

Parasitisme interne des ruminants (strongles) et utilisation du pâturage : comment faire durablement bon ménage ?

Jacques Cabaret

INRA, ISP 213, et Université F. Rabelais, UMR 1282, F-37380 Nouzilly ; jacques.cabaret@inra.fr

Résumé

Les ruminants au pâturage sont pratiquement tous infestés par des parasites et en particulier par des strongles digestifs. C'est un des fléaux principaux qui affectent la santé et la productivité des animaux ; toutefois, des règles assez simples permettent de contrôler les infestations. L'utilisation des anthelminthiques a été le principal moyen de contrôle utilisé par les éleveurs pendant des décennies. L'efficacité des traitements s'est progressivement affaiblie en raison de l'apparition de résistance de ces strongles aux anthelminthiques. La cause en est l'utilisation d'une palette restreinte de molécules et la fréquence élevée des traitements pratiqués sur l'ensemble des animaux du troupeau par opposition au traitement sélectif des animaux les plus infestés. La résistance des strongles est un phénomène mondial mais l'Europe n'est pas encore dans la situation extrême de l'Australie ou de la Nouvelle-Zélande. Il est donc encore intéressant de pratiquer des traitements raisonnés au lieu des traitements systématiques de convenance pour freiner le développement de la résistance. L'utilisation sélective des traitements anthelminthiques pour les animaux qui en ont le plus besoin doit être associée à une gestion des pâturages prenant en compte les connaissances sur l'épidémiologie des parasites. L'un des freins majeurs est la difficulté à obtenir des indicateurs de grande qualité pour choisir ces animaux à traiter. Une autre innovation technique serait de proposer des plantes de type alicament (aliment et médicament) à introduire dans les pâturages. La cause la plus vraisemblable de difficulté dans la mise en place d'une gestion intégrée du parasitisme serait liée au manque de temps disponible des éleveurs et des vétérinaires.

Introduction

Le mot de parasitisme recouvre des réalités biologiques très différentes selon les espèces de ruminants en cause, la région, voire une situation écologique particulière. Le fait d'utiliser le pâturage est une des causes de l'infestation par des helminthes. Les bovins sont essentiellement infestés par des strongles digestifs ou pulmonaires (dyctiocauls), des paramphistomes et des douves. Les ovins le sont par des strongles digestifs ou respiratoires (protostrongles), des cestodes (*Moniezia*) ou des douves. Les caprins sont surtout affectés par des strongles digestifs ou pulmonaires (protostrongles). Tous ces parasites ne sont pas considérés comme ayant une action importante sur les productions. CHARLIER *et al.* (2010 et 2014) considèrent que les strongles digestifs (*Ostertagia ostertagi* et *Cooperia oncophora* chez les bovins et *Teladorsagia circumcincta* et *Haemonchus contortus* chez les ovins), la douve à *Fasciola hepatica* (ovins et bovins) et *Dictyocaulus viviparus* (bovins) sont les helminthes les plus préjudiciables. Ces choix ne sont pas totalement partagés pour les ovins : l'infestation des agneaux par *Moniezia expansa* est une source importante de pertes, et celle des brebis par les protostrongles en zone méditerranéenne a pratiquement le même impact sur les productions et la survie que les strongles digestifs (PANDEY *et al.*, 1984). Chez les caprins laitiers, les protostrongles et les strongles digestifs sont particulièrement importants et sont liés à une moindre production laitière de l'ordre de 20 % (CABARET *et al.*, 1984). Parmi les helminthes, ce sont les strongles digestifs qui ont retenu le plus l'attention des chercheurs et des agents du développement. Chez les bovins, plus de 200 articles scientifiques concernent l'infestation par *Ostertagia ostertagi* et *Cooperia oncophora* contre 15 consacrés à *Fasciola hepatica* (CHARLIER *et al.*, 2014). Une interrogation réalisée en janvier 2017 sur le Web of Science (ISI Thomson) pour les ovins indique l'existence de 130 articles pour *Moniezia*, 166 pour les protostrongles, 1 077 pour *Fasciola hepatica* et 5 881 pour les principaux strongles digestifs. Les strongles digestifs constituent donc les parasites les plus étudiés et seront ceux qui seront principalement envisagés dans cet article. Ce « succès

académique » est lié à la simplicité du cycle qui est facilement reproductible au laboratoire, et à leur très grande prévalence sur tous les continents et les 4ivers biotopes, même les plus extrêmes. Ce succès est moindre pour les strongles de bovins (1 336 articles *versus* 5 881) par rapport à ceux des ovins, là encore en raison de la difficulté expérimentale (coût des animaux plus élevé) mais aussi dû au fait que les ovins construisent une moins bonne protection que les bovins. Il en résulte que les connaissances ne sont pas homogènes sur les parasites des ruminants et que l'importance de certains parasites peut être également biaisée. Une gestion intégrée devrait considérer l'ensemble du parasitisme, ce qui est rarement le cas, l'essentiel reposant sur les strongles digestifs.

Les données concernant le parasitisme interne par les strongles sont très nombreuses, mais sont ponctuelles et sans liens entre elles ; leur transformation en information nécessite une structuration et une mise en relation des faits et ces informations ne deviennent des connaissances qu'à travers le filtre du décideur (l'éleveur) fondé sur ses connaissances antérieures et ses valeurs (HOISCHEN-TAUBNER *et al.*, 2017). Les recommandations pour les stratégies de lutte contre les strongles sont assez peu suivies par les éleveurs, en particulier pour les ovins et les caprins (CABARET, 2003). Le modèle proposé par ABRAHAM et SHEERAN (2009) sur les croyances et la maladie permet de bien retracer les possibles raisons de cette absence d'observance des propositions techniques. Il se fonde sur la perception du danger (le danger d'infestation par les strongles est-il important et cela a-t-il des répercussions sur les performances de l'élevage, en particulier la production de viande et de lait ?) et sur l'évaluation comportementale du problème de santé (que gagne-t-on si l'on entreprend des actions de protection comme les traitements anthelminthiques ou la gestion des pâturages ? les actions entreprises sont-elles coûteuses ou difficiles à mettre en place ?). La perception du danger (il y a des parasites) passe par le diagnostic et par l'appréciation du coût du parasitisme. Si le danger devient un risque (les parasites sont préjudiciables), alors des mesures de prévention ou de traitement seront mises en œuvre. Dans cet article nous aborderons donc : 1) Le diagnostic ou la mesure du danger, 2) Le passage du diagnostic au risque économique, 3) La réduction du risque de contamination et la gestion des pâtures et des troupeaux, 4) Le traitement de l'infestation des ruminants par des anthelminthiques et des traitements alternatifs efficaces. Nous terminerons par la gestion intégrée du parasitisme qui permet de réguler les populations de strongles chez les ruminants au pâturage.

