



HAL
open science

Spécificités des risques parasitaires des chèvres au pâturage : conséquences sur les modes de gestion

Herve Hoste, Foteini Manolaraki, Célia Arroyo López, J. F. J. Torres Acosta,
S. Sotiraki

► To cite this version:

Herve Hoste, Foteini Manolaraki, Célia Arroyo López, J. F. J. Torres Acosta, S. Sotiraki. Spécificités des risques parasitaires des chèvres au pâturage : conséquences sur les modes de gestion. Fourrages, 2012, 212, pp.319 - 328. hal-02651169

HAL Id: hal-02651169

<https://hal.inrae.fr/hal-02651169v1>

Submitted on 29 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Spécificités des risques parasitaires des chèvres au pâturage : conséquences sur les modes de gestion

H. Hoste^{1,2}, F. Manolaraki^{1,2}, C. Arroyo-Lopez^{1,2}, J.F.J. Torres Acosta³, S. Sotiraki⁴

Le pâturage occupe une place limitée en élevage caprin laitier. Il pourrait se développer dans la perspective d'une réduction des charges et sous l'effet de la demande sociétale mais il est un motif d'inquiétude pour les éleveurs car les chèvres sont particulièrement sensibles aux risques parasitaires, notamment par les helminthes qui se transmettent au pâturage.

RÉSUMÉ

L'exploitation du pâturage par les chèvres suppose la prise en compte d'un certain nombre de facteurs pouvant affecter la production de lait. Cet article de synthèse présente les risques encourus, évoque les particularités de réponse des chèvres vis-à-vis des divers groupes de parasites et expose les répercussions sur la maîtrise du parasitisme. Les strongyloses gastro-intestinales (dus aux helminthes) sont plus particulièrement abordées en raison de leur fréquence chez les troupeaux au pâturage et de leurs répercussions économiques. Alors que l'emploi exclusif des traitements thérapeutiques montre ses limites, les différents principes de maîtrise de ces parasitoses sont précisés (alternance, dosage et administration ciblée des traitements, gestion du pâturage, légumineuses riches en tanins...).

SUMMARY

Specific parasitic diseases in grazing goats: consequences on animal management

So far, dairy goat farms have made a limited use of pasture for grazing. The current context pleads in favour of promoting this type of system, unfortunately goats are highly prone to parasitic infections, and more precisely intestinal helminths, which tend to spread when goats are grazing outdoors. This article reviews identified risks and the specific response of goats to different types of outdoor parasites. It also investigates the overall impact on the strategies that need to be implemented in order to control parasitic infections in goats. Gastrointestinal strongyles (helminths) are the main type of infection taken into consideration owing to their high prevalence in grazing herds and their economic impact. Relying exclusively on chemical drugs yields limited results, therefore different strategies are reviewed which can help control this kind of parasite (alternating and targeting treatments, drug dose and mode of administration, pasture management, tannin-rich legumes...).

1. L'évolution des critères de production en élevage caprin laitier

Le cheptel caprin français dépasse le million de têtes. Au sein de l'Union Européenne, ces chiffres en font le troisième troupeau par le nombre d'animaux après la Grèce et l'Espagne (EUROPA, 2011). Toutefois, en termes de quantité de lait produit, qui est la vocation quasi

exclusive de l'élevage caprin en France, **notre pays demeure le premier producteur européen**, ce qu'explique en grande partie la sélection génétique opérée sur des critères de production laitière. Dans un passé récent, cet objectif a souvent été associé à la recherche d'une maîtrise optimale des facteurs alimentaires et sanitaires pouvant affecter la production. Dans de nombreuses régions, et particulièrement dans l'Ouest de la France,

AUTEURS

1 : UMR 1225 IHAP INRA/ENVT, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 23, Chemin des Capelles, F-31076 Toulouse cedex ; h.hoste@envt.fr

2 : Université de Toulouse; ENVT ; UMR 1225 ; F-31076 Toulouse, France.

3 : Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5, carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán (México)

4 : NAGREF-VRI NAGREF Campus, Thermi 57001, PO Box 60272, Thessaloniki (Greece)

MOTS CLÉS : Caprin, gestion du troupeau, lutte raisonnée, nématode, parasitisme, pâturage, pâturage mixte, prairie, résistance aux maladies, strongylose.

KEY-WORDS : Flock management, goats, grassland, grazing, integrated control, mixed grazing, nematode, parasitism, resistance to diseases, strongylosis.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Hoste H., Manolaraki F., Arroyo-Lopez C., Torres Acosta J.F.J., Sotiraki S. (2012) : "Spécificités des risques parasitaires des chèvres au pâturage : conséquences sur les modes de gestion", *Fourrages*, 212, 319-328.

cette démarche a souvent abouti au développement d'élevages caprins hors sol afin de standardiser les apports nutritionnels et les conditions d'élevage.

Cependant, diverses crises sanitaires et la considération accrue apportée au bien-être animal expliquent que les demandes des consommateurs sont croissantes en faveur d'une Agriculture Durable, dont les critères incluent la promotion de concepts tels que la réduction des intrants chimiques en élevage ou la meilleure prise en compte de la biodiversité, de l'environnement et du bien-être animal. Ces critères se retrouvent à des degrés divers dans les cahiers des charges de mode de production de qualité (par exemple de type AOC lait ou Agriculture Biologique). Une telle démarche participe à une meilleure image des produits (ou plutôt à une meilleure adéquation entre l'image présentée et les réalités des conditions d'élevage) censée aboutir à une meilleure valorisation des produits, qu'ils soient carnés ou laitiers.

En élevage de ruminants, une des réponses les plus évidentes à cette attente sociétale consiste en **un retour des herbivores à leur ressource naturelle**. Cette démarche s'exprime souvent par le terme « retour à l'herbe », ce qui mériterait d'être nuancé pour les caprins. C'est aussi un retour vers l'acceptation d'une diversité de systèmes d'élevage correspondant à des risques accrus de ruptures nutritionnelles ou de menaces sanitaires nouvelles, mais aussi à l'exploration et l'exploitation d'une plus grande diversité de solutions offertes par l'environnement.

Chez les caprins, la possibilité de produire un maximum de lait (jusque 1 200 kg par lactation individuelle) par une gestion optimisée et raisonnée du pâturage herbacé a été illustrée depuis près de 20 ans par les travaux menés à la station du Pradel (LEFRILEUX *et al.*, 2008 et 2012). Cet article vise pour sa part à évoquer les principaux risques parasitaires liés à l'exploitation du pâturage par les caprins, leurs spécificités de réponse et les répercussions sur la gestion du parasitisme.

2. Les risques parasitaires au pâturage

L'importance d'une pathologie (qu'elle soit d'origine parasitaire ou non) dans une population animale dépend de plusieurs facteurs :

- l'exposition des animaux aux agents infestants et leur réceptivité, qui détermine la fréquence et la répartition géographique plus ou moins large des cas rencontrés ;
- l'impact des pathologies provoquées, en termes :
 - de santé publique (agents potentiels de zoonoses, c.a.d. risques de maladies transmises de l'animal à l'homme) ;
 - de risques généraux d'extension de pathologies sévèrement délétères pour les élevages à l'échelle territoriale ou nationale (*Maladie Légale Réputée Contagieuse*) ;
 - d'économie des élevages en cause.

