

Gestion non chimique du parasitisme par les nématodes chez les petits ruminants

Hervé Hoste¹, V. Paolini¹, C. Paraud², C. Chartier² (prénoms ?)

¹Unité mixte de recherche
1225 I.N.R.A./D.G.E.R.
23, chemin des Capelles
31076 Toulouse cedex
²A.F.S.S.A. Laboratoire d'études
et de recherches caprines
60, rue de Pied-de-Fond, 79012 Niort

L'agriculture biologique est particulièrement touchée par le parasitisme en raison de son utilisation intensive du pâturage, alors que les traitements anthelminthiques y sont très encadrés. Cet article propose plusieurs méthodes naturelles de lutte contre les nématodes.

ALLER À L'ESSENTIEL

- En agriculture biologique, l'utilisation plus intensive du pâturage accroît les risques parasitaires.
- Un pâturage simultané ou alterné entre bovins (ou chevaux) et petits ruminants permet de "nettoyer" le milieu.
- Une mise au repos des prairies et, en cas de forte infestation, le retournement par labour, sont à conseiller.
- Des champignons pouvant agir sur les œufs ou les larves de nématodes ont été identifiés. *Duddingtonia flagrans* a fait l'objet de travaux approfondis.
- Des plantes à tanins peuvent être utilisées comme "nutricaments" afin de lutter de façon naturelle contre le parasitisme.

- Depuis une décennie, l'agriculture biologique est, à l'échelle européenne, un mode de production en constante progression. La part de marché (attention, terme vague) de ce type de production est désormais évaluée à environ 10 p. cent dans de nombreux pays d'Europe du Nord (source ?), ce qui constitue aussi l'objectif défini pour les pays du sud du continent, dont la France.

- Ce développement répond aux préoccupations des consommateurs sur la qualité des aliments, le respect de l'environnement et le bien-être des espèces animales de rente.

- En élevage des ruminants, le respect du cahier des charges en agriculture biologique (R.E.P.A.B.) incite à une utilisation plus intensive du pâturage, ce qui a pour corollaire une plus forte exposition au risque parasitaire, notamment lié aux infestations par des helminthes.

- Parallèlement, ce même cahier des charges contingente le nombre de traitements chimiques autorisés, en incluant les molécules antiparasitaires (peut-être préciser les règles du jeu avec, pour les petits ruminants, 3 traitements chimiques par cycle de production, dont 2 antiparasitaires...).

- Face à cette situation paradoxale (un risque parasitaire accru mais un encadrement limitatif des moyens usuels de lutte), il devient indispensable d'explorer et de valider des méthodes alternatives ou complémentaires de lutte, reposant sur des moyens ne relevant pas de la chimiothérapie.

- Cet objectif concerne la maîtrise de toutes les infections parasitaires associées au pâturage, mais cet article traite, pour l'essentiel, des strongles

du tube digestif, qui demeurent les helminthes les plus prévalents et les plus pathogènes chez les petits ruminants.

- En raison de l'expansion continue des résistances aux anthelminthiques dans les populations de nématodes, cette gestion non chimique des strongyloses devient également une nécessité en élevage conventionnel pour limiter le recours aux traitements anthelminthiques [8]. Dans certains systèmes de production, comme les chèvres laitières, ce phénomène de résistance restreint fortement l'efficacité des traitements.

- Les modes de gestion non chimique du parasitisme par les strongles en sont à des phases variées de développement et d'applicabilité. Cet article distingue les approches ayant pour cible les formes libres des nématodes présentes sur le pâturage et celles visant les formes parasitaires rencontrées chez l'hôte.

- Il convient d'insister plus particulièrement sur deux concepts qui ont fait l'objet de travaux de recherche récents :

- l'exploitation d'une méthode de lutte biologique, illustrée par des champignons nématophages ;
- l'exploitation de nutricaments, représentés surtout, à l'heure actuelle, par les plantes à tanins.

L'ACTION SUR LES FORMES LIBRES PRÉSENTES SUR LE PÂTURAGE

- Dans les strongyloses gastro-intestinales, la source quasi exclusive des infestations est le pâturage. Un certain nombre de règles portant sur la



Gestion non chimique du parasitisme par les nématodes chez les petits ruminants

gestion du parcellaire ont donc été énoncées pour prévenir une contamination excessive des animaux.

- Comme pour l'emploi des anthelminthiques, ces mesures agronomiques doivent d'abord s'appuyer sur une bonne connaissance des données épidémiologiques locales.

