

# Le risque parasitaire au pâturage et sa maîtrise

A. Chauvin<sup>1</sup>, F. Manolaraki<sup>2</sup>, C. Arroyo Lopez<sup>2</sup>, H. Hoste<sup>2</sup>

1 : ENV Nantes, UMR 1300 BIOEPAR, UMT Santé des bovins, F-44307 Nantes cedex 03 ;  
alain.chauvin@vet-nantes.fr

2 : ENV Toulouse, UMR 1225, IHAP Interactions Hotes - Agents Pathogènes, F-31076 Toulouse ;  
h.hoste@envt.fr

## Résumé

Pour les parasitoses contractées au pâturage, le risque parasitaire est très dépendant des conditions climatiques et environnementales. Parmi ces dernières, c'est principalement la présence de biotopes favorables aux autres hôtes du parasite qui conditionne la dangerosité d'une parcelle pour les parasites à cycle hétéroxène (plusieurs hôtes sont nécessaires au cycle de vie du parasite). En revanche, la conduite du pâturage joue un rôle important dans le recyclage des parasites à cycle homoxène (un seul hôte). A la différence de maladies bactériennes ou virales, il est quasiment impossible d'éradiquer les maladies parasitaires d'un élevage. La stratégie de lutte passera donc par l'utilisation raisonnée de mesures agronomiques et thérapeutique pour contrôler le développement du parasite et limiter son impact sur la production. L'utilisation massive d'intrants antiparasitaire a des conséquences à moyen et long terme (résistance, résidus environnementaux...), et la limitation des intrants d'antiparasitaire doit être désormais recherchée en élevage de ruminants. Deux approches permettant une limitation d'intrants sont proposées. L'une vise à leur limitation en élevage bovin grâce à une meilleure évaluation du risque parasitaire par l'analyse du système de pâturage en terme de rotation de pâtures ou comme biotope d'animaux impliqués dans le cycle parasitaire. La seconde vise à remplacer ces intrants en élevage de petits ruminants par l'utilisation de plantes ayant une action anthelminthique. Les légumineuses riches en tanins condensés (Fabaceae) ont ainsi montrées un net effet limitant de la population de strongles chez les petits ruminants. Bien que le mode d'action de ces tanins condensés ne soient que partiellement compris, leur intérêt comme nutriment mérite d'être approfondi dans le cadre d'une approche intégrée du système d'élevage.

## Introduction

De nombreuses maladies parasitaires peuvent être contractées par les ruminants au pâturage. Les conditions de contamination des animaux et de développement des parasites sont très différentes selon que le parasite a un cycle biologique **homoxène** (un seul hôte) ou **hétéroxène** (plusieurs hôtes successifs nécessaire au développement larvaire ou à la reproduction sexuée) (Tableau 1). Lorsqu'un hôte intermédiaire ou un vecteur est impliqué, c'est principalement la présence des biotopes favorables à cet hôte qui conditionne le risque parasitaire lié à la parcelle. La prévention de l'infestation est alors relativement simple à concevoir (assainissement de la parcelle ou suppression du pâturage) bien qu'elle soit souvent plus difficile à réaliser. Nous nous focaliserons dans cette présentation sur les nématodes parasites de l'ordre des *Strongylida* qui sont une des principales contraintes pathologiques en élevage des ruminants à l'herbe et pour lesquels le risque est largement dû au recyclage sur les parcelles pâturées. L'importance de ces parasitoses s'explique par leur fréquence, leur caractère ubiquiste, mais surtout par les pertes économiques qu'elles induisent. Pour évaluer le risque d'infestation et envisager une stratégie de maîtrise adaptée, il faut aussi tenir compte du pouvoir pathogène du parasite et du type d'immunité induit par celui-ci. A partir de l'exemple des trichostrongles (principalement gastro-intestinaux), nous présenterons dans un premier temps comment la biologie du parasite au pâturage permet d'évaluer le risque parasitaire avant d'envisager les principes de maîtrise et de prévention de ces parasitoses. Nous présenterons ensuite deux approches permettant de limiter l'utilisation d'antiparasitaires, d'une part, par analyse du risque parasitaire en élevage bovin de façon à mieux cibler les périodes d'intervention, d'autre part, par utilisation en élevage de petits ruminants de plantes à propriétés anthelminthiques.

**TABLEAU 1 – Principaux parasites contractés au pâturage chez les bovins.**

Parasite	Fréq <sup>(1)</sup>	PP <sup>(2)</sup>	Cycle <sup>(3)</sup>	Source
<i>Fasciola hepatica</i>	+++	++	HE	Métacercaires libérées en zone humide par les limnées tronquées (HI)
<i>Paramphistomum daubneyi</i>	- / ++	+	HE	Métacercaires libérées en zone humide par diverses espèces de mollusques limnéidés (HI)
<i>Dicrocoelium lanceolatum</i>	- / +	+ ?	HE	Fourmis infestées (métacercaires dans la cavité générale)
<i>Moniezia sp.</i>	+	-	HE	Acariens Oribatidés
<i>Ostertagia ostertagi</i>	+++	+++	HO	Larves L3 issus des œufs rejetés par les animaux parasités – risque en fonction du nombre.
<i>Cooperia spp.</i>	+++	++	HO	Larves L3 issus des œufs rejetés par les animaux parasités – risque en fonction du nombre.
<i>Dictyocaulus viviparus</i>	+	+++	HO	Larves L3 issus des larves L1 rejetés par les animaux parasités – risque en fonction du nombre.
<i>Babesia divergens</i>	- / +	- / ++	HE	Tiques <i>Ixodes ricinus</i> – infection lors d'un repas de sang
<i>Babesia major</i>	- / +	+ ?	HE	Tiques <i>Haemaphysalis punctata</i> – infection lors d'un repas de sang
<i>Trypanosoma theileri</i>	++	-	HE	Tabanidés (vecteur mécanique) - infection lors d'un repas de sang -