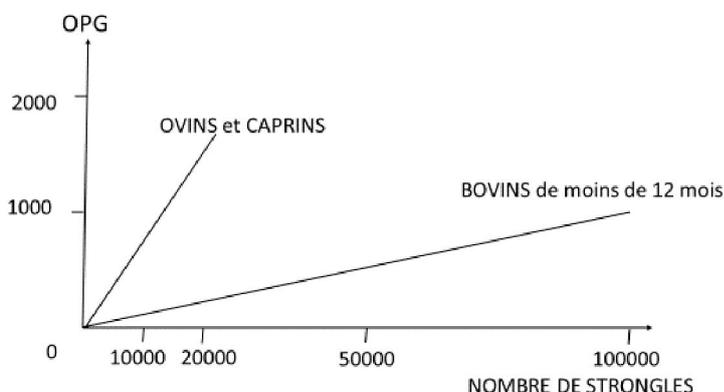
1. Le diagnostic ou la mesure du danger

Certains logiciels peuvent aider à la décision sans utiliser de diagnostic direct mais en se fondant sur les conditions de l'élevage. C'est le cas, pour les bovins, d'un simulateur en libre accès (INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2017) ou de manière plus détaillée, de Parasit'info (CHAUVIN *et al.*, 2008). Ces logiciels ne sont qu'une aide et le recours au diagnostic direct est nécessaire. La mesure la plus simple est la coproscopie qui existe depuis près d'un siècle. Elle consiste à réaliser un comptage des œufs de strongles dans les matières fécales. Elle est réalisable pour une quinzaine d'euros dans les laboratoires d'analyse départementaux. Elle permet de préciser quel est le niveau d'infestation par les strongles et ainsi de savoir si l'infestation est élevée ou non. L'interprétation de ces examens n'est pas toujours simple mais est toutefois bien utilisable en pratique. Le principe simple est d'observer les valeurs les plus élevées obtenues dans 10 % des exploitations : ainsi, chez les caprins adultes, cela correspondait en Touraine à 400 œufs de strongles par gramme de fèces (OPG) et à plus de 60 larves de protostrongles par gramme de fèces (CABARET *et al.*, 1984). Il y a de nombreux débats sur la relation entre les coproscopies et l'infestation réelle (le nombre de vers hébergés par l'hôte). La relation est bonne sur un groupe d'animaux (Figure 1) mais reste très variable sur une donnée individuelle (CABARET, 2008).

Les coproscopies sont souvent peu informatives chez les bovins adultes (MERLIN *et al.*, 2015). Une méthode immunologique (ELISA) concernant le lait de tank permet d'évaluer l'infestation par *Ostertagia ostertagi* (CHARLIER *et al.*, 2005). C'est l'un des strongles les plus fréquent chez les bovins, relativement pathogène, et l'intérêt économique a permis la mise sur le marché d'un kit de diagnostic (SVANOVIR® *O. ostertagi*-Ab ELISA). Ce test (Densité optique = DO de lait de tank) a été aussi utilisé individuellement (MERLIN *et al.*, 2015) et est beaucoup plus lié à la production (GMQ Gains moyens quotidiens) que les OPG. Le dosage de pepsinogène sérique est également utilisé en particulier chez les jeunes bovins. Plusieurs méthodes de dosage existent et il faut être prudent dans les comparaisons car les résultats sont légèrement différents. L'interprétation du dosage de pepsinogène sérique se fait à l'échelle du lot, à partir de la moyenne des taux de pepsinogène

individuels de 5 à 10 individus (KERBOEUF *et al.*, 1981, 2002). A l'issue de la première saison de pâturage, des valeurs élevées (autour de 2 000 mUtyr) indiquent qu'un traitement anthelminthique est nécessaire.

FIGURE 1 - Relation entre les coproscopies et le nombre de strongles chez les ovins et caprins de tout âge et chez les bovins jeunes (OPG : œufs de strongles par gramme de fèces ; schéma d'après CABARET, 2008).



Les coproscopies ne sont pas automatisables, ce qui explique leur coût. Le CARLA® Saliva test est automatisé et disponible en Nouvelle-Zélande pour les ovins ; il s'effectue sur un échantillon de salive. Il mesure le taux d'anticorps dirigés contre les larves du parasite ; plus il est élevé, plus l'animal monte une bonne défense immunitaire (SHAW *et al.*, 2012). Il est négativement corrélé aux OPG et à l'indicateur de diarrhée (SHAW *et al.*, 2013). Il est également négativement corrélé au nombre de vers chez le cerf rouge domestiqué (MACKINTOSH *et al.*, 2014).

L'utilisation de ces deux tests est récente et nécessitera d'être évaluée dans des conditions diversifiées avant de recommander leur emploi. Actuellement, la coproscopie reste la méthode de référence malgré ses faiblesses. La réalisation de coprocultures permet de préciser quels sont les genres ou espèces de strongles en cause. Cela présente un intérêt car la pathogénie et la fertilité dépendent de l'espèce ou du genre de strongle ; le diagnostic devient alors assez complet pour mettre en action des mesures correctives adaptées.

Ces coproscopies sont rarement réalisées par les acteurs de l'élevage. Seulement 31 % des éleveurs en élevage allaitant performant du Massif central ont parfois recours à la coproscopie, tant en conventionnel qu'en élevage biologique (CABARET *et al.*, 2009). Plusieurs explications sont disponibles : 1) le parasitisme par les strongles n'est pas considéré comme important (cela varie énormément d'une ferme à l'autre, mais l'importance est plus marquée en élevage biologique), 2) l'utilisation routinière d'anthelminthique suffit à juguler le parasitisme (la majorité des éleveurs conventionnels), 3) les résultats sont difficiles à interpréter, 4) les prélèvements sont une source de travail importante, 5) le coût est trop élevé en regard du prix de certains anthelminthiques. En bovins laitiers dans l'ouest de la France, la notion de temps de travail, de même que le coût des examens, ressortent comme des freins importants chez les vétérinaires (et les éleveurs) (DUTERTRE, 2016).

C'est pourquoi le diagnostic, bien que nécessaire, est assez rarement établi pour la majorité des productions de ruminants et que, par suite, la construction d'une stratégie de lutte contre les strongles digestifs par le vétérinaire et l'éleveur reste insuffisante.