- L'objectif général, commun à toutes les recommandations édictées, est de minimiser le contact entre animaux sensibles et larves infestantes pour obtenir des niveaux d'infestation tolérables, sans conséquence sur la productivité. Cet objectif peut être atteint par une dilution du risque dans l'espace ou dans le temps (cf. *infra*).

- Cette gestion agronomique englobe des méthodes décrites depuis longtemps ainsi que des solutions plus innovantes, comme celles reposant sur des principes de lutte biologique.

LA DILUTION DANS L'ESPACE, L'ASSAINISSEMENT PAR PÂTURAGE MIXTE OU ALTERNÉ

- De nombreuses études et enquêtes épidémiologiques ont souligné que la réduction des chargements par hectare est une des mesures les plus adaptées pour restreindre le risque parasitaire [5] (peut-être faudrait-il noter que le R.E.P.A.B. donne une charge maximale à l'ha).

- Le pâturage mixte, entre espèces hôtes différentes, contribue aussi à "diluer" l'infestivité d'une parcelle. Il n'est pas question ici de pâturage commun entre les deux espèces de petits ruminants puisque, dans ce cas, la communauté étroite d'espèces de nématodes entre caprins et ovins représente en fait un risque supplémentaires de transmission, y compris pour des populations de nématodes résistantes aux anthelminthiques.

- À l'inverse, un pâturage simultané ou alterné entre bovins (ou chevaux) et petits ruminants permet en théorie de "nettoyer" le milieu. La spécificité relativement étroite des nématodes pour chaque hôte explique la décontamination des parcelles. Les bovins contribuent ainsi à éliminer du milieu extérieur les parasites de chèvre ou de moutons, et réciproquement.

- Plusieurs études, en conditions épidémiologiques variées (tempérées ou

tropicales) ont permis d'évaluer l'intérêt et les limites de ces modes de conduite. Que ce soit en système simultané ou décalé, les résultats parasitologiques ou zootechniques décrits sont généralement favorables pour les ovins. En revanche, sans être négatifs, les effets se sont souvent avérés moins probants pour les bovins [7].

- Deux points méritent d'être soulignés :

- si des capacités d'adaptation d'espèces parasites à de nouvelles espèces d'hôte ont déjà été rapportées, les conséquences cliniques sont généralement restées limitées ;

- si le pâturage mixte entre hôte différents a généralement été associé à des effets favorables pour les infestations par les nématodes (à localisation digestive ou pulmonaire), il impose aussi une surveillance accrue en cas de risques potentiels liés aux trématodes, pour qui la barrière d'espèce n'existe pas.

LA DILUTION DANS LE TEMPS

Diverses procédures répondant au concept de dilution dans le temps peuvent aboutir à un assainissement plus ou moins poussé des parcelles, donc à une réduction des infestations des animaux.

L'assainissement par la mise au repos des parcelles

- La viabilité des larves déposées dans le milieu extérieur décroît avec le temps. Ce phénomène naturel participe donc à l'assainissement des parcelles. De plus, plusieurs facteurs climatologiques, en particulier le froid et la dessiccation, accélèrent ce processus. Des hivers rigoureux ou des étés secs représentent donc des conditions peu propices à la survie des larves.

- Une mise au repos des prairies (sans pâturage par des ruminants) favorise donc un assainissement relatif.

- Toutefois, en régions tempérées, la survie relativement longue des larves 3 dans le milieu extérieur (6 mois à 1 an) limite la portée d'une prévention fondée sur une rotation des parcelles, puisque seules des mises au repos prolongées peuvent conduire à une réduction notable de la densité para-

sitaire, ce qui est souvent peu compatible avec les objectifs agronomiques.

- À l'inverse, les mesures fondées sur un temps de repos court des parcelles se sont souvent révélées peu efficaces pour maîtriser le parasitisme.

L'assainissement par les pratiques culturales

- Les possibilités d'accélérer la mortalité des larves par la mise en œuvre de diverses pratiques culturales ont été explorées dans de nombreuses situations épidémiologiques. L'apport de divers amendements (chaulage, cyanamide calcique, ...) s'est généralement révélé décevant pour réduire de manière sensible la contamination des prairies.

- En revanche, le retournement par labour paraît une des mesures les plus judicieuses à conseiller en cas d'infestation importante du milieu extérieur car elle conduit à une quasi extinction de la contamination en larves infestantes. Une prairie retournée tous les 2 à 3 ans permet de maintenir un niveau modéré de parasitisme par les strongles.