(1) Fréquence

(2) PP : pouvoir pathogène

(3) cycle : HO : homoxène ; HE : hétéroxène

## 1. Importance des strongyloses gastro-intestinales et modes de contrôle usuels

Les trichostrongles parasites du tube digestif sont une des principales contraintes pathologiques en élevage des ruminants à l'herbe. L'importance de ces parasitoses s'explique par leur fréquence, leur caractère ubiquiste, mais surtout par les pertes économiques qu'elles induisent. En effet, elles affectent les productions sous un angle quantitatif (retard de croissance, pertes de production de lait...) mais aussi qualitatif (déclassement de carcasses, baisse de taux butyreux du lait, altération de

la qualité de la laine...) (SYKES, 1978 ; HOSTE & CHARTIER, 1993). Ces pertes sont d'autant plus prononcées qu'elles sont insidieuses, installées sur la durée, puisque ces infestations parasitaires évoluent généralement sur un mode chronique.

L'importance économique de ces parasitoses justifie la mise en place de mesures de contrôle régulières pour en limiter les conséquences. Jusqu'à présent, ces mesures reposaient pour l'essentiel sur l'administration répétée de molécules chimiques anthelminthiques (AHs) afin d'éliminer les vers chez les animaux et casser ainsi la dynamique des infestations. Cependant, ce recours quasi exclusif à la chimiothérapie se heurte désormais à plusieurs limites. Même si le risque de **résidus** dans les aliments est bien contrôlé par la réglementation sur les temps d'attente, il demeure que :

- L'apparition de **résistance aux anti-parasitaires** (strongylicides, fasciolicides) nécessite la plus grande vigilance. L'utilisation massive de ces molécules induit une forte pression de sélection sur les populations de parasites sensibles. Si l'apparition de **résistance** n'est pas encore présente en élevage bovin en France, elle l'est en élevage caprin ou ovin, notamment en production laitière (JACKSON & COOP, 2000 ; KAPLAN, 2004). Initialement, les résistances ont surtout été décrites vis-à-vis des benzimidazoles, l'une des familles d'AHs à large spectre. Désormais, des résistances ont été mentionnées face à toutes les familles de molécules disponibles (KAPLAN, 2004). De plus, les cas de « multi résistance », ce qui signifie que des populations de vers ne sont plus sensibles à aucune molécule actuellement commercialisée, sont de plus en plus fréquemment signalés, (VAN WYK *et al.*, 1997 ; CHANDRAWATHANI *et al.*, 2004) laissant les éleveurs démunis pour gérer ce parasitisme.

- Le **risque environnemental** est encore le plus souvent négligé alors que la présence de résidus ayant un impact prouvé ou potentiel pour la microfaune est attesté. Certains anthelminthiques sont suspectés de présenter un impact non négligeable sur l'environnement, en particulier sur la microfaune prairiale (LUMARET & ERROUSSI, 2002 ; MC KELLAR, 1997 ; VIRLOUVET *et al.*, 2006). Cette écotoxicité commence à être prise en compte dans l'application des traitements, et des approches alternatives ou complémentaires à l'usage des anthelminthiques chimiques sont actuellement explorées (WALLER & THAMSBORG, 2004 ; HOSTE *et al.*, 2002 ; TORRES ACCOSTA & HOSTE, 2008) pour réduire le recours à la chimiothérapie. Ces solutions répondent mieux aux critères de l'Agriculture Durable en contribuant à préserver la biodiversité, en permettant d'améliorer la qualité des produits par réduction du risque de résidus dans les produits d'origine animale et en pérennisant les possibilités de maîtrise de ce parasitisme.

## 2. Rappels sur la biologie des strongles gastro-intestinaux au pâturage

Les **strongyloses gastro-intestinales** ou **respiratoires** des bovins sont provoquées par divers nématodes dont les deux plus importants par leur pouvoir pathogène sont *O. ostertagi*, agent d'une strongylose de la caillette, et *D. viviparus*, agent d'une broncho-pneumonie respiratoire. Le cycle biologique de ces deux parasites est dit **homoxène semi-direct**. En effet, la transmission d'un animal à l'autre se fait par des formes larvaires qui évoluent dans le milieu extérieur. Les **conditions environnementales** (température, humidité) auront un rôle majeur dans le développement et la survie des formes parasitaires mais **l'immunité** de l'hôte et le **système de pâturage** auront aussi une forte influence sur le recyclage parasitaire lié à la succession des générations de parasites.

En effet, le risque clinique ou économique lié à ces maladies n'est pas lié à la simple présence de quelques formes infestantes mais à la présence d'un **nombre élevé** de celles-ci dans l'environnement des animaux. Pour aboutir à ce niveau de contamination environnementale induisant des pertes, il est nécessaire que les cycles parasitaires s'enchaînent sur les parcelles.

En ce qui concerne la **dictyocaulose bovine** provoquée par *D. viviparus*, le paramètre le plus important est **l'immunité** de l'hôte. Ainsi, chez un bovin immun, le nombre de parasites est limité et leur ponte est inhibée. En revanche, un animal non immun permet l'installation d'une forte proportion de parasites, dont la ponte est quantitativement importante. Ainsi, lorsque les conditions climatiques sont favorables, le pâturage d'une zone faiblement contaminée par des **animaux non immuns** conduira à une très **forte contamination** de la parcelle 4 à 5 semaines plus tard (3 semaines pour le développement du parasite chez le bovin, 1 à 2 semaines pour le développement des larves sur la parcelle). La dangerosité de cette parcelle sera ensuite dépendante de la **survie** des larves infestantes, donc principalement des conditions climatiques ; en particulier, une humidité insuffisante (période de sécheresse estivale) induira une mortalité importante des larves en quelques semaines.