2. Du diagnostic au risque économique

Le diagnostic précis de la situation parasitaire étant rare, l'importance du parasitisme peut-être minimisée ou surévaluée. Ainsi, pour les mêmes régions, les vétérinaires s'accordent sur un éventuel impact sur la croissance des génisses et la production laitière, mais 4 sur 12 d'entre eux estiment que le parasitisme n'est pas une priorité dans les élevages laitiers (DUTERTRE, 2016). Les éleveurs ont selon les vétérinaires des attitudes diversifiées face au parasitisme, et certains le surestiment et

traitent de façon trop fréquente. Les éleveurs allaitants bovins semblent porter une attention plus marquée au parasitisme. L'importance de parasitoses digestives chez les chèvres laitières était surtout fondé sur les lectures des revues professionnelles plutôt que sur la réalité de la ferme (une corrélation de 0,01 était recensée entre la situation réelle de l'infestation par les strongles et le ressenti des éleveurs, indiquant une absence de relation) (CABARET *et al.*, 1986). Lorsque les éleveurs d'ovins allaitants déterminent eux-mêmes le choix des animaux à traiter avec un anthelminthique, l'accord entre infestation réelle et décision de traitement est très faible (BOUILHOL *et al.*, 2011). Il est donc difficile de se reposer sur les éleveurs pour apprécier l'importance du parasitisme par les strongles.

L'impact du parasitisme par les strongles peut être évalué de trois manières : 1) mesurer l'effet d'infestations expérimentales sur une production, 2) estimer l'intensité des associations entre la production et le parasitisme, 3) évaluer la réponse de l'hôte consécutive à un traitement anthelminthique. Chacune de ces estimations a ses biais : l'infestation expérimentale crée des conditions particulières qui éloignent du contexte d'élevage, les associations n'indiquent pas une relation de causalité et les traitements peuvent avoir des effets sur un stade qui n'est pas celui qui est pathogène. BARGER (1997) a réalisé une synthèse des pertes de production, qu'il répertoriait en a) mortalité b) réduction des productions en quantité et qualité, et c) coûts de production augmentés.

Les mortalités des ovins élevés pour la viande et la laine sont importantes chez les agneaux infestés (33 % contre 4 % chez les traités) ; ces chiffres ont été obtenus dans 7 conditions différentes sur des agneaux ayant 6 mois en début de mesure. BARGER (1997) rapporte également des mortalités élevées chez des jeunes bovins ayant des infestations fortes par les strongles (mortalité moyenne de 17 % dans 5 essais). Ces mortalités liées à la présence des strongles paraissent encore modestes comparées à celles induites par la fasciolose : en 1879, une épidémie en Grande-Bretagne a éliminé près de 10 % du cheptel ovin adulte en quelques mois. Certaines épidémies d'haemonchose peuvent être aussi meurtrières chez les ovins. Les effets du parasite ne se manifestent pas seulement sur l'animal infesté mais retentissent également sur les produits : le traitement des brebis au cours de la gestation ou au début de lactation permet de réduire la mortalité des agneaux jusqu'à l'âge de 3 mois, sans doute grâce à une meilleure alimentation lactée par la brebis (PANDEY *et al.*, 1984).

La réduction des productions est notée tant pour la viande que pour le lait. BARGER (1997) indique une réduction des gains de poids chez les agneaux de 36 % entre ceux qui ne sont pas traités et ceux qui sont traité intensivement (pratiquement tous les mois) dans une série de 12 essais. Pour les bovins viande, RAYNAUD *et al.* (1983) en Normandie, à l'issue d'essais sur des bovins de 200 kg au départ, traités avec des bolus anthelminthiques longue action, rapportent des gains de poids supérieurs de 37 kg par rapport aux broutards témoins non traités. D'autres essais réalisés en Angleterre, Hollande, Danemark et Suède sur des bovins en première saison de pâture ont apporté des résultats inférieurs : 14 kg (RAYNAUD, 1981). BARGER (1997) note aussi une réduction des gains de poids de 26 % chez les jeunes bovins non traités par des anthelminthiques dans 9 enquêtes. GROSS *et al.* (1999) signalent dans leur revue que sur 9 études évaluant l'effet d'infestations expérimentales de bovins sur la production laitières, 6 ont montré que ces infestations avaient un impact négatif sur la production et 3 ont rapporté une absence d'effet. Le niveau de production et l'intensité du parasitisme ont des associations négatives en période péri-partum (PERRI *et al.*, 2011 ; MEJIA *et al.*, 2011). Une méta-analyse effectuée sur 75 études publiées entre 1972 et 2002 a estimé que le gain de production de lait après un traitement anthelminthique était de 0,35 kg/vache/jour (SANCHEZ *et al.*, 2004). Nous manquons de données sur la qualité des produits issus d'animaux infectés par les strongles.

Les coûts de production augmentés sont dus à l'utilisation des anthelminthiques et d'autres produits de soutien, et à la durée de maintien supplémentaire dans l'exploitation en particulier en ce qui concerne la viande. Deux cas extrêmes se présentent en ovins viande du Centre de la France (CABARET *et al.*, 2002) : des agneaux à faible croissance et forte infestation par les strongles et d'autres à forte croissance et faible infestation par les strongles. Les agneaux à forte infestation seront élevés plus longtemps afin d'atteindre un poids vif correspondant à la demande du marché. En élevage bovin allaitant, ce sont les génisses d'élevage qui présentent le plus de problèmes parasitaires (internes et externes : 62 % des maladies citées ; KENZEL, 2010). Le coût des anthelminthiques est de l'ordre de 20 % des coûts vétérinaires, soit 9 € par UGB/an. Les coûts augmentés de production liés à l'infestation par les strongles sont mal connus pour les ruminants à l'herbe.

3. Réduire le risque de contamination : gérer les pâtures et les troupeaux

La gestion du pâturage est surtout fondée sur un objectif agronomique de production d'herbe ou de fourrage de réserve (enrubanné, puis ensilage puis foin selon le calendrier). Le fourrage enrubanné permet d'assainir l'herbe de prairies contaminées : ce type de fourrage issu d'une prairie contaminée par *Teladorsagia circumcincta* a été distribué à 40 ovins sans qu'aucun d'entre eux ne présente d'infestation (résultats non publiés). L'ensilage présente aussi un intérêt pour décontaminer l'herbe des pâtures (BETANCUR *et al.*, 2015). La dessiccation des larves infestantes de strongles est dommageable pour leur survie (CHYLINSKI *et al.*, 2014) et le foin de plus d'un mois sera donc un moyen de décontaminer l'herbe.