Les champignons nématophages

- Une des approches les plus originales pour réduire l'infestivité du pâturage a été développée depuis une dizaine d'années au Danemark. Elle se fonde sur un principe de lutte biologique cherchant à exploiter les propriétés d'un organisme vivant pour limiter le développement d'un autre organisme pathogène, à un niveau considéré comme acceptable.

- Parmi les agents potentiels de lutte contre les nématodes, des champignons microscopiques offrent les perspectives les plus prometteuses. En conditions naturelles, de nombreux champignons microscopiques présents dans le sol sont parasites ou prédateurs de nématodes.

- En fait, plus de 200 espèces de champignons hyphomycètes pouvant agir sur les œufs ou les larves de nématodes par des mécanismes d'endoparasitisme ou de prédation ont été identifiés. Une espèce particulière, *Duddingtonia flagrans*, a fait l'objet de travaux plus approfondis en raison de la capacité des spores à survivre après passage par le tube digestif des ruminants, à préserver la



LES PROPRIÉTÉS ANTIPARASITAIRES DES PLANTES À TANINS

● Les tanins sont des métabolites secondaires des plantes, de nature polyphénolique, qui jouent un rôle de protection contre les prédateurs (herbivores et insectes).

● Selon la structure biochimique, deux catégories principales sont distinguées :
- les tanins hydrolysables, absorbés par la muqueuse intestinale ;
- les tanins condensés, qui ne sont pas absorbés par la muqueuse intestinale et sont donc réputés moins toxiques [9].

Les propriétés antiparasitaires signalées ont surtout été associées aux tanins condensés.

● Les plantes riches en tanins appartiennent à de nombreuses familles botaniques : les plantes ligneuses (noisetier, chêne, châtaignier, etc.) et leurs fruits, mais aussi certaines légumineuses fourragères, telles le sulla, le lotier pédonculé, le lotier corniculé ou le sainfoin, qui présentent des concentrations non négligeables.

● Que ce soit en conditions contrôlées [1, 2, 3, 18, 19] ou lors d'infestation naturelle [13, 14, 16, 17], le principal résultat associé à l'ingestion de différents sources de tanins condensés chez les deux espèces de petit ruminants a été une réduction de l'ordre de 50 à 60 p. cent d'excrétion fécale des œufs de parasites. De manière moins constante, cet effet s'est trouvé associé à une réduction du nombre de vers installés ou à une baisse

de fertilité des vers femelles.

● Chez les caprins, un impact sur l'installation des larves 3 infestantes a aussi été mis en évidence [19]. De manière générale, la consommation de ces légumineuses à tanin s'est aussi accompagnée de meilleurs critères zootechniques, mesurés au travers de la croissance ou de la production de laine des moutons.

● Des études basées sur des tests *in vitro* sur différents stades parasitaires (œufs, larves 3 ou vers adultes) ont permis d'identifier les principales légumineuses dotées de propriétés antiparasitaires potentielles et de commencer à explorer les propriétés de certaines plantes ligneuses qui peuvent être consommées par des petits ruminants élevés en système pastoral (genêt, pin, châtaignier, ...).

● Dans un certain nombre de cas, l'incorporation d'inhibiteurs spécifique des tanins a permis de confirmer le rôle central joué par ces composés polyphénoliques dans les effets constatés [15, 21]. Les mécanismes qui expliquent cette action des tanins sur les nématodes du tube digestif demeurent mal identifiés, mais une action directe sur les vers est fortement suspectée.

● En terme d'applications agronomiques et zootechniques, deux modalités principales ont commencé à être explorées.

- L'exploitation de "prairies anthelmin-

thiques" semées avec certaines des légumineuses signalées, incorporée dans les systèmes de conduite a été évoquée et testée dans diverses situations épidémiologiques, en particulier chez le mouton. Des résultats favorables ont été constatés surtout sur la résilience des animaux [10, 16, 17]. Cependant, cette approche se heurte à un certain nombre de contraintes agronomiques.

- Pour pallier le manque relatif de souplesse de cette exploitation en vert, des essais ont aussi été conduits chez des chèvres en distribuant de manière répétée du foin de sainfoin. Bien que le séchage contribue à réduire la teneur en tanins des plantes, cette administration de foin a aussi été associée à des conséquences positives sur la résilience des animaux et sur leur parasitisme, notamment par une réduction d'excrétion des œufs de trichostrongles [20].