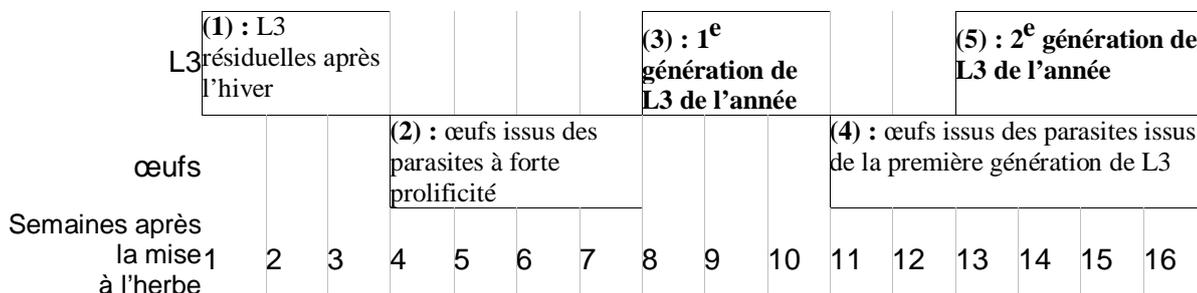
Pour l'**ostertagiose**, provoquée par *O. ostertagi*, l'immunité de l'hôte interviendra de façon similaire mais le passage d'une parcelle faiblement contaminée (moins de 500 larves L3 par kg d'herbe sèche) à une parcelle dangereuse (2 000 à 10 000 larves L3 par kg d'herbe sèche) nécessite le plus souvent **2 générations parasitaires** ou plus. Au printemps, la durée d'évolution des larves L3 d'*O. ostertagi* dépend essentiellement de la température ; grossièrement, la durée d'évolution de l'œuf à la larve de 3<sup>e</sup> stade (L3) nécessite une semaine à 22°C de température moyenne, 2 semaines à 17-18°C, 3 à 4 semaines à des températures de 12-15°C ; les durées d'évolution sont très longues en dessous de 10°C ; ce raisonnement peut être précisé en utilisant le **modèle mathématique** développé par SMITH *et al.* (1986).

La conduite de pâturage en **rotation de parcelles** a un impact important sur les possibilités de **recyclage** des parasites (DUNCAN, 2000 ; POOT *et al.*, 1997) ; si l'on évalue le nombre de générations parasitaires se développant au printemps, il apparaît que, pour des conditions climatiques équivalentes, le nombre de générations se développant est plus faible lors d'un pâturage en rotation avec des périodes de séjour courtes (moins de 2 semaines) sur les parcelles par rapport à une conduite en pâturage libre (Figure 1) (CHAUVIN *et al.*, 2001) ; la rotation de pâture correspond à l'utilisation successive de parcelles ; une conduite d'ouverture progressive d'une grande parcelle amène un recyclage parasitaire similaire à un pâturage libre.

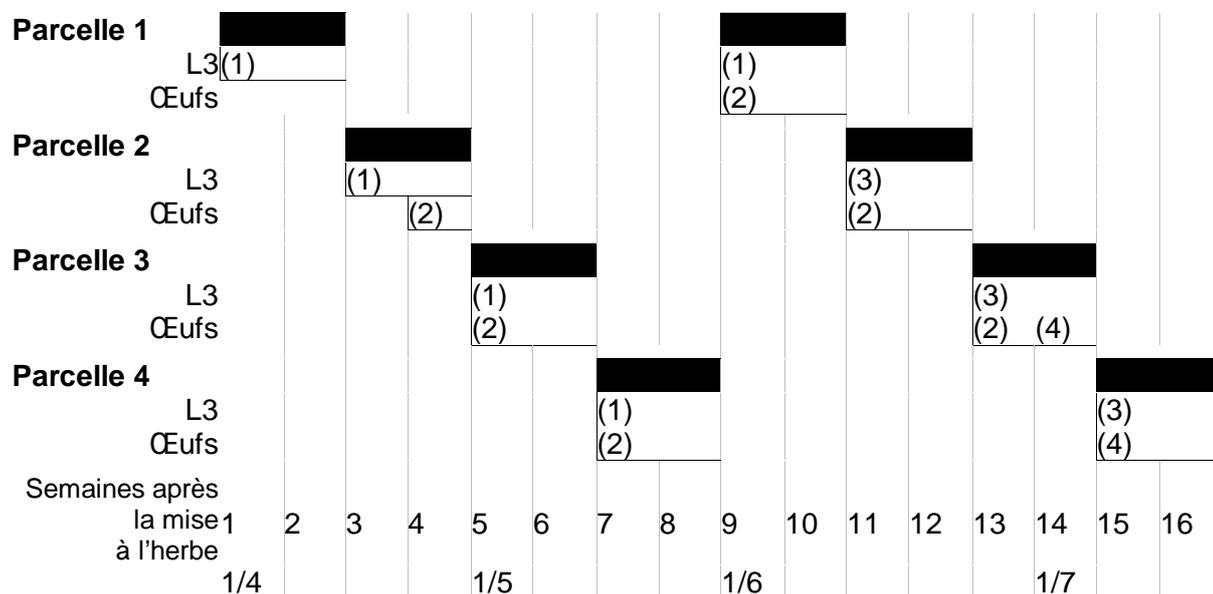
Si les conditions d'humidité sont suffisantes, les générations de parasites se succèdent jusqu'à la rentrée à l'étable des animaux ou jusqu'à ce que la température n'autorise plus le développement larvaire. En revanche, si une sécheresse estivale s'installe, le développement larvaire est stoppé, tandis que les œufs résistent dans les matières fécales. Le développement larvaire reprend de façon très importante à l'automne à partir de l'ensemble des œufs ayant résisté à la sécheresse et le risque automnal sera très important pour les parcelles ayant été utilisées en fin de printemps et en été (CHAUVIN *et al.*, 2001).