Pour résumer, en dehors d'agents pathogènes responsables de zoonoses pour lesquels le raisonnement appliqué pour la maîtrise de ces pathologies se doit d'être qualitatif, l'importance générale d'une parasitose dépend de la fréquence et de la plus ou moins large répartition géographique des cas rencontrés et des conséquences économiques provoquées dans l'élevage (pertes de production, signes cliniques, mortalités éventuelles).

- Par ailleurs, la disponibilité de moyens de maîtrise efficaces, de nature thérapeutique ou non, est un troisième critère à considérer. Ces aspects seront abordés dans le chapitre 3 à propos des modes de maîtrise potentiels des parasitoses au pâturage chez les chèvres.

■ Pâturage et exposition aux agents infestants des principales parasitoses

L'exploitation du pâturage n'est pas synonyme de risque parasitaire général accru, mais plutôt d'une **augmentation des risques vis-à-vis de certains groupes de parasites**.

La réduction de concentration des animaux qui souvent accompagne leur sortie à l'extérieur va aussi de pair avec une moindre exposition à certains parasites, comme des protozoaires à transmission directe (figure 1), agents des coccidioses ou de la cryptosporidiose. Ces pathologies là sont avant tout des maladies de chèvrerie. C'est également le cas de certains parasites externes : des insectes, comme les poux ou les puces, et des acariens agents de certaines gales. Leur présence est favorisée par la concentration prolongée des animaux en bâtiments.

A l'inverse, l'élevage en extérieur correspond à un risque plus important de rencontre avec d'autres insectes (ex. *Oestrus ovis*, ou d'autres agents de myiases) ou acariens (ex. les tiques). Enfin, de manière très générale, **le pâturage correspond surtout à une plus large exposition aux vers** (les Helminthes) ce qui inclut trois groupes taxonomiques distincts : les Trématodes (les douves), les Cestodes (les ténias) et les Nématodes (les strongles pulmonaires ou digestifs). Seules les infestations par *Strongyloides papillosus* représentent un cas particulier puisque leur cycle peut se réaliser en chèvrerie. Cette plus grande exposition aux éléments infestants d'helminthes tient aux cycles biologiques des parasites qui nécessitent un passage dans le milieu extérieur avec ou sans intervention d'hôtes intermédiaires (figure 1). Dans la plupart des cas, ces helminthes sont communs aux ovins et aux caprins alors que des espèces voisines infestent les bovins. La prévalence et le pouvoir pathogène de ces vers chez les caprins varient, ce qui justifie les mesures de maîtrise plus ou moins drastiques appliquées.

Ce concept de risque d'exposition potentiel est à moduler en fonction du comportement particulier des chèvres. Ainsi, leur aversion pour les zones humides explique que les cas d'infestations par la grande douve (*Fasciola hepatica*) restent rares en comparaison aux ovins. A l'inverse, les infestations par des paramphistomes (*Calicophoron daubneyi*), dont le cycle biologique

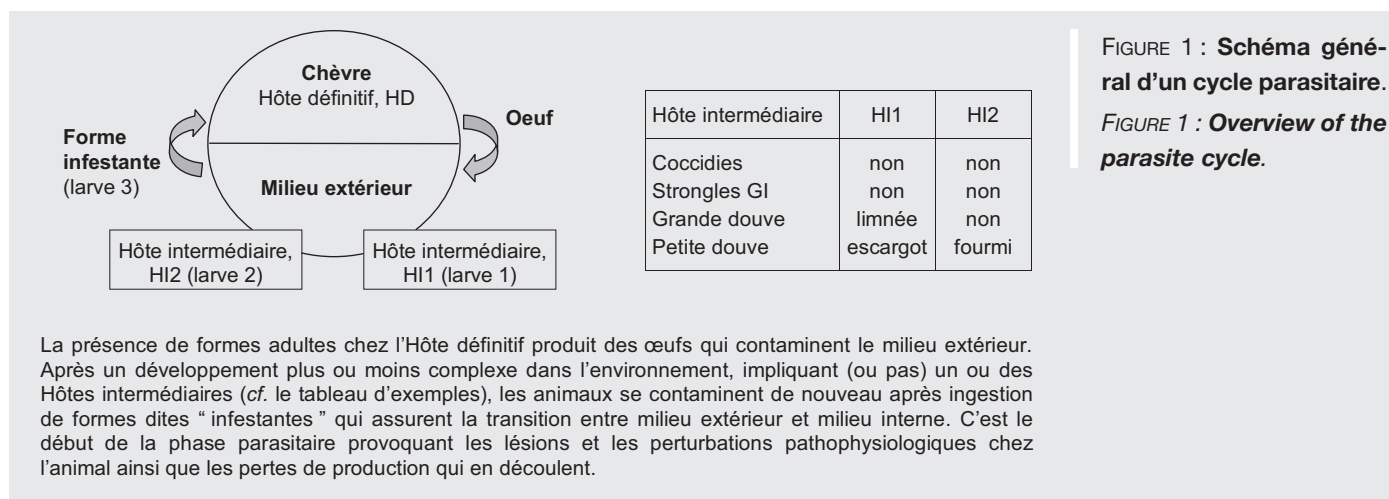


FIGURE 1 : Schéma général d'un cycle parasitaire.
 FIGURE 1 : Overview of the parasite cycle.

La présence de formes adultes chez l'Hôte définitif produit des œufs qui contaminent le milieu extérieur. Après un développement plus ou moins complexe dans l'environnement, impliquant (ou pas) un ou des Hôtes intermédiaires (cf. le tableau d'exemples), les animaux se contaminent de nouveau après ingestion de formes dites "infestantes" qui assurent la transition entre milieu extérieur et milieu interne. C'est le début de la phase parasitaire provoquant les lésions et les perturbations pathophysiologiques chez l'animal ainsi que les pertes de production qui en découlent.

est voisin de celui de *F. hepatica* sont régulièrement rapportés dans certains territoires. Ces cas semblent souvent liés à un partage de pâturage avec des bovins (PARAUD *et al.*, 2009).

■ Importance relative des parasitoses du pâturage chez les caprins

• Zoonoses

Parmi les agents potentiels de zoonoses présents chez les caprins élevés au pâturage, seule la présence de la grande douve (*F. hepatica*) semble à considérer. Toutefois, les particularités de comportement des caprins signalées précédemment en font un réservoir mineur puisque les cas de fasciolose caprine demeurent rares.

• Importance économique

Par rapport aux ovins, les **cas de myiases** cutanées des caprins par *Lucilia sericata* et *Wohlfartia magnifica* restent rares. De plus, pour *W. magnifica*, la répartition des mouches est restreinte à quelques régions, compte tenu de son habitus à évoluer dans des zones au-delà d'une altitude de 700 à 800 mètres

La myiase des cavités nasales due aux larves d'*Oestrus ovis* est pour sa part très largement présente dans les principaux bassins d'élevage caprin. Cependant, la prévalence et les conséquences des infestations dans un troupeau sont de manière générale moins élevées et moins sévères que chez les ovins. Ceci pourrait s'expliquer par des différences de comportement des chèvres plus aptes à se réfugier dans des espaces moins ouverts (garrigues, sous-bois). De plus, les conséquences cliniques mineures s'expliqueraient aussi parce qu'une part importante des phénomènes pathologiques liés à la présence des larves dans les cavités nasales serait liée aux réactions de l'hôte (comme dans les phénomènes d'asthme) et que celles-ci sont moindres chez les chèvres que chez les moutons (NGUYEN *et al.*, 1999).