La décontamination des pâtures ne peut se réaliser par des moyens chimiques (CABARET et MANGEON, 1994). L'emploi de fertilisation N-P-K, de sulfate de fer ou de cyanamide calcique au printemps n'a pas d'activité importante sur l'infestation sur les strongles digestifs. L'utilisation d'hyphomycètes prédateurs de larves infestantes sur les pâtures, bien qu'utilisé en recherche, n'a pas débouché sur des applications de terrain pour les strongles digestifs. Le retournement préalable à un semis est un bon moyen de réduire la contamination mais ne concerne pas les prairies naturelles. Depuis la revue bibliographique de HOSTE et CHARTIER (2002) il n'y a pas eu de progrès significatifs sur la décontamination des pâtures.

Certains facteurs au cours de la saison de pâturage favorisent sa contamination par les larves de strongles :

- L'utilisation de prairies déjà pâturées l'automne précédent par des animaux très contaminés, surtout si cela est associé avec une sortie précoce des animaux au printemps.

- La sortie à l'herbe précoce : une partie des larves infestantes survit à l'hiver dans la majorité des régions françaises (RAYNAUD, 1981 ; GRUNER *et al.*, 2006) et une sortie précoce favorise leur ingestion alors que des sorties tardives correspondent à une diminution du nombre des larves transhivernantes.

- Les conditions météorologiques de l'hiver : un hiver doux permettra une bonne survie des larves infestantes sur la prairie et, par voie de conséquence, une sortie précoce également (GRUNER *et al.*, 1980).

- La météorologie de l'été : s'il est doux et humide, cela favorisera la survie des larves infestantes et donc l'infestation des hôtes en automne (RAYNAUD *et al.*, 1983).

- La charge élevée qui assure une contamination importante du pâturage et favorisera ensuite une infestation élevée des hôtes en fin de printemps.

- L'absence de complémentation alimentaire lors de la période défavorable (surtout en été) favorise l'infestation des hôtes (TORRES-ACOSTA *et al.*, 2012). Il existe une influence négative de la complémentation sur la consommation d'herbe et donc une diminution de l'ingestion de larves infestantes au cours des repas d'herbe ; de plus, une complémentation protéique permet l'expression du potentiel de défense immunitaire des hôtes.

- La rentrée tardive en étable ou l'absence de rentrée : un pic de larves infestantes sur le pâturage est observé en automne (RAYNAUD *et al.*, 1983), pic qui permettra l'infestation des hôtes.

Les rotations semblent défavorables à l'infestation des hôtes en comparaison avec l'usage d'un seul parc. Toutefois, le type de rotation n'a pas été étudié en détail. Le changement de parcelle est parfois décidé avec un herbomètre afin de vérifier si la hauteur d'herbe est appropriée, afin d'assurer une bonne utilisation de l'herbe. Des tentatives ont été mise en place pour évaluer l'infestation des parcelles grâce à des prélèvements d'herbe suivis d'un comptage des larves infestantes (RAYNAUD et GRUNER, 1982). Un système d'alerte par radio a même été proposé (MIEGE *et al.*, 1983) en Haute-Savoie. Cependant, ce système est coûteux à mettre en place et il n'a pas été poursuivi. Pour les bovins, sachant que leur première année au pâturage assure leur protection contre les infestations de la seconde année de pâturage, puis celle des vaches, une méthode évaluant leur contact avec des prairies infectées (Temps de contact efficace avant vêlage : TCE) a été mise au point (RAVINET, 2014). Il se calcule assez simplement : le temps de pâture réel est diminué du temps de rémanence de chacun des traitements et du temps de sécheresse ou de complémentation. Les vaches dont le TCE est supérieur à 8 mois au cours des première et seconde saisons de pâture ne nécessitent pas

de traitement. Dans ce cas, l'évaluation du contact avec le pâturage permet de décider de l'utilité de traitement de certains lots. Seulement 28 % des vaches nécessitaient un traitement en prenant en compte le TCE et un autre indicateur (les « DO » du lait de tank supérieures à 0,7).

Les éleveurs et les conseillers divers disposent donc d'éléments pour décider de l'utilité des traitements en se fondant sur la contamination de l'environnement. Le rôle de l'environnement et les pratiques des éleveurs sont peu prises en compte par les vétérinaires qui s'intéressent aux vaches laitières dans l'ouest de la France : i) par manque de temps disponible (le leur et celui des éleveurs), ii) par une vision limitée du parasitisme centrée sur le traitement anthelminthique (DUTERTRE, 2016). Les réseaux d'éleveurs, en élevage bovin allaitant (442 éleveurs : INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2017) indiquent que la majorité des éleveurs (83 %) désire un calendrier de traitements systématiques quelle que soit l'année, qui touchera essentiellement les génisses, lesquelles sont allotées dans 74 % des cas. Les opérations sur les pâtures sont réduites : l'assainissement des parcelles (essentiellement drainage) est réalisé dans 31 % des cas sans que les raisons soient liées au parasitisme par les strongles et seuls 14 % des éleveurs utilisent de la chaux pour assainir ou pratiquent le pâturage tournant. Pour les bovins, les considérations sur la contamination des parcelles restent très théoriques car elles nécessitent des efforts pour un parasitisme qui n'est pas considéré comme important... tant en production laitière (DUTERTRE, 2016) qu'allaitante (INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2011). Pour les ovins, la grande majorité des éleveurs conventionnels désire obtenir de leur vétérinaire un calendrier systématique de traitement et ne s'occupe que peu de leur parcellaire, au moins par rapport à la gestion des strongles (CABARET *et al.*, 2009). La situation est différente en élevage biologique : la conduite du système fourrager associe le plus souvent prairies temporaires et prairies permanentes à parts égales dans le centre de la France. Ce dispositif a plusieurs finalités : de pourvoir aux besoins en fourrages du troupeau ovin allaitant, d'accroître les surfaces assolées, d'optimiser la production d'herbe et d'assainir les parcelles tant pour les cultures que pour les animaux. Il apporte aux agneaux, après la fauche, un pâturage de qualité et pratiquement indemne de strongles (BOUILHOL *et al.*, 1998).