**FIGURE 1 – Développement des cycles parasitaires de *O. ostertagi* au cours d'un pâturage tournant au printemps.**

**(a) Succession des générations parasitaires**



**(b) Infestation des parcelles pâturées au printemps et cycles parasitaires**



### 3. Principes de maîtrise des maladies parasitaires de pâturage

#### 3.1. Immunité anti-parasitaire et stratégie de lutte

Si l'**efficacité** et la solidité de l'immunité acquise par infestation naturelle est **bonne**, l'**objectif** premier de la stratégie de lutte pourra être l'**installation de cette immunité** à un coût compatible avec les objectifs économiques de l'éleveur. En revanche, si l'**immunité** est **peu solide**, l'objectif premier de la stratégie de lutte devra viser à **limiter** (voire supprimer) les contacts avec les parasites.

Le type d'immunité anti-parasitaire le plus fréquent est une **immunité concomitante** (ou immunité de prémunition) : pour les helminthes, la manifestation majeure de cette immunité est une **diminution du taux d'installation** des vers lors de ré-infestation ; pour les protozoaires, l'immunité limite la multiplication du parasite. Dans tous les cas, cette capacité à limiter le développement parasitaire est associée à la présence du parasite chez l'hôte. La mémoire immunitaire étant limitée, la **disparition du parasite** aboutira à plus ou moins brève échéance à la **disparition de la résistance** immunitaire.

L'**Ostertagiose bovine** induit ainsi une très bonne immunité concomitante mais seulement après un **contact régulier** avec les parasites pendant plusieurs mois, *Ostertagia ostertagi* étant, parmi les divers agents de strongyloses gastro-intestinales des bovins, le parasite nécessitant la plus longue durée de contact pour l'induction d'une immunité protectrice complète (KLEI, 1997 ; VERCRUYSSSE & CLAEREBOUT, 1997). De plus, l'intensité des infestations influe sur la qualité de l'immunité induite (CLAEREBOUT *et al.*, 1998 ; EYSKER *et al.*, 2000). Dans des modèles d'infestations expérimentales, la durée nécessaire à l'induction d'une immunité protectrice contre *Ostertagia* est de l'ordre de 5-6 mois. En conditions de terrain, l'immunité protectrice n'est complètement installée qu'en cours de 2<sup>e</sup> saison de pâture. Dans une population d'animaux immuns, **la population parasitaire est surdispersée**, la majorité des animaux hébergeant peu de parasites, alors qu'une faible proportion de bovin en hébergent beaucoup. Ainsi, sur des vaches laitières, AGNESSENS *et al.* (2000) a montré que 10 à 15% des animaux hébergent plus de 10 000 vers, seuil susceptible d'induire une baisse de production lactée.

La **dictyocaulose** induit aussi une immunité concomitante permettant le contrôle de la population parasitaire chez les animaux immuns. Mais, à la différence des strongyloses gastro-intestinales, **cette immunité peut-être dépassée** ; ainsi, le pâturage d'animaux immuns sur une pâture massivement contaminée par des animaux non immuns, pourra induire une broncho-pneumonie vermineuse clinique.

Chez les petits ruminants, et particulièrement la chèvre, l'immunité contre les strongles gastro-intestinaux est moins efficace que chez les bovins, et les animaux de tout âge sont susceptibles de souffrir du parasitisme des strongles.

#### 3.2. Mise en œuvre : mesures thérapeutiques et mesures agronomiques

Certaines maladies parasitaires de pâture ne sont généralement traitées que lors de l'**expression clinique** : ceci est le cas de la dictyocaulose le plus souvent. L'immunité induite permet le plus souvent d'éviter les récurrences sauf lors d'**usage à risque du pâturage** : par exemple, pour la dictyocaulose, le mélange ou la succession sur une parcelle d'animaux immuns et non immuns. Mais les strongyloses gastro-intestinales ont une telle **fréquence** et induisent de telles **pertes économiques en élevage intensif** que la mise en place de mesures de **contrôle systématique** est justifiée (CAMUSET *et al.*, 1997). La **chimiothérapie** est actuellement très largement employée de façon systématique, avec des objectifs soit **curatifs** (destruction du parasite installé), soit **préventifs** (limitation de l'installation du parasite, limitation du recyclage parasitaire).

Comme le propose DUNCAN (2000), « **la mise en place de mesure de lutte raisonnée combinant stratégie de pâturage et traitement anthelminthique a minima devrait être l'objectif de tout plan de prévention antiparasitaire** ». Une voie vers la limitation des intrants d'antiparasitaires pour la prévention des parasitoses en élevage est la prise en compte du système d'élevage. En effet, les schémas standards d'utilisation des antiparasitaires ne tiennent pas compte des particularités épidémiologiques locales, particulièrement des systèmes d'élevage.

Pour les maladies pour lesquelles le raisonnement est simplement « géographique » telles que la fasciolose, l'**analyse du parcellaire** pour localiser les biotopes de limnées tronquées permet d'envisager l'éviction du pâturage de ces zones dangereuses ou encore de limiter l'utilisation de fasciolicides par traitement des seuls animaux à risques.

Pour les **strongyloses gastro-intestinales**, le raisonnement est plus complexe, notamment car le système de pâturage dépend principalement des objectifs de production et de l'organisation de l'éleveur. L'impact de l'organisation du pâturage sur le développement parasitaire est souvent délicat à évaluer pour le vétérinaire praticien dans le cadre d'une prescription raisonnée des antiparasitaires. En effet, le **contact avec les parasites doit être recherché** puisqu'il permet le développement progressif de l'immunité mais il doit être maintenu à un niveau suffisamment bas pour **éviter les manifestations cliniques ou économiques**. Il est très difficile d'évaluer précisément le niveau de contamination de l'environnement sans réaliser d'analyses de laboratoire (comptage de L3 dans l'herbe, animaux traceurs). Toutefois, un raisonnement qualitatif, visant à évaluer le nombre de générations parasitaires en fonction du système de pâturage, des conditions de température et des périodes de sécheresse, permet d'identifier des périodes critiques au cours de la saison de pâture. Cette analyse du système de pâturage nécessite un enregistrement soigneux du calendrier de pâturage (CHAUVIN *et al.*, 2005).