● Toutefois, ces études ont aussi souligné des résultats variables en fonction des parasites (leur espèce ou leur stade de développement) soumis à l'action des tanins ou à l'espèce animale. Les sources de tanins utilisés sont aussi à l'origine d'une telle variabilité. Il est clair que la concentration en tanin condensés dans la ration joue un rôle majeur [3]. Leur nature biochimique semble également moduler l'efficacité de ces composés polyphénoliques [15].

capacité de germination dans les fèces puis à développer des "pièges" pour les larves infestantes, sous forme de réseaux collants en trois dimensions. Les spores peuvent donc être distribuées dans l'alimentation des animaux, transiter par le tube digestif et se retrouver dans les fèces où le champignon exerce son action de décontamination.

● Les principaux travaux réalisés sur *D. flagrans* ont intéressé les bovins, les ovins, les chevaux et les porcs [12]. L'administration de spores de *D. flagrans* se traduit par une réduction du développement larvaire qui apparaît dès le 2^e jour après le début de la distribution aux animaux, se maintient pendant la durée d'administration et se prolonge environ 48 heures après son arrêt [22]. En conditions expérimentales, avec des doses de spores de 0,5 à 1 million par kg de poids vif,

une réduction régulière du nombre de larves infestantes issues des fèces pouvant atteindre 80 à 90 p. cent par rapport à des fèces d'animaux témoins sans champignons est constatée [23, 24, 26]. Cependant, une administration quotidienne de spores est nécessaire pour maintenir une telle efficacité. Des essais sur parcelles ont également confirmé cette efficacité [4].

● En revanche, les résultats obtenus en conditions d'élevage sont moins probants car ils montrent une forte variabilité. Certains essais chez le mouton, au Danemark ou en conditions tropicales, ont confirmé les possibilités de contrôle des principales espèces de trichostrongles dont la forme de transmission est une larve 3, ainsi qu'un effet plus partiel sur le nombre de *Nematodirus spathiger* et de *N. battus* dont les formes de dissé-

mination dans le milieu extérieur sont des œufs (lecteur : n'y a-t-il pas contradiction avec le début de la phrase : la forme de transmission est une larve ?). Toutefois, des données récentes acquises sur caprins sont plus mitigées [25].

● L'utilisation à forte dose de *D. flagrans* dans le contrôle des nématodes de ruminants pose la question d'un éventuel impact environnemental par la destruction ou la perturbation d'espèces non cibles, telles que les nématodes du sol, les microarthropodes, les vers de terre, les insectes coprophages, etc., et ainsi modifier la dégradation des matières fécales. Les premières études sur ce sujet ne montrent pas d'impact mesurable à court terme de *D. flagrans* sur ces différentes populations [6, 11]. Par ailleurs, des résultats préliminaires sur brebis et chèvres laitières suggèrent égale-



ment que les possibilités de contamination du lait par des spores sont très limitées [25].

- *Duddingtonia flagrans* apparaît aujourd'hui comme un candidat sérieux à un développement commercial, mais certaines difficultés subsistent, qui limitent cette application, en particulier pour les animaux qui ne reçoivent pas de supplémentation quotidienne (système allaitant).

- En revanche, dans le cas des animaux laitiers, la distribution quotidienne est possible, mais il convient de s'assurer d'une réelle ingestion quotidienne individuelle, ce qui n'est pas toujours aisé. Pour remédier à cette incertitude, des systèmes de libération continue de spores, comme des bolus ou par incorporation dans des blocs à lécher sont à l'étude [27, 28]. ([formulation à revoir](#))

L'ACTION CONTRE LES FORMES PARASITES CHEZ L'HÔTE

LES TRAITEMENTS ANTHELMINTHIQUES

- Le développement de méthodes non chimiques de lutte contre les parasites ne signifie nullement la fin du recours aux moyens usuels de lutte que sont les anthelminthiques. Toutefois, par principe, en agriculture biologique, l'usage des médicaments allopathiques de synthèse est réservé à des traitements curatifs et non préventifs, et pour des circonstances où d'autres solutions (phytothérapie, aromathérapie, homéopathie) se sont avérées inefficaces.

- En élevage conventionnel, le développement constant des résistances aux anthelminthiques conduit aussi à reconsidérer les modalités habituelles d'application des traitements et à rationaliser leur emploi.

- Que ce soit par principe ou par nécessité, pour freiner le développement des résistances, une utilisation plus pertinente des molécules disponibles est donc fortement à souhaiter. "Traiter moins, traiter mieux, traiter juste", est désormais un précepte à garder en mémoire avant toute décision thérapeutique. Les résultats expérimentaux illustrant cette évolution des modalités de traitements

sont présentés dans un autre article de ce numéro.

