intybus*) and sulla (*Hedysarum coronarium*) on larval development and mucosal cell responses of growing lambs challenged with *Teladorsagia circumcincta*. *Parasitology*, 132 (3): 419-426.
- 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.