4. Traiter l'infestation des ruminants : des anthelminthiques et des traitements alternatifs efficaces

Les traitements par des anthelminthiques constituent donc l'essentiel des actions contre les strongles. Ce choix a été fondé sur l'efficacité des molécules dès l'apparition de la phénothiazine vers les années 1940 puis de celle d'autres molécules jusqu'à l'apparition des lactones macrocycliques. L'usage sans retenue de ces anthelminthiques (les benzimidazoles ont été utilisés jusqu'à toutes les trois semaines au cours de la durée de production) a abouti à l'apparition de résistance des strongles à ces anthelminthiques (DEMELER *et al.*, 2009 ; GEURDEN *et al.*, 2015, chez les bovins en Europe, lesquels avaient été « préservés » de la résistance : COLES, 2002) . L'apparition de nouvelles molécules s'est faite rare. L'idée a donc germé que les anciennes molécules devaient être utilisées avec parcimonie. Sont alors apparues les notions de traitements sélectifs (chez les hôtes qui en ont le plus besoin) ciblés (contre une catégorie d'helminthes). Il ne s'agissait plus seulement de réduire l'infestation mais également de prévenir l'apparition de résistance. La notion de traitement sélectif existait depuis longtemps chez les éleveurs qui pratiquaient des traitements uniquement sur les animaux malades (traitement métaglycétique). En revanche, le concept de résistance des strongles aux anthelminthiques est beaucoup plus difficile à intégrer dans une démarche individuelle. Il entre en conflit avec l'intérêt personnel : réduire les traitements dans une exploitation alors qu'ils sont tout à fait efficaces, pour ne pas épuiser cette ressource. Les éleveurs en France sous-estiment fortement l'existence de résistance : chaque molécule est supposée agir convenablement. Au cours d'enquêtes sociologiques avec C. NICOURT (communication personnelle, 2016) chez les éleveurs ovins allaitants ou à vocation laitière, la résistance des strongles aux anthelminthiques est très rarement évoquée. Elle est pourtant extrêmement répandue chez les ovins et les caprins en France, et ce, depuis des années (CHARTIER *et al.*, 1998). Ce déni existe aussi dans la profession vétérinaire car pratiquement jamais des examens coproscopiques de vérification ne sont réalisés après un traitement anthelminthique.

Les médecines alternatives et complémentaires (phytothérapie et homéopathie) sont encore peu utilisées en médecine vétérinaire. Les alternatives aux anthelminthiques ne sont pas vraiment disponibles en phytothérapie (CABARET *et al.*, 2002 ; HOSTE *et al.*, 2009). La démarche

homéopathique est toute autre et n'a pas pour vocation de supprimer les parasites mais de permettre à l'animal infecté de mieux supporter son parasitisme (le rendre résilient). Dans ce domaine, les expérimentations pour vérifier les effets de certaines préparations (Cina ou Teucrium pour les strongles digestifs) sont très difficiles à réaliser. En l'état actuel, les utilisateurs les plus importants, surtout en phytothérapie (les préparations commerciales se présentent comme des aides à la maîtrise du parasitisme), sont les éleveurs biologiques qui choisissent en première intention des médecines alternatives afin d'éviter les résidus dans les produits animaux et dans l'environnement. La majorité des éleveurs, même biologiques (ces traitements anthelminthiques sont autorisés dans le cahier des charges actuel), a recours aux anthelminthiques chimiques de synthèse pour réguler le parasitisme par les strongles.

Une voie complémentaire, l'utilisation d'alicaments comme les plantes à tanins condensés (essentiellement le lotier et le sainfoin) a fait l'objet de nombreuses recherches dans le monde. Les résultats sont assez variables d'un site à l'autre, mais une amélioration sensible de l'état parasitaire est notée le plus souvent (HOSTE *et al.*, 2009). D'autres alicaments fondés sur d'autres principes actifs sont aussi évalués (les lupins ou la chicorée par exemple).

Les traitements sélectifs et ciblés constituent un changement de paradigme : on ne traite plus tous les animaux d'une exploitation (c'est la tentation de l'éradication, du zéro-parasite) mais seulement certains d'entre eux qui souffrent de parasitose (on se situe dans une vision d'équilibre entre les hôtes et les parasites). L'objectif est de réduire l'intensité de l'infestation tout en essayant de réduire la pression de sélection sur les strongles afin de maintenir le potentiel curatif des anthelminthiques. Ces traitements sélectifs sont finalement cantonnés chez une petite frange des éleveurs ovins en particulier en France, essentiellement biologiques (CABARET *et al.*, 2009). En d'autres conditions, les motivations des éleveurs portent sur l'économie réalisée sur les traitements, par exemple au Maroc (BERRAG *et al.*, 2009). La difficulté réside dans l'utilisation d'indicateurs directs ou indirects de l'infestation. Chez les ovins et les jeunes bovins, les coproscopies constituent un indicateur direct efficace. Toutefois le coût de l'examen individuel (supérieur au traitement chez les ovins), le temps passé pour réaliser le prélèvement obèrent son intérêt. Des indicateurs comme le FAMACHA® (VAN WYK et BATH, 2002) ont eu un grand succès en particulier dans le monde tropical où *Haemonchus contortus* est un parasite majeur et anémiant. D'autres indicateurs ont été testés en relation avec des épisodes diarrhéiques (entre autres DISCO : CABARET *et al.*, 2006). Ces indicateurs, qui sont entre les mains des utilisateurs finaux, ne sont pas parfaits et ne détectent pas tous les animaux qui nécessitent un traitement mais aussi détectent à tort des animaux qui ne devraient pas être traités. Quels que soient les indicateurs, utilisables directement par les éleveurs ou bien issus d'examens de laboratoire (leur liste est détaillée dans RAVINET *et al.*, 2017), ils ont tous une part d'erreur (des animaux ne sont pas traités alors qu'ils le devraient). Cela est d'autant plus vrai pour ceux qui sont des indicateurs de lots comme les coproscopies de composites (sur des mélange de fèces de plusieurs animaux : MORGAN *et al.*, 2005) chez les ovins ou le test Elisa sur les laits de tank pour l'ostertagiose ou même les évaluations par le TCE chez les bovins. Les évaluations individuelles paraissent les meilleures en théorie mais sont difficilement réalisables même pour les plus simples en raison des tailles importantes de cheptel auxquelles font face les éleveurs. Les indicateurs pour la mise en place de traitements sélectifs et ciblés contre les strongles sont donc encore assez imparfaits. Ils devront être améliorés et cela en vaut la peine car l'utilisation très fréquente de ces molécules de synthèse soulève la défiance de certains citoyens tant en termes de résidus dans l'alimentation que dans l'environnement, en particulier pour les lactones macrocycliques. Un autre intérêt de ces traitements sélectifs est qu'ils font prendre conscience aux acteurs de l'élevage que les traitements anthelminthiques peuvent être utilisés à meilleur escient et que cela passe par un suivi de ces indicateurs par le vétérinaire et l'éleveur.