Pour les principales **helminthoses du pâturage**, les études les plus nombreuses concernent les **strongyloses gastro-intestinales (SGIs)** en raison de leur fréquence et

de leur ubiquité géographique. Des données répétées indiquent un effet d'infestations subcliniques sur la quantité de lait produit voire sur certains paramètres de qualité (Taux butyreux) (HOSTE et CHARTIER, 1993). De plus, en l'absence de mesures appropriées de régulation des populations vermineuses, des signes cliniques sévères digestifs ou d'anémie peuvent se développer et même conduire à des mortalités, en particulier lors de la présence de l'espèce hématophage *Haemonchus contortus*.

L'agent des **strongyloses pulmonaires** des caprins (*Muellerius capillaris*) est extrêmement fréquent (CHARTIER et RÉCHE, 1992) mais son pouvoir pathogène direct reste discuté (CHARTIER, 2010). De manière générale, la présence des formes larvaires enkystées dans les poumons semble assez bien supportée par les caprins. Dans un nombre réduit de cas, une pathologie plus sévère est observée. Elle serait surtout liée à des surinfections bactériennes ou virales, favorisées par les lésions créées par l'activation des larves ou la réaction de l'hôte face aux formes enkystées.

La présence de **ténias** (*Moniezia expansa*) est souvent identifiée en élevage par l'émission dans les fèces d'anneaux taenifuges, souvent décrits comme des « grains de riz ». Toutefois, cette détection signe de manière générale un simple « portage » par les chèvres adultes sans conséquences graves, en raison d'une bonne réponse immunitaire. Comme chez les agneaux, des cas de taeniasis (due à des infestations par des Cestodes adultes) peuvent conduire à des répercussions subcliniques ou cliniques non négligeables chez les chevrettes. Cependant, plusieurs éléments contribuent à limiter l'importance de ces infestations : i) le mode de conduite des chevrettes les séparant en général des risques de transmission par les adultes, ii) une réponse immunitaire d'installation précoce et iii) l'efficacité des traitements disponibles.

Comme mentionné précédemment, en raison du comportement des chèvres, la présence de *F. hepatica* est rare. Lorsqu'elle est présente, la **grande douve** a souvent des conséquences graves. Les cas de **paramphistomoses** dues à *C. daubney* sont désormais beaucoup plus souvent signalés (PARAUD *et al.*, 2009). Cependant, les données objectives sur les conséquences pathologiques de la présence de ces « douves du rumen » chez les

caprins suggèrent que la pathologie serait d'abord liée aux passages des formes larvaires par l'intestin. La présence de vers adultes dans le rumen serait le plus souvent asymptomatique. Les infestations par la **petite douve** (*Dicrocoelium lanceolatum*) sont plus fréquentes en particulier en zones à sols basiques (terrains calcaires). Toutefois, en raison des difficultés pour disposer de modèles d'étude expérimentale, les conséquences pathologiques et économiques en situations subcliniques restent mal cernées, en dehors de situations d'infestations massives observées sur le terrain où des tableaux nécropsiques sévères et des conséquences sur la production ont été trouvés.

3. Modes de maîtrise des parasitoses au pâturage : spécificité des caprins

■ Principes généraux de maîtrise des parasitoses

Les principales parasitoses rencontrées au pâturage ont été évoquées dans le chapitre précédent. De manière générale, quelles que soient les conditions (à l'intérieur ou à l'extérieur), quatre principes gouvernent la maîtrise des pathologies (TORRES-ACOSTA et HOSTE, 2008) :

- **1/ Eliminer les agents pathogènes** : qu'ils soient ou non parasites, il s'agit d'intervenir par des traitements thérapeutiques visant à éliminer les « fauteurs de troubles pathologiques » chez l'hôte.

- **2/ Favoriser la réponse immunitaire de l'animal face aux agents pathogènes** : trois principaux « leviers », non exclusifs, sont habituellement décrits pour atteindre ce but : les vaccins, la qualité des apports nutritionnels et la sélection génétique orientée en faveur d'une résistance aux maladies.

- **3/ Réduire le contact entre l'animal et les éléments pathogènes infestants** : ce but hygiénique peut être atteint soit en réduisant la densité d'éléments infestants dans l'environnement (désinfection = prophylaxie sanitaire offensive), soit en réduisant les probabilités de contacts entre animaux sensibles et agents pathogènes (prophylaxie sanitaire défensive).

- **4/ Moduler la biologie des parasites** : dans le cas du parasitisme, correspondant à des infestations chroniques provoquant des pertes économiques sur le long terme, l'identification de substances capables de perturber la biologie des agents pathogènes pour freiner la dynamique des infections est un concept innovant exploré.

Jusqu'à présent, l'essentiel de la lutte contre les parasitoses a reposé sur le premier principe thérapeutique qui combinait facilité d'emploi, efficacité et faible coût. Pour illustrer les spécificités de réponse des caprins aux parasites en situation de pâturage et les nécessaires adaptations en découlant pour les méthodes de maîtrise du parasitisme, nous prendrons pour exemple principal

les strongyloses gastro-intestinales (SGIs) car elles demeurent les parasitoses de pâturage les plus largement présentes et les plus dommageables pour l'économie des élevages menés en extérieur.

Les mêmes espèces de Nématodes du tube digestif existent chez **les caprins et les ovins**. Toutefois, comme évoqué, certains éléments suggèrent que les deux espèces **ont développé, au cours de l'évolution, deux stratégies divergentes pour réguler les populations de vers** et leurs conséquences (HOSTE *et al.* 2010). Ces stratégies semblent liées initialement au comportement alimentaire différencié des chèvres et des moutons.

Les moutons, très inféodés à l'exploitation de l'herbe, ont été confrontés massivement aux infestations par les SGIs. Il est suspecté que ce challenge constant aurait favorisé la préservation de races ou de lignées ayant une meilleure résistance immune face aux SGIs. A l'inverse, lorsque l'environnement permet d'exprimer leur comportement usuel de « cueilleurs », les chèvres évitent le contact avec les éléments infestants des SGIs. Toutefois, cette exploitation de diverses ressources botaniques disponibles correspond à une confrontation répétée face à des métabolites potentiellement toxiques et, en conséquence, au développement d'une capacité accrue de métaboliser et d'éliminer de l'organisme des substances extérieures (xénobiotiques) parfois néfastes. A l'inverse, la sélection naturelle n'a pas favorisé chez les caprins la mise en place d'une résistance immune aux SGIs puisque le défi auquel est confronté un animal cueilleur restait faible (HOSTE *et al.*, 2010). Cette absence de résistance se traduit par des niveaux d'infestations chez les animaux adultes comparables, voire supérieurs, à ceux des jeunes (HOSTE et CHARTIER, 1998 ; ALBERTI *et al.*, 2012) alors que, chez les ovins, de nettes différences sont trouvées entre les brebis adultes et les jeunes animaux, y compris les antennaises (primipares).