Un **système expert**, « **Parasit'info** » a été développé pour faciliter cette analyse de risque (CHAUVIN *et al.*, 2004, 2008). A partir des **données climatiques**, de **système d'élevage** et de **système de pâturage** il est ainsi possible d'identifier les animaux à risque et les **périodes à risque**. Ainsi, la période à risque commence avec l'apparition des larves de 2<sup>e</sup> génération de printemps (LG2) sauf lorsque la contamination résiduelle est élevée (de la date de début de risque à l'apparition de la première génération de l'année (LG1)) ou que des animaux immuns et non immuns sont mélangés (cas de couples mères-veaux : date de début de risque à l'apparition de la troisième génération de l'année (LG3)). La fin de cette période à risque est le début de la sécheresse estivale ou la rentrée à l'étable en l'absence de sécheresse. Une deuxième période à risque doit être envisagée lors d'une sécheresse : elle s'étend de la date d'apparition de la première génération de larves d'automne (LG1a) à la rentrée à l'étable, si la pâture a été utilisée avant ou pendant la sécheresse. S'il s'agit d'une parcelle de regains non utilisée avant l'automne, la date de début de risque à retenir est l'apparition de la 2<sup>e</sup> génération d'automne (LG2a). Le système expert permet ensuite de **simuler l'impact de diverses interventions agronomiques**, notamment la modification de l'utilisation des parcelles, ou **thérapeutiques**.

### 3.3. Une approche alternative à l'usage d'anthelminthiques pour gérer les strongyloses

Parmi les approches alternatives ou complémentaires à l'usage des anthelminthiques chimiques actuellement explorées, des résultats sur les effets liés à **l'ingestion de plantes à propriétés anthelminthiques** chez des ruminants parasités se sont avérés prometteurs. L'essentiel des résultats acquis concernent les propriétés antiparasitaires de **légumineuses fourragères (Fabaceae)** riches en **tanins condensés (TC)**.

#### – Effets anthelminthiques des plantes riches en tanins condensés

Les premières études sur l'utilisation de plantes légumineuses riches en tanins comme moyen de lutte contre les strongyloses gastro-intestinales ont été menées en Nouvelle-Zélande (NIEZEN *et al.*, 1995, 1998a, 1998b). Elles ont comparé le parasitisme digestif d'agneaux infestés naturellement par des trichostrongles de la caillette ou de l'intestin grêle, ayant accès à des pâturages semés soit avec des légumineuses riches en TC (par ex. le sulla (*Hedysarum coronarium*), le lotier pédonculé ou corniculé (*Lotus pedunculatus* et *Lotus corniculatus*)), soit avec des fourrages sans tanins comme la luzerne (*Medicago sativa*), le plantain (*Plantago lanceolata*) ou une association ray-grass - trèfle (*Lolium perenne* - *Trifolium repens*). Comme indiqué par **les niveaux d'excrétion fécale** d'œufs de nématodes puis **les bilans parasitaires réalisés après autopsie**, les animaux ingérant les plantes riches en TC étaient significativement moins parasités que ceux ayant consommé les plantes sans TC.

Ces premiers résultats ont ensuite reçu des confirmations répétées à partir de travaux portant soit sur **d'autres légumineuses riches en tanins condensés** utilisées de façon diverses (pâturées en vert, foin, ensilage, bouchons déshydratés) soit sur d'autres espèces que les ovins : **caprins ou cervidés**. Outre le sulla et les lotiers corniculé ou pédonculé, le sainfoin (HOSTE *et al.*, 2006 ; PAOLINI *et al.*, 2003, 2005 ; HECKENDORN *et al.*, 2006, 2007) ou une légumineuse sub-tropicale, *Sericea*

*lespedeza* (*Lespedeza cuneata*) (LANGE *et al.*, 2006 ; SHAIK *et al.*, 2006 ; TERRIL *et al.*, 2007) se sont révélés actifs. Les deux effets principaux associés à la consommation de plantes riches en TC sont :

- **un effet sur la contamination du milieu extérieur en éléments infestants** lié à une moindre excrétion d'œufs de parasites dans les fèces des animaux infestés ; cette réduction peut atteindre 50 à 70% et elle s'explique soit par une baisse de fertilité des femelles adultes, soit par une diminution du nombre de vers adultes (PAOLINI *et al.*, 2005 ; HECKENDORN *et al.*, 2006, 2007) ;

- **un effet sur l'installation des parasites chez l'hôte** expliqué par des perturbations de la biologie des larves 3 infestantes qui conduisent à des réductions significatives d'établissement dans les muqueuses de l'hôte, avec des niveaux atteignant 50 à 70% (PAOLINI *et al.*, 2003).

Plus qu'un effet anthelminthique au sens strict, caractérisé par l'élimination des vers présents chez l'hôte, la consommation de fourrages riches en tannins est plutôt associée à une **modulation de la biologie des nématodes affectant des étapes clefs de leur cycle de développement**. Néanmoins, les niveaux de réduction observés correspondent aux seuils recherchés 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 souvent été associée à des effets favorables sur la **capacité des animaux à supporter le parasitisme** (la résilience) exprimée par de meilleurs indices zootechniques (NIEZEN *et al.*, 1995) ou par des signes cliniques moins sévères (NIEZEN *et al.*, 1995 ; PAOLINI *et al.*, 2005).

Toutefois une variabilité dans les conséquences observées sur les populations de vers a été rapportée en fonction de : i/ l'espèce parasite visée, ii/ la ressource utilisée ou iii/ l'hôte concerné. Acquérir une meilleure connaissance des mécanismes d'action impliqués apparaît donc comme un impératif pour comprendre l'origine de ces variabilités et, en conséquence, pour exploiter de manière plus judicieuse ces ressources en élevage.