5. La gestion intégrée du parasitisme

La gestion reposant sur le seul usage des anthelminthiques a montré ses limites. Les éleveurs français ne sont pas encore confrontés aux résistances multiples disséminées dans la majorité des élevages comme cela est le cas dans de nombreux pays comme la Nouvelle-Zélande ou l'Australie où les éleveurs ont recours systématiquement à des associations d'anthelminthiques (trois ou quatre molécules aux modes d'action différents) pour pallier la résistance des strongles. Cela justifie qu'en France et en Europe un effort soit fait pour que toute la gestion ne repose pas que sur l'emploi des anthelminthiques. La gestion intégrée repose sur une bonne connaissance des parasites présents, de

leurs interactions avec le milieu et des leviers utilisables pour l'action. La gestion intégrée réalisée par l'éleveur entouré de ses conseillers porte sur :

- la gestion du pâturage, quant à la sortie (précoce ou tardive), aux choix des animaux d'une espèce qui sont mis à l'herbe ; par exemple, les jeunes seront mis sur des prairies quasi indemnes en période printanière ou en début d'été : prairies nouvellement semées ou fauchées pour la fabrication d'ensilage et de foin et regains en automne ;

- la mixité d'espèces d'herbivores quand cela est possible (cheval - ruminants (EYSKER *et al.*, 1986), bovins - ovins, caprins - ovins (MCGREGOR *et al.*, 2014)) ;

- le choix des animaux à traiter si nécessaire (surtout les jeunes et/ou certains animaux repérables par leur comportement ou des indicateurs) ;

- celui de l'anthelminthique, fondé sur son spectre d'action et l'absence de résistance ;

- celui de la période de traitement selon la région ; les données épidémiologique sont maintenant assez connues (fin de printemps et début d'été puis le milieu d'automne).

La gestion du pâturage est un élément important pour le contrôle du parasitisme. Trois stratégies sont disponibles : 1) la prévention : les ruminants ont accès à un pâturage non contaminé, 2) la fuite : les animaux quittent les pâturages qu'ils ont contaminés et n'y retournent pas avant leur décontamination, 3) la dilution : le pâturage est utilisé en partie par des hôtes qui sont peu (les ruminants adultes) ou pas sensibles (autre espèce d'herbivore) (BARGER, 1997). Ces aspects théoriques de la contamination du pâturage peuvent se décliner dans la réalité comme le montre une enquête réalisée en Suède chez 162 exploitations laitières biologiques (SVENSSON *et al.*, 2000). La prévention est fondée sur une sortie tardive, une utilisation des prairies de fauche et des regains. La dilution concerne l'utilisation du pâturage mixte ou alterné avec d'autres espèces et le recours à la complémentation. La fuite repose sur l'utilisation de pâtures différentes selon les mois (chaumes, pâturage sous-forêt, *etc.*). Une gestion du pâturage efficiente est également pratiquée chez certains des ovins biologiques à vocation viande du centre de la France (CABARET *et al.*, 2002). Les agnelages ont lieu en février et mars, les brebis et leurs agneaux vont entrer sur le pâturage commun jusqu'à la fin juin. La sortie n'est pas précoce (une partie des larves infestantes sur le terrain sont mortes) et les agneaux ne consomment pas encore beaucoup d'herbe. Les agneaux sont sevrés en juin et utiliseront alors seuls des pâturages semés puis des regains, les brebis pâturant leur propres prairies. La gestion du pâturage est plus développée en élevage biologique en raison d'une utilisation réduite des anthelminthiques mais des scénarios semblables peuvent aussi se rencontrer en élevage conventionnel. La gestion du pâturage joue un rôle très important dans la gestion intégrée du parasitisme par les strongles. La gestion intégrée peut se réaliser dans le cadre d'un cabinet vétérinaire et d'éleveurs adhérents à un programme de prévention des strongyloses. Ainsi, en Argentine tempérée, la gestion des pâturages semés, le suivi mensuel par coproscopie et coprocultures d'une quinzaine de jeunes bovins, et le suivi de leurs gains de poids a permis de réduire de plus de la moitié le nombre de traitements anthelminthiques (COSTA *et al.*, 1989).

Dans certaines situations où la pression parasitaire est intense, la sélection génétique des hôtes sera une option possible au niveau de la filière. En effet, la résistance des hôtes est en partie sous contrôle génétique et ce caractère de résistance est sélectionnable. Des actions de sélection sont menées en France (MORENO-ROMIEUX *et al.*, 2017) mais n'ont pas encore atteint le stade de la diffusion, contrairement à ce qui existe en Nouvelle-Zélande.

La gestion intégrée nécessite la participation très active de l'éleveur mais aussi des conseillers (vétérinaires, techniciens des Chambres d'Agriculture, *etc.*). L'importance ressentie vis-à-vis du parasitisme est très variable ; c'est pourtant la clé de la motivation pour entreprendre cette action de gestion intégrée dans la durée (ABRAHAM et SHEERAN, 2009). Les chercheurs et les techniciens proposent souvent des solutions difficiles à mettre en œuvre car elles n'ont pas toujours été co-construites avec les éleveurs ; le coût et la disponibilité pour les actions proposées sont aussi des freins importants.

Conclusions

L'utilisation des pâturages pour nourrir les ruminants est une solution économique et durable. Le parasitisme par les strongles en est une contrepartie qui ne doit pas effrayer. La gestion du parasitisme s'est centrée sur la seule utilisation des anthelminthiques chimiques de synthèse. Ce choix avait la vertu de la simplicité même s'il n'était pas toujours recommandable au plan économique. Il a été remis en cause avec l'extension du phénomène de résistance qui le disqualifie progressivement. La gestion du pâturage, avec quelques règles simples, doit être remise à l'honneur. L'objectif final serait de construire, avec tous les acteurs, une gestion intégrée du parasitisme. Des travaux de recherche sur les indicateurs pour le choix des animaux à traiter sont à promouvoir. Un des problèmes majeur de la mise en route d'une stratégie intégrée sera la disponibilité des principaux acteurs, les éleveurs et les vétérinaires.

Remerciements

Les réflexions sur la gestion intégrée du parasitisme doivent beaucoup aux discussions et aux résultats obtenus dans les projets STREP et COPPECS du meta-programme GISA de l'INRA.