Il est suspecté que ces différences de stratégies « naturelles » ont toujours de profondes répercussions sur l'efficacité des diverses méthodes de maîtrise du parasitisme applicables chez les deux espèces de petits ruminants. **Même si caprins et ovins partagent les mêmes espèces de vers parasites, les modes de maîtrise des SGIs nécessitent des adaptations spécifiques aux caprins.**

■ Choix et efficacité des traitements anthelminthiques

En situation de pâturage strict, l'impossibilité pour les chèvres d'éviter les larves 3 infestantes et leur faible capacité à réguler par une réponse immune les populations vermineuses conduisent à des niveaux d'infestations qui imposent rapidement le recours répété aux traitements anthelminthiques (AHs). Cependant, plusieurs facteurs contribuent à restreindre les options thérapeutiques disponibles efficaces chez les caprins et à rendre complexe la gestion des SGIs en se fondant sur les seuls traitements antiparasitaires.

• Des restrictions de choix thérapeutiques liées à la production

95 % des chèvres en France sont élevées pour leur production de lait. De plus, en général, la lactation correspond aux périodes d'exploitation du pâturage et donc aux époques de challenge parasitaire plus intenses. La prise en compte de la production laitière signifie aussi des restrictions imposées sur le choix des AHs disponibles en limitant l'emploi de molécules interdites en lactation ou ayant des délais d'attente trop longs pour être économiquement viables. En pratique, cette situation a conduit à limiter le choix quasi exclusif à 3 molécules (fenbendazole, oxfendazole et fébantel) de la même famille d'AHs de synthèse (les benzimidazoles et probenzimidazoles) car elles sont sans « délai d'attente » en lactation. Les mêmes limites existent chez les ovins à vocation laitière mais ceux-ci ne représentent qu'environ 15 % du cheptel national et surtout l'immunité des brebis adultes face aux SGIs est bien plus efficace que chez les caprins.

• Adapter les traitements aux spécificités métaboliques des chèvres

Comme mentionné précédemment, des phénomènes évolutifs auraient favorisé chez les caprins la préservation d'aptitudes physiologiques et métaboliques pour exploiter des ressources botaniques riches en composés toxiques (HOSTE *et al.*, 2010). Une telle aptitude à éliminer plus rapidement de l'organisme des xénobiotiques s'exprime aussi pour nombre de molécules thérapeutiques, y compris les AHs (LESPINE *et al.*, 2012 ; GALTIER *et al.*, 1981 ; HENNESSY *et al.*, 1993). Les mêmes espèces de SGIs étant présentes chez les ovins et les caprins, il a longtemps été supposé que les données pharmacologiques acquises pour valider l'efficacité de molécules sur ovins étaient transposables aux caprins. Il a fallu plus de 20 ans avant que pharmacologistes et parasitologistes identifient que cette hypothèse était obsolète et en tirent les conséquences. En pratique, ce constat s'est traduit par la nécessité d'adapter les posologies des AHs de diverses familles pour aboutir à une efficacité comparable aux doses recommandées chez les ovins (CHARTIER et HOSTE, 1997).

• Des anthelminthiques théoriquement efficaces sur les strongyloses gastro-intestinales ?

Le recours fréquent aux traitements chimiques pour maîtriser les infestations, l'utilisation répétée de la même famille thérapeutique, le sous-dosage réitéré, lié à la méconnaissance des spécificités métaboliques de la chèvre sont autant de facteurs majeurs expliquant que la prévalence des résistances aux AHs, notamment aux benzimidazoles, est plus élevée en élevage caprin qu'en élevage ovin.

Les enquêtes les plus récentes (CHARTIER *et al.*, 2001) indiquent que **près de 80 % des élevages exploitant le pâturage doivent composer avec une résistance aux benzimidazoles (BZs)**. Cela veut dire que l'administration de molécules de cette famille n'est pas efficace à 100 % et

surtout que toute nouvelle application de ces molécules conduit à renforcer la résistance des populations de vers vis-à-vis de cette famille et donc à diminuer encore l'efficacité des futurs traitements. Des résistances des vers au lévamisole ont aussi été signalées (CHARTIER *et al.*, 2001) mais leur prévalence reste faible. En revanche, jusqu'à présent les suspicions de résistance aux lactones macrocycliques (avermectines et moxidectine) n'ont pas été confirmées (PARAUD *et al.*, 2010).

• A l'échelle mondiale, chèvres et brebis laitières représentent un marché mineur

Cette vision gouvernée par le marché a des conséquences sur la disponibilité future de nouvelles molécules antiparasitaires chez les caprins. Ainsi, de nouvelles familles de molécules AHs ont récemment (KAMINSKY *et al.*, 2008) ou vont être sous peu commercialisées chez les ovins allaitants. Toutefois, en raison de l'étroitesse du marché par rapport aux coûts de demandes d'Autorisation de Mise sur le Marché de nouvelles molécules, les possibilités de les voir développées pour les petits ruminants laitiers restent faibles.

■ Des recommandations pour mieux utiliser et préserver l'efficacité au long terme des molécules AHs disponibles chez les chèvres

Multiplier / Réitérer / Sous-doser et Généraliser les traitements sont les mots clefs expliquant de manière générale le développement des résistances aux AHs dans les populations de SGIs chez les ruminants.

L'importance des cas de résistances aux AHs, et notamment aux BZs, chez les caprins a conduit à formuler un certain nombre de recommandations et proposer des adaptations de la régulation pour fournir les moyens de gérer le parasitisme en élevage. Ces recommandations peuvent se résumer en quelques règles simples, qui prennent le contre-pied des mots clefs énoncés en tête de chapitre. Elles doivent être connues et appliquées par tout éleveur désirant mener un troupeau de chèvres au pâturage.

• Etablir un état des lieux du statut de résistance aux antiparasitaires chez les vers

Connaître le statut de résistance vis-à-vis des molécules habituellement employées dans un élevage est essentiel pour éviter de « traiter pour rien » et continuer d'être efficace. Des méthodes simples, fondées sur des coproscopies comparées avant et après traitements, permettent de fournir une information objective (BEUGNET et KERBOEUF, 1997 ; CABARET, 2012). Cette recommandation générale valable pour le troupeau est à appliquer avec encore plus de rigueur pour toute introduction de nouveaux animaux. Le principe de quarantaine ne concerne pas uniquement les portages de virus et de bactéries mais est aussi à appliquer aux parasites. Il est nécessaire de traiter contre les vers tout animal importé dans l'élevage

mais surtout de vérifier l'efficacité des traitements appliqués par coproscopies pour éviter d'introduire des souches résistantes.

En cas de résistance avérée aux BZs, il est possible de recourir à une autre famille de molécules sans Autorisation de Mise sur le Marché officielle pour les caprins selon le principe dit de « la cascade » (FRESNAY, 2004). Chez les chèvres laitières, l'éprinomectine est généralement le substitut préférentiel aux benzimidazoles. Cette démarche doit être encadrée par un vétérinaire.