LES NUTRICAMENTS

- Le terme "nutricament" se réfère à des plantes dont l'intérêt tient davantage à leurs propriétés bénéfiques pour la santé des animaux qu'à leur valeur nutritionnelle *stricto sensu*. Depuis quelques années, les études se sont multipliées pour explorer les potentialités offertes par de telles plantes.

- De nombreux travaux ont porté en particulier sur des plantes riches en tanins afin d'évaluer leurs éventuelles propriétés anthelminthiques sur les strongles gastro-intestinaux des petits ruminants (*encadré*).

- La caractérisation des substances impliquées et une meilleure connaissance des mécanismes d'action sur les nématodes devraient permettre de comprendre l'origine des variations d'efficacité observées et, sous l'angle opérationnel, de favoriser l'exploitation future de ces nutricaments en élevage.

CONCLUSION

- En élevage biologique comme en élevage conventionnel, gérer le parasitisme helminthique en utilisant les traitements a minima devient un impératif.

- Des méthodes s'inscrivant dans le cadre de cette lutte non chimique sont en cours de validation. Elles devraient offrir, dans des délais raisonnables, des solutions pour compléter l'action des anthelminthiques dans le cadre d'une lutte intégrée contre ces parasites. □

REMERCIEMENTS

Au soutien financier du projet européen QLK5 CT 2001-01843 (acronyme WORMCOPS), fruit d'une collaboration entre le Danemark, les Pays Bas, le Royaume-Uni, l'Espagne, la Suède et la France.



Avis de lecture

- Penser à des illustrations
- Dans l'introduction, on pourrait recadrer autour de la production laitière, de la difficulté de la filière et du prix du parasitisme en bio : défaut de croissance, défaut de production laitière.
- Vérifier dans le cahier des charges R.E.P.A.B. la possibilité d'utiliser sans restriction cyanamide calcique et chaulage
- Certaines des références citées lors de l'article de 1997 pour Le Point vétérinaire, et abandonnées ici, auraient pu être maintenues.
- La Grèce faisait partie des pays remerciés en 1997, et plus maintenant, est-ce un oubli ?

FORMATION CONTINUE

Avez-vous tout retenu ?

1. Rédiger 3 à 4 questions de formation continue s.v.p.:

oui non

2. R:

oui non

3. R:

oui non

RÉSUMÉ

Très touché par les nématodes, l'élevage biologique des petits ruminants pâtit de l'utilisation intensive du pâturage.

Pour lutter contre les strongyloses gastro-intestinales dans un cadre non chimique, les nématodes peuvent être dilués dans l'espace, par un pâturage mixte ou alterné, et dans le temps, par la mise au repos des parcelles, par le labour ou par l'utilisation de champignons nématophages comme *Duddingtonia flagrans*.

Il convient d'utiliser de façon pertinente les anthelminthiques, autorisés en traitement curatif dans le cadre biologique. Par ailleurs, la notion de nutriment, qui permet une lutte contre le parasitisme par l'utilisation de plante à tanins, est à développer.

Mots-clés : Caprins, ovins, parasitologie, agriculture biologique, nématodes, nutriments.