Références bibliographiques

- ABRAHAM C., SHEERAN P. (2009) : "The health belief model", Conner M., Norman P. (eds.), *Predicting Health Behavior*, Open University press, McGraw-Hill Education, Maidenhead, England, 28-80.
- BARGER I.A. (1997) : "Control by management", *Vet. Parasitol.*, 72, 493-506.
- BERRAG B., OUZIR M., CABARET J. (2009) : "A survey on meat sheep farms in two regions of Morocco on farm structure and the acceptability of the targeted selective treatment approach to worm control", *Vet. Parasitol.*, 164, 30-35.
- BETANCUR O.J., BETANCOURT J.A., ESTRADA J., HENAO F.J. (2015) : "Persistence of Pathogens in Dry Pig Manure, in Silage, and Transformed in Earthworm compost and Earthworm Flour", *Rev. Cientif. Fac. Ciencias Vet.*, 25, 208-218.
- BOUILHOL M., MAGE C., ARCHAIMBAUT E., JARDIN Y. (1998) : "Pratiques en élevage ovin et maîtrise du parasitisme", *Alter Agri.*, 30, 15-18.
- BOUILHOL M., FOESSEL M., CABARET J. (2011) : "The Eye of the Farmer and Detection of Animals in Need of Anthelmintic Treatment in Organic Meat Sheep Flocks", *The Open Vet. Sci. J.*, 5 (Suppl 1: M2), 2-6.
- CABARET J. (2003) : "Animal health problems in organic farming: subjective and objective assessments and farmers' actions", *Livest. Prod. Sci.*, 80, 99-108.
- CABARET J. (2008) : "Pro and cons of targeted selective treatment against digestive-tract strongyles of ruminants", *Parasite*, 15, 506-509.
- CABARET J., MANGEON N. (1994) : "Fertilizers on pastures in relation to infestation of goats with strongyles, small lungworms and *Moniezia*", *Small Rum. Res.*, 13, 269-276.
- CABARET J., ANJORAND N., LECLERC C. (1984) : "Le parasitisme helminthique des chèvres laitières en Touraine. Interprétation des examens coproscopiques", *Bull. Soc. Vét. Prat. France*, 68, 5, 285-297.
- CABARET J., ANJORAND N., LECLERC C. (1986) : "Dairy goat farms in Touraine. I. Management, parasitism and estimation of disease in adult goats", *Recueil Med. Vet. Ecole d'Alfort*, 162, 575-585.
- CABARET J., BOUILHOL M., MAGE C. (2002) : "Managing helminths of ruminants in organic farming", *Vet. Res.*, 33, 625-640.
- CABARET J., GONNORD V., CORTET J., SAUVÉ C., BALLEST J., TOURNADRE H., BENOIT M. (2006) : "Indicators for internal parasitic infections in organic flocks: the diarrhoea score (Disco) proposal for lambs", *Organic Congress 2006: Organic Farming and European Rural Development*, Odense (DNK), 30-31 May 2006, 552-553.
- CABARET J., BENOIT M., LAIGNEL G., NICOURT C. (2009) : "Current management of farms and internal parasites by conventional and organic meat sheep French farmers and acceptance of targeted selective treatments", *Vet. Parasitol.*, 164, 21-29.
- CHARLIER J., DUCHATEAU L., VERCRUYSSSE J. (2005) : "Assessment of the repeatability of a milk ELISA and effects of sample preparation", *Prev. Vet. Med.*, 68, 277-288.
- CHARLIER J., DEMELER J., HÖGLUND J., VON SAMSON-HIMMELSTJERNA G., DORNY P., VERCRUYSSSE J. (2010) : "*Ostertagia ostertagi* in first grazing cattle in Belgium, Germany and Sweden: General levels of infection and related management practices", *Vet. Parasitol.*, 171 (1-2), 91-98.

- CHARLIER J., VOORT VAN DER M., KENYON F. SKUCE P., VERCRUYSSSE J. (2014). "Chasing helminths and their economic impact on farmed ruminants", *Trends in Parasitology*, 30, 361-367.
- CHARTIER J., PORS I., HUBERT J., ROCHETEAU D., BENOIT C., BERNARD N. (1998): "Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France", *Small Rum. Res.*, 29, 33-41.
- 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", *Renc. Rech. Ruminants*, 68.
- CHYLINSKI C., LHERMINE E., COQUILLE M., CABARET J. (2014): "Desiccation tolerance of gastrointestinal nematode third-stage larvae: exploring the effects on survival and fitness", 113, 2789-2796.
- COLES G. (2002): "Cattle nematodes resistant to anthelmintics: why so few cases ?", *Vet. Res.*, 33, 481-490.
- COSTA J.C.A., MEJIA M.E., MARTINEZ E.F., CABARET J. (1989): "El control de la gastroenteritis verminosa bovina en la "Pampa humeda" (Argentina), bajo condiciones de campo entre 1979 y 1987: resultados, limitantes y futuro del mismo", *TecniCREA*, 15, 3-17.
- DEMELER J., VAN ZEVEVEREN A.M.J., KLEINSCHMIDT N., VERCRUYSSSE J., HÖGLUND J., KOOPMAN R., CABARET J., CLAEREBOUT E., ARESKOG M., VON SAMSON-HIMMELSTJERNA G. (2009): "Monitoring the efficacy of ivermectin and albendazole against gastrointestinal nematodes of cattle in Northern Europe", *Vet. Parasitol.*, 160, 109-115.
- DUTERTRE M. (2016): *Freins et motivations des vétérinaires pour conseiller les éleveurs sur la gestion de strongles gastro-intestinaux chez les bovins laitiers - Attitude face à de nouvelles pratique de contrôle*, thèse vétérinaire, Nantes, 82 p.
- EYSKER M., JANSEN J., MIRCK M.H. (1986): "Control of strongylosis in horses by alternate grazing of horses and sheep and some other aspects of the epidemiology of strongylidae infections", *Vet. Parasitol.*, 19, 103-115.
- GEURDEN T., CHARTIER C., FANKE J., FRANGIPANE DI REGALBONO A., TRAVERSA D., VON SAMSON-HIMMELSTJERNA G., DEMELER J., BINDU VANIMISSETTI H., BARTRAM D.J., DENWOOD M.J. (2015): "Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe", *Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist.*, 5, 163-171.
- GROSS S.J., RYAN W.G., PLOEGER H.W. (1999): "Anthelmintic treatment of dairy cows and its effect on milk production", *Vet. Rec.*, 144, 581-587.
- GRUNER L., MAULEON H., HUBERT J., SAUVE C. (1980): "A study of ovine gastrointestinal strongylosis in a sheep flock on permanent pasture .2. Population-dynamics of parasites on the pasture in 1977 and an epidemiological interpretation", *Ann. Rech. Vet.*, 11, 133-140
- GRUNER L., SAUVE C., BOULARD C., CALAMEL M. (2006): "Analysis of the relationship between land use and the parasitism of sheep during their transhumance", *Animal Res.*, 55, 177-188.
- HOISCHEN-TAUBNER S., BIELECKE A., SUNDRUM A. (2017): "Knowledge transfer regarding the issue of animal health", *Org. Agr.*, doi:10.1007/s13165-017-0175-9
- HOSTE H., CHARTIER C. (2002): "Reduction of parasite contamination", *Point Vet.*, 33, 231, 44-47.
- HOSTE H., CABARET J., GROSMOND G., GUITARD J.P. (2009): "Alternatives aux traitements anthelminthiques en élevage biologique de ruminants", *INRA Prod. Anim.*, 22, 245-254.
- INSTITUT DE L'ELEVAGE (2017): Simulateur d'infestation", http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/fiche-n17-le-simulateur-pcalc.html (consulté le 13 février 2017).
- KENZEL M. (2010): *Les pratiques sanitaires dans les élevages allaitants. Enquête 2010 des Réseaux d'élevage*, Institut de l'Élevage, 20 p.
- KERBOEUF D., LE GARFF G., MAGE C. (1981): "Forecasting of bovine abomasal worm burden by means of serum pepsinogen measurements: study on suckling calves and heifers in first and second grazing season", *Ann. Rech. Vet.*, 12, 201-213. 1153
- KERBOEUF D., KOCH C., LE DREAN E., LACOURT A. (2002): "Méthode simplifiée de mesure de la concentration en pepsinogène dans le sérum", *Revue Méd. Vét.*, 153, 707-712.
- MACKINTOSH C.G., JOHNSTONE P., SHAW R.J. (2014): "Observations on the phenotypic relationships between anti- CarLA salivary IgA antibody response, nematode infection levels and growth rates in farmed red (*Cervus elaphus*) and wapiti hybrid deer (*Cervus elaphus canadensis*)", *Vet. Parasitol.*, 203, 160-166.
- MCGREGOR B.A., PRESIDENTE P.J.A., CAMPBELL N.J. (2014): "The influence of stocking rate and mixed grazing of Angora goats and Merino sheep on animal and pasture production in southern Australia. 4. Gastrointestinal parasitism", *Animal Prod. Sci.*, 54, 587-597.
- MEJÍA M.E., PERRI A.F., LICOFF N., MIGLIERINA M.M., CSEH S., ORNSTEIN A.M., BECU-VILLALOBOS D., LACAU-MENGIDO I.M. (2011): "Comparison of three methods for gastrointestinal nematode diagnosis determination in grazing dairy cattle in relation to milk production", *Vet. Parasitol.*, 183, 174-177.