• Adapter les posologies aux chèvres

Les travaux en pharmacologie comparée pour les diverses molécules ont permis de préciser les posologies nécessaires pour obtenir une efficacité équivalente à celle obtenue chez les ovins, compte tenu des spécificités métaboliques des chèvres et de leur capacité à éliminer plus rapidement les xénobiotiques de leur organisme. De manière générale, selon les molécules, les recommandations visent soit à augmenter la posologie, soit à répéter l'administration (CHARTIER et HOSTE, 1997 ; CHARTIER, 2010). Il est essentiel que ces recommandations soient diffusées et appliquées pour freiner le développement des résistances (HOSTE et al., 2000).

• Diversifier / Alternier les familles de molécules AHs

Des modèles mathématiques indiquent qu'une des méthodes les plus efficaces pour freiner le développement des résistances aux AHs consiste à alterner l'emploi des 3 familles de molécules disponibles (BARNES et al., 1995). Des rotations annuelles ont été proposées chez les ovins allaitants. Compte tenu des contraintes réglementaires sur l'emploi des AHs en élevage laitier, il semble que ce principe d'alternance doive d'abord s'articuler en fonction des périodes de lactation ou non. Si aucune résistance aux BZs n'est identifiée dans l'élevage, l'emploi du lévamisole ou de lactones macrocycliques est préconisé au tarissement, une année sur deux. Dans les élevages où l'éprinomectine est nécessaire en lactation, l'application de lévamisole doit être privilégiée hors lactation.

• Faut-il traiter tous les animaux d'un troupeau ?

De multiples études chez les ovins, caprins et bovins ont montré que tous les animaux d'un troupeau n'étaient pas égaux face au parasitisme et que seule une proportion mineure (30 à 40 %) des animaux du troupeau était fortement infestée et donc principale source de contamination du pâturage et des congénères (HOSTE et al., 2002b). Ces données ont conduit à proposer des méthodes innovantes de traitements sélectifs (décrites désormais sous l'abréviation anglaise de TST : *Targeted Selective Treatment*) afin de **restreindre l'usage des AHs aux seuls animaux souffrant le plus du parasitisme et constituant le risque le plus important pour le troupeau**. En termes de gestion des résistances, ce concept évite de généraliser les traitements et permet donc de freiner la diffusion des résistances aux AHs. L'intérêt

économique pour les éleveurs est évident en permettant d'obtenir une maîtrise des strongyloses équivalente à un traitement systématique en ne traitant que 50 à 60 % des animaux (HOSTE et al., 2002a et b ; KENYON et al., 2009 ; RINALDI et CRINGOLI, 2012).

En élevage caprin laitier, des données ont montré que, dans un troupeau, **les primipares et les chèvres présentant les meilleures performances de production** étaient particulièrement exposées aux SGI (HOSTE et al., 2002b). Ces catégories constituent donc des cibles privilégiées pour appliquer les traitements en période de pâturage et de lactation.

Au tarissement, le principe d'alternance des familles d'AHs est d'abord à respecter. En revanche, le concept de traitement sélectif des animaux est contrebalancé par la volonté d'assurer un nettoyage le plus complet possible des chèvres avant la mise bas et le démarrage de la lactation et pendant une période sans utilisation du pâturage et risque de recontamination.

■ Des solutions non thérapeutiques de gestion des strongyloses gastro-intestinales

Les multiples difficultés rencontrées dans l'application des traitements AHs chez les chèvres laitières conduisent à envisager le recours à d'autres options pour compléter voire remplacer ces molécules chimiques, c'est-à-dire des modes de gestion fondés sur la stimulation de la réponse de l'hôte et sur la prise en compte approfondie des interactions entre les caprins et leur environnement. De manière générale, des solutions intégrées, visant à associer des moyens qui *a priori* ne sont pas efficaces à 100 % par eux seuls mais sont complémentaires dans leur principe d'action, sont désormais préconisées pour assurer une gestion à plus long terme des « interactions durables », comme sont parfois qualifiées les infestations parasitaires.

• Perturber la biologie des vers et en conséquence la dynamique des infestations

Depuis plus de 15 ans, des résultats cohérents se sont accumulés soulignant que la **consommation de certaines plantes riches en tannins, notamment des légumineuses fourragères** (exemple : sainfoin, lotiers corniculés et pédonculés, sulla ou *Sericea lespedeza*), pouvaient présenter un intérêt dans la gestion intégrée du parasitisme par les SGI (HOSTE et al., 2006 ; ROCHFORD et al., 2008).

Il a été montré que la consommation de ces fourrages par des petits ruminants pouvait contribuer à « freiner » la dynamique des infestations. Pour résumer, deux effets principaux expliqueraient ce constat global : i) une réduction de la contamination du pâturage liée à une moindre excrétion d'œufs de parasites résultant probablement de perturbations de la reproduction des vers ; ii) un moindre succès d'infestation des hôtes en empêchant une bonne installation des larves 3 infestantes. Les

niveaux de réduction observés correspondent aux seuils décrits pour assurer une maîtrise du parasitisme compatible avec la plupart des objectifs de production (KETZIS *et al.*, 2006). De plus, la distribution de ces fourrages a généralement été associée à des effets positifs sur la résilience des animaux (c'est-à-dire leur aptitude à mieux supporter les effets négatifs du parasitisme), ce qui se traduit par une meilleure persistance des paramètres de production ou une atténuation des signes cliniques.

À l'inverse des remèdes de phytothérapie, ces résultats ne reposent pas sur une administration ponctuelle, individualisée, d'extraits de plantes mais supposent une consommation prolongée des ressources riches en tannins. On parle de concept d'« alicament » ou de « nutricament », ces fourrages étant exploités à la fois pour leurs propriétés nutritionnelles mais aussi pour des motifs liés à l'amélioration de la santé des animaux.

Ces effets favorables contre les vers et pour l'hôte ont été observés chez les ovins, caprins et cervidés sous diverses latitudes. Ils ont été constatés avec **des légumineuses fourragères exploitées en vert, mais aussi sous forme conservée** (foin, ensilage) ou même **sous forme de bouchons déshydratés** (OJEDA-ROBERTOS *et al.*, 2010). Une filière de développement de bouchons de sainfoin est d'ailleurs actuellement en train d'émerger en France (FOUCHER, 2011). Pour les légumineuses citées, le rôle des **tannins condensés**, communs à tous ces fourrages, a été largement étayé comme composé phytochimique majeur responsable des activités antiparasitaires mesurées (ROCHFORT *et al.*, 2008 ; MUELLER-HARVEY, 2006). Toutefois, il importe de souligner que :

- les résultats obtenus sur les populations de nématodes ne correspondent jamais à une élimination complète des populations de vers mais à une modulation de leur biologie ;

- la plupart des données indiquent que les effets sont transitoires. Lorsque la distribution de fourrage riche en tannin est interrompue, les vers semblent recouvrer une biologie normale ;

- à l'inverse des formulations de molécules AHs chimiques de synthèse très standardisées, les résultats actuels sur l'exploitation de plantes riche en tannins se caractérisent aussi par une variabilité d'efficacité qui paraît dépendre i) des espèces parasites présentes, ii) peut être de l'animal hôte parasité mais surtout iii) de la quantité et de la nature des substances naturelles actives (tannins, flavonoïdes) présentes dans les plantes.