→ Références

1. Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL. Effects of short term exposure to condensed tannins on adult *T. colubriformis*. *Vet Rec*, 2000;146:728-32.
2. Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL. Consequences of long-term feeding with condensed tannins on sheep parasitised with *T. colubriformis*. *Int J Parasitol*, 2000;30:1025-33.
3. Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep *in vitro* and *in vivo* studies. *Vet Parasitol*, 2001;99:205-19.
4. Chartier C, Pors I. Effects of the nematophagous fungus, *Duddingtonia flagrans*, on the larval development of goat parasitic nematodes: a plot study. *Vet Res*, 2003;34:221-30.
5. Etter E, Chartier C, Hoste H, Pors I, Lefrileux Y, Broqua C, Vallade S, Goudeau C. Parasitisme par les nématodes du tube digestif et utilisation du pâturage : Épidémiologie de l'infestation dans les troupeaux caprins laitiers en France. *Épidémiologie et santé animale*, 2000;37:75-86.
6. Faedo M, Larsen M, Dimander SO, Yeates GW, Hoglund J., Waller P. Growth of the fungus *Duddingtonia flagrans* in soil surrounding feces deposited by cattle or sheep fed the fungus to control nematode parasites. *Biological Control*, 2002;23:64-70.
7. Hoste H, Guitard JP, Pons JC. Pâturage mixte entre ovins et bovins : intérêt dans la gestion des strongyloses gastro-intestinales. *Fourrages*, 2003;176:425-36.
8. Jackson F, Coop RL. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology*, 2000;120:S95-107.
9. Jean-Blain C. Aspects nutritionnels et toxicologiques des tanins. *Rev Méd Vét*, 1998;149:911-20.
10. Kahn LP, Diaz-Hernandez A. Tannins with anthelmintic properties. *Proceedings of the International Workshop*. Adelaide, Australia. ACIAR proceedings 2000;92:130-8.
11. Knox MR, Josh PF, Anderson LJ. Deployment of *Duddingtonia flagrans* in an improved pasture system : dispersal, persistence, and effects on free-living soil nematodes and microarthropods. *Biological Control*, 2002;24:176-82.
12. Larsen M. Prospects for controlling animal parasitic nematodes by predacious micro fungi. *Parasitology*, 2000;120:S121-31.
13. Min BR, Hart SP. Tannins for suppression of internal parasites. *J An Sci*, 2003;81:E102-9.
14. Min BR, Pomroy WE, Hart SP, Sahlu T. The effect of short term consumption of a forage containing condensed tannins on gastro intestinal nematode parasite infections in grazing wether goats. *Sm Rum Res*, 2004 (In press). (à préciser ?)
15. Molan AL, Meagher LP, Spencer PA, Sivakumaran S. Effect of flavan 3 ols on *in vitro* hatching, larval development and viability of infective larvae of *Trichostrongylus colubriformis*. *Int. J. Parasitol*. 2003;33:1691-8.
16. Niezen JH, Robertson HA, Waghorn GC, Charleston WAG. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. *Vet Parasitol*, 1995;80:15-27.
17. Niezen JH, Waghorn GC, Charleston WAG. Establishment and fecundity of *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in lambs fed Lotus (*L.pedunculatus*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Vet. Parasitol*, 1998;78:13-21.
18. Paolini V, Bergeaud JP, Duranton-Grisez C, Prevot F, Dorchie P, Hoste H. Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Vet Parasitol*, 2003a;113:253-61.
19. Paolini V, Frayssines A, de la Farge F, Dorchie P, Hoste H. Effects of condensed tannins on established populations and on incoming larvae of *Trichostrongylus colubriformis* and *Teladorsagia circumcincta* in goats. *Vet Res*, 2003b;34:331-9.
20. Paolini V, Dorchie P, Hoste H. Effects of sainfoin hay on gastrointestinal infection with nematodes in goats. *Vet Rec* 2003c;152:600-1.
21. Paolini V, Fouraste I, Hoste H. In vitro effects of three woody plant and sainfoin extracts on two parasitic stage of 3 parasitic nematode species. *Parasitology*, 2004;129:1-9.
22. Paraud C, Chartier C. Biological control of infective larvae of a gastro-intestinal nematode (*Teladorsagia circumcincta*) and a small lungworm (*Muellerius capillaris*) by *Duddingtonia flagrans* in goat feces. *Parasitol Res*, 2003;89:102-6.
23. Paraud C., Hoste H., Paolini V., Pors I., Chartier C. Le contrôle biologique des nématodes par *Duddingtonia flagrans* chez la chèvre : détermination de la dose optimale. AFSSA, Maisons-Alfort, Congrès de la Société française de Parasitologie, 16-18 décembre 2003:45.
24. Paraud C., Pors I., Chartier C. Activity of *Duddingtonia flagrans* on *Trichostrongylus colubriformis* larvae in goat faeces and interaction with a benzimidazole treatment. *Sm Rum Res*, 2004 ;(sous presse).
25. Viard V. Étude du traitement par un champignon nématophage *Duddingtonia flagrans* contre les strongyloses digestives chez la chèvre laitière au pâturage. Thèse vétérinaire soutenue le 4 juin 2004, Toulouse. (précisions ?).
26. Waghorn T.S., Leathwick D.M., Chen L.-Y., Skipp R.A. Efficacy of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* against three species of gastro-intestinal nematodes in laboratory faecal cultures from sheep and goats. *Vet Parasitol*, 2003;118:227-34.
27. Waller PJ, Faedo M, Ellis K. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: towards the development of a fungal controlled release device. *Vet Parasitol*, 2001a;102:299-308.
28. Waller PJ, Knox MR, Faedo M. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: feeding and block studies with *Duddingtonia flagrans*. *Vet Parasitol*, 2001b;102:321-30.