## - Mécanisme d'action des plantes riches en tannins sur les nématodes digestifs

La plupart des données disponibles relie l'activité des tannins à l'hypothèse d'un effet anthelminthique direct dû à des propriétés de type pharmacologique sur les vers. Dans ce cadre, les effets des tanins condensés sur les vers dépendraient des **contacts entre tanins libres et nématodes** dans la lumière digestive, influencés par les conditions physiologiques locales. Toutefois, il faut comprendre 1/ quelle est la nature exacte des composés en cause, 2/ à quelle dose et 3/ comment ils agissent sur les nématodes et, enfin, 4/ quels sont les principaux facteurs modulant ces interactions.

Comme leur nom l'indique, les tanins condensés sont des substances de nature **polyphénolique**, d'abord caractérisées par leurs propriétés à tanner les protéines, autrement dit à former des complexes plus ou moins stables avec ces macromolécules, les rendant ainsi moins dégradables. Selon leurs composants constitutifs de base et leurs propriétés, les tannins sont généralement classés en deux catégories : les tannins hydrolysables ou condensés (BRUNETON, 1999).

Seuls des TC sont présents chez les légumineuses (*Fabacae*). Ces composés ont donc été prioritairement désignés comme responsables des effets anthelminthiques constatés. Lors **d'essais *in vitro*** successifs, leur rôle dans l'activité anthelminthique des légumineuses a été précisé soit par disparition des effets antiparasitaires après addition d'inhibiteurs de tannins, soit par vérification de l'activité de fractions purifiées en TC (MOLAN *et al.*, 2000a, 2002 ; BARRAU *et al.*, 2005), soit par emploi de monomères purs qui sont les constituants de base des tannins condensés (MOLAN *et al.*, 2003 ; BRUNET *et al.*, 2006, 2008). Parmi les 4 classes que comptent les TC, certaines présenteraient une plus forte activité anthelminthique que d'autres. Ce serait notamment le cas des **prodelphinidines** (PD) par rapport aux procyanidines (PC) (MOLAN *et al.*, 2003 ; BRUNET *et al.*, 2006, 2008). Ces constatations fondamentales sont loin d'être négligeables puisqu'elles conduisent à la recherche d'espèces, comme le sainfoin, ou de variétés dont le rapport PD/PC est élevé.

Bien que fondées sur une grande variété de modèles, en termes de tests appliqués ou de légumineuses étudiées, les données acquises ont, en général, montré que l'activité anthelminthique dépend des **concentrations** présentes (ATHANASIADOU *et al.*, 2001 ; HOSTE *et al.*, 2006), avec nécessité de dépasser une concentration seuil pour obtenir des effets significatifs (MANOLORAKI *et al.*, 2007a). Cette relation dose - effet est à décliner en fonction de la nature des TC présents

(MANOLORAKI *et al.*, 2007a). Des données *in vivo* moins abondantes confortent globalement ces conclusions (ATHANASIADOU *et al.*, 2001 ; MIN & HART, 2002).

Le mode d'action des TC sur les nématodes reste encore largement inexploré. Des **différences d'efficacité** ont été constatées de manière répétée *in vivo* **selon les espèces de nématodes** (HOSTE *et al.*, 2006). En général, des conséquences plus sévères ont été notées sur les vers de l'abomasum (genres *Haemonchus* ou *Teladorsagia*) que sur ceux de l'intestin grêle (genres *Trichostrongylus* ou *Nematodirus*) (ATHANASIADOU *et al.*, 2001b). Ces variations pourraient refléter une réelle différence de sensibilité aux TC selon l'espèce en cause. Toutefois, lors d'essais *in vitro*, les différences d'activité selon les espèces se sont avérées beaucoup moins flagrantes (PAOLINI *et al.*, 2004). L'origine de la variabilité d'effets observée *in vivo* serait donc plutôt à rechercher dans des **différences d'exposition des vers aux tanins libres**, selon les conditions locales. Quelques études récentes ont cherché à déterminer comment les tannins pouvaient perturber la phase initiale d'installation des vers par des effets sur les larves 3. Les tanins agiraient sur les larves en raison de leur propension à se complexer aux protéines (BRUNETON, 1999). Ces interactions entre tannins et protéines provoquent des **lésions cellulaires sévères chez les larves** (BRUNET *et al.*, 2009) à l'origine de perturbations fonctionnelles affectant les 2 phénomènes à la base de l'installation des larves chez l'animal : le dégainement (BRUNET *et al.*, 2006, 2007) et la pénétration dans les muqueuses (BRUNET *et al.*, 2008). Ces modifications fonctionnelles et structurales sont non spécifiques du nématode en cause, mais dépendent de la concentration en tanins. Elles semblent plus sévères avec les prodelphinidines.

#### 4. Perspectives

Les nématodes gastro-intestinaux ont une très large répartition géographique et touchent toutes les espèces de ruminants d'élevage. La mise en place de mesures de lutte contre ces parasitoses est une **nécessité** en élevage en raison des **pertes économiques** induites. Bien que disposant actuellement de molécules anthelminthiques remarquablement efficaces, la lutte contre ces parasitoses doit être raisonnée pour limiter l'usage de ces molécules pour deux raisons majeures : limiter **l'impact environnemental** par les résidus et assurer leur longévité en prévenant l'apparition de **résistances**. La solution semble désormais passer par une approche intégrée combinant plusieurs approches :

- Une première approche est de mieux analyser le système de pâturage pour mieux **identifier le risque parasitaire** et limiter les interventions thérapeutiques.

- Une deuxième possibilité est d'incorporer des ressources naturelles à propriétés anthelminthiques telles les **plantes à tanins** (*Fabacae* ou autres familles botaniques), qui illustrent les possibilités d'application de ce nouveau concept en médecine vétérinaire qu'est le **nutricament**.

Une application pertinente de ces conceptions de nouveaux systèmes de pâturage pour prendre en compte et gérer le risque parasitaire suppose des voies de recherche pluridisciplinaires intéressantes pour limiter les intrants antiparasitaires en élevage et ainsi mieux répondre au concept d'agriculture durable.