En conclusion, il faut souligner que **ces études restent du domaine de la Recherche et du Développement**. Il reste de multiples questions auxquelles il faut apporter des réponses pour améliorer et standardiser les effets liés à l'exploitation de ces alicaments avant d'envisager des applications pertinentes en élevage. Ces questions en suspens sont à la fois fondamentales (Quels sont les mécanismes d'action des tannins et composés associés sur les Nématodes gastro-intestinaux ? : quels sont les composés actifs ? à quelles doses ? quels sont les effets attendus selon les espèces parasites en cause ?

quelle est leur destinée le long du tractus digestif ?) et appliquées (À l'échelle des systèmes d'élevage, comment exploiter au mieux ces ressources ? : pendant combien de temps faut-il distribuer ces fourrages ? sous quelle forme ? à quelle fréquence ? est-il possible de développer des méthodes simples et peu coûteuses de mesure des composés naturels actifs ?).

Lorsque les réponses auront été apportées à ces multiples interrogations, il est envisageable, compte tenu de la très large distribution géographique des nématodes et des plantes riches en tannins, que cette démarche générique conduite à identifier des ressources multiples exploitables dans une grande diversité de systèmes d'élevage caprin (fourragers, méditerranéens et pastoraux en région tempérée, mais aussi en zone tropicale) de manière à réduire la dépendance aux anthelminthiques chimiques.

• Améliorer la réponse des chèvres face aux SGIs

Par comparaison aux ovins ou aux bovins, les déficiences avérées des chèvres, et surtout des chèvres laitières, pour développer une réponse solide et persistante vis-à-vis des SGIs font que les connaissances pour proposer des solutions alternatives reposant sur ce principe, au travers de vaccins, de sélection génétique ou d'amélioration de la complémentation, restent aléatoires (HOSTE *et al.*, 2008).

Actuellement, il n'existe pas de vaccins contre les helminthes pour les petits ruminants. Un vaccin contre *Haemonchus contortus*, une espèce de nématode digestif hématophage et donc particulièrement pathogène, est en phase de développement (LE JAMBRE *et al.*, 2008 ; KNOX, 2011). Sa commercialisation semble proche mais son extension à l'espèce caprine se heurte à deux écueils : i) l'étroitesse du créneau commercial et ii) la mauvaise réponse immunitaire des chèvres face aux strongles. Ce dernier point laisse craindre qu'un vaccin potentiel se révélerait moins efficace chez les chèvres malgré quelques données expérimentales plutôt favorables (OLCOTT *et al.*, 2007).

Des programmes de sélection génétique pour des traits fonctionnels de résistance aux infestations par les SGIs existent chez les caprins, mais ils sont beaucoup moins nombreux que chez les ovins (DE LA CHEVROTIÈRE *et al.*, 2011). De plus, ils ont porté essentiellement sur des caprins élevés en zone tropicale pour la viande (BAMBOU *et al.*, 2009) ou chez des chèvres Cachemire à fibre (VAGENAS *et al.*, 2002). En ce domaine, les informations sur les chèvres laitières restent très limitées.

Dans ce domaine de l'amélioration de la réponse de l'hôte face aux vers, **le meilleur « levier technique »** disponible et potentiellement applicable en élevage **reste celui de la complémentation azotée ciblée aux animaux les plus sensibles au sein d'un troupeau**.

Chez les moutons, de multiples études ont montré qu'une augmentation de la composante protéique de la ration permettait d'apporter aux animaux les ressources nutritionnelles nécessaires pour, d'une part, réparer les

lésions dues aux vers et limiter leurs conséquences fonctionnelles et, d'autre part, améliorer les défenses face à ces parasites (COOP et KYRIAZAKIS, 1999). Ce type d'études est beaucoup plus rare chez les chèvres. Quelques données sur chèvres laitières ont montré que les bénéfices positifs d'une telle complémentation « d'adaptation au parasitisme » étaient corrélés aux stress physiologiques de production : les réponses étaient plus nettes chez les meilleures laitières d'un troupeau et en début de lactation, lors d'un fort niveau de production (ETTER *et al.*, 2000). Malgré le nombre élevé de travaux sur les interactions entre complémentation protéique de la ration et réponse de l'animal aux infestations par les SGIs qui ont abondamment étayé la preuve du concept, les applications pratiques en élevage caprin demeurent limitées. Les explications tiennent à deux raisons majeures :

- la difficulté de mesurer avec précision les déficits nutritionnels induits par les vers et donc d'ajuster les complémentations nécessaires. Exprimé autrement, il n'existe pas de tables de nutrition qui prennent en compte toutes les perturbations provoquées par la présence subclinique de parasites ;

- les bénéfices économiques d'une complémentation bien ajustée chez des troupeaux infestés seront d'autant plus nets que des ressources locales ou de faible coût seront utilisables. Toutefois, les fluctuations récentes du marché rendent ces complémentations en protéines souvent presque aussi chères que des traitements chimiques.

• Gérer le pâturage : réduire le risque de rencontre entre chèvres et parasites en prenant en compte les particularités de comportement des caprins

Un des moyens les plus efficaces pour modérer le parasitisme par les SGIs chez les caprins est de leur offrir la **possibilité d'exprimer leur comportement naturel de « cueilleur » et d'exploiter leur stratégie d'évitement des éléments parasitaires infestants**. L'incorporation dans les systèmes de séquences de pâturage de landes, sous-bois ou garrigues présente plusieurs avantages : ces systèmes d'exploitation sont souvent synonymes de moindre chargement et ils offrent aux chèvres des ressources à faible risque car si les larves 3 « *grimpent sur les herbes, elles ne grimpent pas aux arbres et arbustes* ». Enfin, l'hypothèse que certaines des plantes consommées recèlent des substances naturelles dotées de propriétés anthelminthiques a été confirmée à de multiples reprises par des tests *in vitro* ou sur animaux dans le cas de plantes tempérées (PAOLINI *et al.*, 2004 ; BAHUAUD *et al.*, 2005) ou méditerranéennes (MANOLARAKI *et al.*, 2010). Dans la plupart des exemples cités, il est suspecté que des composés tanniques ou des métabolites proches sont responsables des effets AHs constatés (HOSTE *et al.*, 2006).

En situation de pâturage herbacé strict, compte tenu de la faible propension des chèvres à se défendre naturellement face aux SGIs, le meilleur moyen usuel de réduire l'intensité des infestations passe bien évidemment par l'emploi stratégique ou tactique de traitements

chimiques AHs. Mais les limites actuelles de cette chimiothérapie ont été énumérées précédemment.

En l'absence de tels traitements ou en raison de leur inefficacité, **une autre option de bon sens consiste à réduire le chargement par hectare** mais une telle mesure est souvent difficile d'application en élevage pour des raisons économiques et de gestion prioritaire de la nutrition immédiate et de la constitution de réserves fourragères. Pour essayer d'ajuster la conduite du pâturage à chaque ferme, des modèles d'analyse des systèmes ont été développés et sont en voie d'adaptation et d'amélioration à l'aide de logiciels informatiques pour fournir à chaque **élevage** un outil personnalisé permettant de mieux identifier les périodes (quand ?) et les zones (où ?) à risque (NAPOLEONE *et al.*, 2011), puis d'explorer, dans le cadre d'une démarche interactive, les solutions ou modifications éventuelles à implanter.