- MERLIN A., CHAUVIN A., MADOUASSE A., FROGER S., BAREILLE N., CHARTIER C. (2015) : "Gestion raisonnée des strongyloses gastro-intestinales chez les génisses laitières en première saison de pâturage : utilisation d'indicateurs individuels ou de groupe en lien avec le GMQ", *Rencontres Rech. Ruminants*, 22, 23-26.
- MIEGE R., GRUNER L., BOUVIER J.M. (1983) : "Using a district of Haute-Savoie (France) of a method for supervising bovine strongylosis with pasture sampling the infective larvae", *Rev. Med. Vet.*, 134, 359-370.
- MORENO-ROMIEUX C., SALLÉ G., JACQUIET P., BLANCHARD A., CHYLINSKI C., CABARET J., FRANCOIS D., SACCAREAU M., ASTRUC J.M., BAMBOU J.C., MANDONNET N. (2017) : "La résistance génétique au parasitisme par les strongles digestifs chez les petits ruminants : un enjeu de durabilité pour les productions à l'herbe", *INRA Prod. Anim.*, sous presse.
- MORGAN E.R., CAVILL L., CURRY G.E., WOOD R.M., MITCHELL E.S.E. (2005) : "Effects of aggregation and sample size on composite faecal egg counts in sheep", *Vet. Parasitol.*, 131, 79-87.
- PANDEY V.S., CABARET J., FIKRI A. (1984) : "The effect of strategic anthelmintic treatment on the breeding performance and survival of ewes naturally infected with gastro-intestinal strongyles and protostrongylids", *Ann. Rech. Vet.*, 15, 49.
- PERRI A.F., MEJÍA M.E., LICOFF N., LAZARO L., MIGLIERINA M., ORNSTEIN A., BECU-VILLALOBOS D., LACAU-MENGIDO I.M. (2011) : "Gastrointestinal parasites presence during the peripartum decreases total milk production in grazing dairy Holstein cows", *Vet. Parasitol.*, 178, 311-318.
- RAVINET N. (2014) : *Développement de stratégies de maîtrise des strongyloses gastro-intestinales des vaches laitières rationalisant les traitements anthelminthiques*, thèse Doctorat Sciences biologiques, Ecole Vétérinaire, Nantes, 206 p.
- RAVINET N., CHARTIER C., HOSTE H., MAHIEU M., DUVAUCHELLE-WACHE A., MERLIN A., BAREILLE N., JACQUIET P., CHAUVIN A. (2017) : "Enjeux et outils du traitement raisonné contre les strongles gastro-intestinaux chez les bovins et les petits ruminants", *INRA. Prod. Anim.*, sous presse.
- RAYNAUD J.P. (1981) : "Les "strongyloses" des bovins. Généralités et possibilité de prévention. Résultats obtenus en France avec le diffuseur Paratect", *Bull. Soc. Vet. Pratique France*, 65, 1-20.
- RAYNAUD J.P., GRUNER L. (1982) : "Feasibility of herbage sampling in large extensive pastures and availability of cattle nematode infective larvae in mountain pastures", *Vet. Parasitol.*, 10, 57-64.
- RAYNAUD J.P., JONES R.M., BLISS D.H., LESTANG J.P., KERBOEUF D. (1983) : "The control of parasitic gastroenteritis of grazing cattle in Normandy, France, using the morantel sustained release bolus", *Vet. Parasitol.*, 12, 261-272.
- SANCHEZ J., DOHOO I., CARRIER J., DESCOTEAUX L. (2004) : "A meta-analysis of the milk-production response after anthelmintic treatment in naturally infected adult dairy cows", *Prev. Vet. Med.*, 63, 237-256.
- SHAW R.J., MORRIS C.A., WHEELER M., TATE M., SUTHERLAND I.A. (2012) : "Salivary IgA: A suitable measure of immunity to gastrointestinal nematodes in sheep", *Vet. Parasitol.*, 186, 109-117.
- SHAW R.J., MORRIS C.A., WHEELER M. (2013) : "Genetic and phenotypic relationships between carbohydrate larval antigen (CarLA) IgA, parasite resistance and productivity in serial sample taken from lambs after weaning", *Int. J. Parasitol.*, 43, 661-667.
- SVENSSON C., HESSLE A., HÖGLUND J. (2000) : "Parasite control methods in organic and conventional dairy herds in Sweden", *Livest. Prod. Sci.*, 66, 57-69.
- TORRES-ACOSTA J.F.J., SANDOVAL-CASTRO C.A., HOSTE H., AGUILAR-CABALLERO A.J., CAMARA-SARMIENTO R., ALONSO-DIAZ M.A. (2012) : "Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions", *Small Ruminant Res.*, 103, 28-40.
- VAN WYK J.A., BATH G.F. (2002) : "The FAMACHA© system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment", *Vet. Res.*, 33, 509-530.