#### Références bibliographiques

- AGNEESSENS J., CLAEREBOUT E., DORNY P., BORGSTEEDE F.H., VERCRUYSSSE J. (2000) : "Nematode parasitism in adult dairy cow in Belgium", *Vet. Parasitol.*, 90, 83-92.
- ATHANASIADOU S., KYRIAZAKIS I., JACKSON F., COOP R.L. (2001) : "Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep *in vitro* and *in vivo* studies", *Vet. Parasitol.*, 99, 205-219.
- BARRAU E., FABRE N., FOURASTE I. HOSTE H. (2005) : Effect of bioactive compounds from sainfoin (*Onobrychis viciifolia* scop.) on the *in vitro* larval migration of *Haemonchus contortus*: role of tannins and flavonol glycosides. *Parasitology*, 131, 531-538
- BRUNET S., HOSTE H. (2006) : "Monomers of Condensed Tannins Affect the Larval Exsheathment of Parasitic Nematodes of Ruminants", *J. Agric. Food. Chem.*, 54, 7481-7487.
- BRUNET S., AUFRERE J., EL BABILI F., FOURASTE I., HOSTE H. (2007) : "The kinetics of exsheathment of infective nematode larvae is disturbed in presence of tannin-rich plant (sainfoin) both *in vitro* and *in vivo*", *Parasitology*, 134, 1253-1262.

- BRUNET S., JACKSON F., HOSTE H. (2008) : "Effects of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) extract and monomers of condensed tannins on the association of abomasal nematode larvae with fundic explants" *Int. J. Parasitol.*, 38, 783-790.
- BRUNET S., FOURQUAUX I., SANCHEZ ME, HOSTE H, (2009) : "Ultrastructural changes in third stage larvae of parasitic nematodes of ruminants treated with sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*) extract". *Parasitology* Soumis pour publication
- BRUNETON J. (1999) : "Tannins", *Pharmacognosie, phytochimie, Plantes médicinales*, TEC&DOC (Ed.), Paris, pp. 369-404.
- CAMUSET P, ALZIEU J.P., DORCHIES PH. (1997) : "Quand suspecter une strongylose digestive chez les bovins et attitude à adopter." *Point Vétérinaire*, 28, 1857-1864.
- CLAEREBOUT É., VERCRUYSSÉ J., DORNY P., DEMEULENAERE D., DEREU A. (1998.) : "The effect of different infection levels on acquired resistance to gastrointestinal nematodes in artificially infected cattle", *Vet. Parasitol.*, 75, 153-167.
- CHANDRAWATHANI, P., YUSOFF, N., WAN, L.C., HAM, A., WALLER, P.J., (2004) : "Total anthelmintic failure to control nematode parasites of small ruminants on government breeding farms in Sabah, East Malaysia". *Vet. Res. Comm.*, 28, 1-11
- CHAUVIN A., QUILLET J.M., CARTRON O., RENAULT S., Réseau GTV Vendée (2001) : "Strongyloses gastro-intestinales en élevage allaitant vendéen. Enquête épidémiologique et proposition d'une méthode de type HACCP". 8<sup>e</sup> Rencontre autour des Recherches sur les Ruminants (3R), 5-6 décembre 2001, Paris.
- CHAUVIN A., ARGENTÉ G., LARDOUX S., JEAN DIT BAILLEUL P. (2004) : "Conception d'un système expert pour la mise en place de plan de prévention des strongyloses digestives en élevage bovin." *Journée bovine nantaise*, Nantes, 07 octobre 2004.
- CHAUVIN A., QUILLET J.M. CARTRON O., RENAULT S. (2005) : "Gestion des strongyloses gastro-intestinales par méthode de type HACCP en élevage allaitant vendéen – bases épidémiologiques", *Bulletin des GTV*, 29, 269-273.
- CHAUVIN A., VERMESSE R., LARDOUX S., MASSON M. (2008) : "Parasit'Info : un système expert d'aide à la gestion du risque d'helminthoses en élevage bovin", 15<sup>e</sup> Rencontre autour des Recherches sur les Ruminants (3R), 2-3 décembre 2008, Paris.
- DUNCAN J.L. (2000) : "Le raisonnement du traitement anthelminthique chez les bovins : une opinion personnelle". *Société Française de buiatrie*, Paris, 15-17 nov. 2000, 23-29.
- EYSKER M., BOERSEMA J.H., KOOYMAN F.N.J., PLOEGER H.W. (2000) : "Resilience of second year grazing cattle to parasitic gastroenteritis following negligible to moderate exposure to gastrointestinal nematode infections in their first year". *Vet. Parasitol.*, 89, 37-50.
- HECKENDORN F., HÄRING D.A., MAURER V., ZINSSTAG J., LANGHANS W., HERTZBERG H. (2006) : "Effect of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage and hay on established populations of *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei* in lambs". *Vet. Parasitol.*, 142, 293-300.
- HECKENDORN F., HÄRING D.A., MAURER V., SENN M., HERTZBERG H. (2007) : "Individual administration of three tanniferous forage plants to lambs artificially infected with *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei*", *Vet. Parasitol.*, 146, 123-134.
- HOSTE H., CHARTIER C. (1993) : "Comparison of the effects on milk production of concurrent infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in high- and low-producing dairy goats", *Am. J. Vet. Res.*, 54, 1886-1893.
- HOSTE H., CHARTIER C., LEFRILEUX Y. (2002) : Control of gastrointestinal parasitism with nematodes in dairy goats by treating the host category at risk. *Vet. Res.* 33, 531-545.
- HOSTE H., JACKSON F., ATHANASIADOU S., THAMSBORG S., HOSKIN S.O. (2006) : "The effects of tannin rich plants on parasitic nematodes in ruminants", *Trends Parasitol.*, 22, 253-261.
- JACKSON F., COOP R.L. (2000) : "The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes", *Parasitology*, 120, 95-97.
- KAPLAN R.M. (2004) : "Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report", *Trends in Parasitol.*, 20, 477-481.
- KETZIS J.K., VERCRUYSSÉ J., STROMBERG B.E., LARSEN M., ATHANASIADOU S., (2006) "Evaluation of efficacy expectations for novel and non chemical helminth control strategies in ruminants" *Vet Parasitol.* 139, 321-335.
- KLEI T.R. (1997) : "Immunological control of gastrointestinal nematode infections", *Vet. Parasitol.*, 72, 507-523.
- LANGE K.C., OLCOTT D.D., MILLER J.E., MOSJIDIS J.A., TERRIL T.H., BURKE J.M., KEARNEY M.T. (2006) : "Effect of sericea lespedeza (*Lepedeza cuneata*) fed as hay, on natural and experimental *Haemonchus contortus* infections in lambs", *Vet. Parasitol.*, 141, 273-278.
- LUMARET J.P., ERROUSSI F. (2002) : "Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures", *Vet. Res.*, 33, 547-562.