Tout comme pour les ovins, les potentialités de décontamination / désinfection des prairies par des pratiques de pâturage mixte, simultanée ou alternée entre bovins et petits ruminants, et de limitation des risques cliniques ou économiques associés restent réelles lorsque les systèmes d'élevages le permettent (HOSTE *et al.*, 2003 ; DOUMENC, 2003).

Conclusion

Les diverses contraintes rencontrées dans la gestion du parasitisme par les strongles digestifs chez les chèvres (forte sensibilité des animaux de tout âge aux infestations, restriction des traitements en raison d'une part de la production de lait et d'autre part de l'importance des résistances aux AHs chez les vers) créent une situation complexe face à laquelle une gestion exclusive par des moyens thérapeutiques n'est plus suffisante. Gérer des interactions complexes par des solutions simples est illusoire. Les élevages caprins au pâturage sont probablement les premiers où vont devoir s'appliquer les connaissances accumulées pour appliquer une gestion intégrée, s'appuyant sur la combinaison de plusieurs méthodes de lutte, répondant aux divers principes énoncés et prenant en compte les particularités des chèvres afin de réduire les impacts économiques dus aux SGIs. En un sens, l'élevage caprin a ainsi valeur de modèle, pour apprendre à gérer les SGIs avec un recours minimal aux traitements chimiques car des contraintes similaires sont en train d'émerger en élevages ovin et bovin et risquent d'aller croissantes.

Accepté pour publication,
le 19 octobre 2012.

Remerciements pour les aides apportées par l'Action COST FA 0805 CAPARA (« Goat-parasite Interactions: from knowledge to control »), par le Projet 12050599 de la Région Midi-Pyrénées « Maîtrise améliorée du parasitisme par les strongles gastro-intestinaux chez les ovins et les caprins » et par le projet CASDAR « Développement et évaluation de stratégies et d'outils pour optimiser l'usage des anthelminthiques dans la maîtrise des strongyloses gastro-intestinales en élevage de ruminants ».

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBERTI E.G., ZANZANI S.A., FERRARI N., BRUNI G., MANFREDI M.T. (2012) : "Effects of gastrointestinal nematodes on milk productivity in three dairy goat breeds", *Small Ruminant Res.*, 165, 512-517.
- BAHUAUD D., MARTINEZ-ORTIZ DE MONTELLANO C., CHAUVEAU S., PREVOT F., TORRES ACOSTA, J.F.J., FOURASTE I., HOSTE H. (2005) : "Effects of four tanniferous plant extracts on the *in vitro* exsheathment of third-stage larvae of parasitic nematodes", *Parasitology*, 132, 545-554.
- BAMBOU J.C., ARQUET R., ARCHIMEDE H., ALEXANDRE G., MANDONNET N., GONZALEZ-GARCIA E. (2009) : "Intake and digestibility of naive kids differing in genetic resistance and experimentally parasitized (indoors) with *Haemonchus contortus* in two successive challenges", *J. of Animal Sci.*, 87, 2367-2375.
- BARNES E.H., DOBSON R.J., BARGER I.A. (1995) : "Worm control and anthelmintic resistance: adventures with a model", *Parasitology Today*, 11, 56-63.
- BEUGNET F., KERBOEUF D. (1997) : "La résistance aux antiparasitaires chez les parasites des ruminants", *Le Point Vétérinaire*, n° spécial *Parasitologie des ruminants*, 28, 167-174.
- CABARET J. (2012) : "Résistance des strongles aux anthelminthiques chez les ruminants", *Le Point Vétérinaire*, n° spécial *Parasitologie interne des ruminants*, 43, 8-13.
- CHARTIER C. (2010) : "Parasitisme helminthique des caprins", *Pathologie caprine : du diagnostic à la prévention*, Wolters Kluwer France Rueil Malmaison, pp 159-179.
- CHARTIER C., RECHE B. (1992) : "Gastrointestinal helminths and lungworms of French dairy goats: prevalence and geographical distribution in Poitou Charentes", *Veterinary Res. Communications*, 16, 327-335.
- CHARTIER C., HOSTE H. (1997) : "La thérapeutique anthelminthique chez les caprins", *Le Point Vétérinaire*, 28, 125-132.
- CHARTIER C., SOUBIRAC F., PORS I., SILVESTRE A., HUBERT J., COUQUET C., CABARET J. (2001) : "Prevalence of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of dairy goats under extensive management conditions in south western France", *J. of Helminthology*, 75, 325-330.
- COOP R.L., KYRIAZAKIS I. (1999) : "Nutrition-parasite interaction", *Veterinary Parasitology*, 84, 187-204.
- DE LA CHEVROTIÈRE C., MORENO C., JAQUIET P., MANDONNET N. (2011) : "La sélection génétique pour la maîtrise des strongyloses gastro-intestinales des petits ruminants", *Productions Animales*, 24, 221-234.
- DOUMENC V. (2003) : *Helminthofaune des caprins en Saône et Loire : Influence du pâturage mixte avec les bovins*, Thèse de Doctorat Vétérinaire, Toulouse, 99 p.
- ETTER E., HOSTE H., CHARTIER C., PORS I., KOCH C., BROQUA C., COUTINEAU H. (2000) : "The effect of two levels of dietary protein on resistance and resilience of dairy goats experimentally infected with *Trichostrongylus colubriformis*: comparison between high and low producers", *Veterinary Res.*, 31, 247-258.
- EUROPA (2011) : http://ec.europa.eu/agriculture/statistics/agricultural/2011/pdf/d17-0-417_en.pdf
- FOUCHER F. (2011) : "La renaissance du sainfoin : du fourrage au granulé déshydraté", *La Revue de l'Alimentation Animale*, 649.
- FRESNAY E. (2004) : "Exemples de mise en oeuvre de la "cascade" dans le traitement de parasitoses chez les ruminants laitiers", *Bulletin GTV*, Hors série *Parasitologie des ruminants laitiers*, 140-144.
- GALTIER P., ESCOULA L., CANGUILHEM R., ALVINIERE M. (1981) : "Comparative bioavailability of levamisole in non lactating ewes and goats", *Annales de Rech. Vétérinaire*, 12, 109-115.
- HENNESSY D., SANGSTER N.C., STEEL J.W., COLLINS G.H. (1993) : "Comparative pharmacokinetic behaviour of albendazole in sheep and goats", *Int. J. for Parasitology*, 23, 321-325.
- 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", *American J. Veterinary Res.*, 54, 1886-1893.
- HOSTE H., CHARTIER C. (1998) : "Résistance des chèvres aux strongyloses gastro-intestinales : différences avec les moutons", *Le Point Vétérinaire*, 29, 69-74.
- HOSTE H., CHARTIER C., ETTER E., GOUDEAU C., SOUBIRAC F., LEFRILEUX Y. (2000) : "A questionnaire survey on the use of anthelmintics in dairy goats in France", *Veterinary Res. Communications*, 24, 459-469.
- HOSTE H., LEFRILEUX Y., POMMARET A. (2002A) : "Comparison of selective and systematic treatments to control nematode infection of the digestive tract in dairy goats", *Veterinary Parasitology*, 106, 345-355.
- HOSTE H., CHARTIER C., LEFRILEUX Y. (2002B) : "Control of gastrointestinal parasitism with nematodes in dairy goats by treating the host category at risk", *Veterinary Res.*, 33, 531-545.
- HOSTE H., GUITARD J.P., PONS J.C. (2003) : "Pâturage mixte entre ovins et bovins : intérêt dans le gestion des strongyloses gastro intestinales", *Fourrages*, 176, 425-436.
- HOSTE H., JACKSON F., ATHANASIADOU S., THAMSBORG S.M., HOSKIN S.O. (2006) : "The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants", *Trends in Parasitology*, 32, 253-261.
- HOSTE H., TORRES ACOSTA J.F.J., AGUILAR CABALLERO A.J. (2008) : "Parasite interactions in goats: is immunoregulation involved in the control of gastrointestinal nematodes?", *Parasite Immunology*, 30, 79-88.
- HOSTE H., SOTIRAKI S., LANDAU S.Y., JACKSON F., BEVERIDGE I. (2010) : "Goat nematode interactions: think differently!", *Trends in Parasitology*, 26, 376-381.
- KAMINSKY R., GAUVRY N., SCHORDERET WEBER S., SKRIPSKY T., BOUVIER J., WENGER A., SCHROEDER F., DESAULES Y., HOTZ R., GOEBEL T., HOSKING, C.B., PAUTRAT F., WIELAND-BERGHAUSEN S., DUCRAY P. (2008) : "Identification of the amino-acetonitrile derivative monepantel (AAD 1566) as a new anthelmintic drug development candidate", *Parasitology Res.*, 103, 931-939.
- KENYON F., GREER A.W., COLES G.C., CRINGOLI, G., PAPADOPOULOS, E., CABARET, J., BERRAG, B., VARADY M., VAN WYK J., THOMAS E., VERCRUYSE J., JACKSON F. (2009) : "The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants", *Veterinary Parasitology*, 164, 3-11.
- KETZIS J.K., VERCRUYSE J., STROMBERG B.E., LARSEN M., ATHANASIADOU S., HOUDJIK J.G. (2006) : "Evaluation of efficacy expectations for novel and non chemical helminth control strategies in ruminants", *Veterinary Parasitology*, 139, 4, 321-335.
- KNOX D. (2011) : "Proteases in blood-feeding nematodes and their potential as vaccine candidates", *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 712, 155-176.
- LEFRILEUX Y., MORAND-FEHR P., POMMARET A. (2008) : "Capacity of high milk yielding goats for utilizing cultivated pasture", *Small Ruminant Res.*, 77, 113-126.
- LEFRILEUX Y., POMMARET A., MORAND-FEHR P., LEGARTO J. (2012) : "Utilisation des prairies par les chèvres laitières dans les conditions du sud-est de la France", *Fourrages*, 212, 279-288.
- LE JAMBRE L.F., WINDON R.G., SMITH W.D. (2008) : "Vaccination against *Haemonchus contortus*: Performance of native parasite gut membrane glycoproteins in Merino lambs grazing contaminated pasture", *Veterinary Parasitology*, 153, 302-312.
- LESPINE A., CHARTIER C., HOSTE H., ALVINIERE M. (2012) : "Endectocides in goats: Pharmacology, efficacy and use conditions in the context of anthelmintic resistance", *Small Ruminant Res.*, 103, 12-17.

- MANOLARAKI F., SOTIRAKI S., SKAMPARDONIS V., VOLANIS M., STEFANAKIS A., HOSTE H. (2010) : "Anthelmintic activity of some Mediterranean browse plants against parasitic nematodes", *Parasitology*, 137, 685-696.
- MUELLER-HARVEY I. (2006) : "Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health", *J. Science Food and Agriculture*, 86, 2010-2037.
- NAPOLIONE M., HOSTE H., LEFRILEUX Y. (2011) : "The use of grazing pastures in goat production: development of an approach to combine optimized use of the forage resource and the control of related risks", Bouche R., Derkimba A., Casabianca F. eds., *New Trends for Innovation in the Mediterranean Animal Production*, vol. 129, EAAP Publication, 307-316.
- NGUYEN V.K., JACQUIET P., DURANTON C., BERGEAUD J. P., PREVOT F., DORCHIES P. (1999) : "Réactions cellulaires des muqueuses nasales et sinusales des chèvres et des moutons à l'infestation naturelle par *Oestrus ovis* Linné 1758 (Diptera : Oestridés)", *Parasite*, 6, 141-149.
- OJEDA-ROBERTOS N., MANOLARAKI F., THEODORIDOU K., AUFRERE J., HALBWIRTH H., STICH K., REGOS I., TREUTTER D., MUELLER-HARVEY I., HOSTE H. (2010) : "The anthelmintic effect of sainfoin (silage, hay, fresh) and the role of flavonoid glycosides", *EAAP meeting*, Heracleion, Creta Island, 20-24th August 2010.
- OLCOTT D.D., WEEKS B.M., SHAKYA K., SMITH W.D., MILLER J.E. (2007) : "Effect of vaccination of goats with H-11/H-gal-GP antigens from intestinal membrane cells of *Haemonchus contortus*", *J. of Animal Sci.*, 65, Suppl 2, 35.
- PAOLINI V., FOURASTE I., HOSTE H. (2004) : "In vitro effects of three woody plant and sainfoin on third-stage larvae and adult worms of three gastrointestinal nematodes", *Parasitology*, 129, 69-77.
- PARAUD C., FOURNIER E., ROBERGEOT V., KULO A., PORS I., BAUDRY C., CHARTIER C. (2009) : "*Calicophoron daubneyi* infection in grazing goats: Results from a cross-sectional coprological survey in France", *Small Ruminant Res.*, 82, 66-68.
- PARAUD C., PORS I., REHBY L., CHARTIER C. (2010) : "Absence of ivermectin resistance in a survey on dairy goat nematodes in France", *Parasitology Res.*, 106, 1475-1479
- RINALDI L., CRINGOLI G. (2012) : "Parasitological and pathophysiological methods for selective application of anthelmintic treatments in goats", *Small Ruminant Res.*, 103, 18-22.
- ROCHFORT S., PARKER A.J., DUNSHEA F.R. (2008) : "Plants for ruminant health and productivity", *Phytochemistry*, 69, 299-322.
- TORRES-ACOSTA J.F.J., HOSTE H. (2008) : "Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing / browsing sheep and goats", *Small Ruminant Res.*, 77, 159-173.
- VAGENAS D., JACKSON F., MERCHANT M., WRIGHT I.A., BISHOP S.C. (2002) : "Genetic control of resistance to gastro-intestinal parasites in crossbred cashmere-producing goats: responses to selection, genetic parameters and relationships with production traits", *Animal Science*, 74, 199-208.



Association Française pour la Production Fourragère

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

www.afpf-asso.org



AFPF – Centre Inra – Bât 9 – RD 10 – 78026 Versailles Cedex – France

Tél. : +33 01 30 21 99 59 – Fax : +33 01 30 83 34 49 – Mail : afpf.versailles@gmail.com

Association Française pour la Production Fourragère