- MCKELLAR Q.A. (1997) : "Ecotoxicology and residues of anthelmintic compounds", *Vet. Parasitol.*, 72, 413-435.
- MANOLARAKI F., BRUNET S., LUMINET S., SOTIRAKI S., HOSTE H. (2007). Relationship between the origin of sainfoin samples, the tannin content and the anthelmintic activity against *Haemonchus contortus*. *21 st Conference of World Association for Advancement in Veterinary Parasitology* Gent, Belgium, 19-23 August 2007.
- MIN, B.R., HART, S.P. (2002): "Tannins for suppression of internal parasites". *J. Anim. Sci.* 81, 102-109.
- MOLAN A.L., WAGHORN G.C., MIN B.R., MC NABB W.C. (2000a) : "The effect of condensed tannins from seven herbage on *Trichostrongylus colubriformis* larval migration *in vitro*", *Folia Parasitol.*, 47, 39-44.
- MOLAN A.L., WAGHORN G.C., MC NABB W.C. (2002) : "Effect of condensed tannins on egg hatching and larval development of *Trichostrongylus colubriformis* *in vitro*", *Vet. Rec.*, 150, 65-69.
- MOLAN A.L., MEAGHER L.P., SPENCER P.A., SIVAKUMARAN S. (2003) : "Effect of flavan-3-ols on *in vitro* egg hatching, larval development and viability of infective larvae of *Trichostrongylus colubriformis*", *Int. J. Parasitol.*, 33, 1691-1698.
- NIEZEN J.H., WAGHORN T.S., CHARLESTON W.A., WAGHORN G.C. (1995): "Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins", *J. Agric. Sci.*, 125, 281-289.
- NIEZEN J.H., ROBERTSON H.A., WAGHORN G.C., CHARLESTON W.A.G. (1998a) : "Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages", *Vet. Parasitol.*, 80, 15-27.
- NIEZEN J.H., WAGHORN G.C., CHARLESTON W.A.G. (1998b) : "Establishment and fecundity of *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in lambs fed Lotus (*L. pedunculatus*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*)", *Vet. Parasitol.*, 78, 13-21.
- PAOLINI V., DORCHIES P., HOSTE H. (2003) : "Effects of sainfoin hay on gastrointestinal nematode infections in goats", *Vet. Rec.*, 152, 600-601.
- 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.
- PAOLINI V., DE LA FARGE F., PREVOT F., DORCHIES P., HOSTE H. (2005) : "Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes", *Vet. Parasitol.*, 127, 277-283.
- POOT J., EYSKER M., LAM T.J.G.M. (1997) : "Variation in infection levels with gastrointestinal nematodes in first-year grazing calves in The Netherland". *Vet. Parasitol.* 68, 103-111.
- SHAIK S.A., TERRILL T.H., MILLER J.E., KOUAKOU B., KANNAN G., KAPLAN R.M., BURKE J.M., MOSJIDIS J.A. (2006) : "*Sericea lespedeza* hay as a natural deworming agent against gastrointestinal nematode infection in goats", *Vet. Parasitol.*, 139, 150-157.
- SMITH G., GRENFELL B.T., ANDERSON R.M. (1986) : "The development and mortality of the non-infective free-living stages of *Ostertagia ostertagi* in the field and in laboratory culture", *Parasitology*, 92, 471-482.
- SYKES A.R. (1978) : "The effect of sub clinical parasitism in sheep". *Vet Rec.* 102, 32-34.
- VAN WYK, J.A., MALAN, F.S., RANDLES, J.L., (1997) : "How long before resistance makes it impossible to control some field strains of *Haemonchus contortus* in South Africa with any of the anthelmintics ?" *Vet. Parasitol.*, 70, 111-122.
- TERRILL T.H., MOSJIDIS J., MOORE D.A., SHAIK S.A., MILLER D., BURKE J.M., MUIR J.P., WOLFE R. (2007) : "Effect of pelleting on efficacy of *Sericea lespedeza* hay as a natural dewormer in goats", *Vet. Parasitol.*, 146, 117-122.
- TORRES-ACOSTA J.F.J., HOSTE H. (2008). "Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing / browsing sheep and goats." *Small Rum. Res.* 77, 159-173.
- VIRLOUVET G., BICHON E., ANDRÉ F., LE BIZEC B. (2006) : "Faecal elimination of cypermethrin by cows after pour-on administration: Determining concentrations and measuring the impact on dung beetles", *Tox. Envir. Chem.*, 88, 89-99.
- VERCRUYSSSE J., CLAEREBOUT E. (1997) : "Immunity development against *Ostertagia ostertagi* and other gastrointestinal nematodes in cattle", *Vet. Parasitol.*, 72, 309-326.
- WALLER P.J., THAMSBORG S.M. (2004) : "Nematode control in 'green' ruminant production systems", *Trends in Parasitol.*, 20, 493-497.