

INRA Prod. Anim.,
1999, 12 (5), 377-389

H. HOSTE¹, Y. LE FRILEUX²,
A. POMMARET², L. GRUNER³,
E. VAN QUACKEBEKE⁴, C. KOCH³.

¹ INRA/ENV Toulouse, Unité associée 959,
23 chemin des Capelles, 31076 Toulouse

² Station du Pradel,
Ferme Expérimentale Caprine,
07170 Mirabel

³ INRA Station de Pathologie Aviaire et
de Parasitologie, 37380 Nouzilly

⁴ Institut de l'Élevage,
5 rue Hermann-Frenkel, 69007 Lyon

e-mail : h.hoste@envt.fr

Importance du parasitisme par des strongles gastro-intestinaux chez les chèvres laitières dans le Sud-Est de la France.

La lutte contre les strongyloses gastro-intestinales chez les ruminants repose pour l'essentiel sur l'emploi de substances anthelminthiques. En élevage caprin, le choix des molécules utilisables se voit restreint en raison des résidus dans le lait et des délais d'attente imposés. De plus, le développement, par les vers, des résistances aux anthelminthiques est particulièrement préoccupant chez les chèvres laitières. Ces faits conduisent à rechercher des méthodes de lutte alternatives ou complémentaires à ces traitements. Un préalable indispensable à cette démarche est de mieux connaître l'épidémiologie de ces maladies parasitaires et les facteurs qui gouvernent la résistance des chèvres aux infestations.

Les strongles gastro-intestinaux sont des nématodes parasites du tube digestif des ruminants. Ils représentent une des patholo-

Résumé

L'étude avait pour objectif de compléter les données sur l'épidémiologie des strongyloses gastro-intestinales dans l'espèce caprine et de préciser l'influence relative de divers facteurs sur ce parasitisme et ses conséquences sur la production laitière. Plusieurs paramètres parasitologiques et physiopathologiques ont été mesurés dans un troupeau de 120 chèvres laitières au pâturage pendant deux ans. Les pics de parasitisme ont été observés en début d'automne et les genres dominants identifiés étaient *Teladorsagia* et *Trichostrongylus*. La conduite du troupeau selon un système de pâturage tournant ou continu n'a eu que peu d'influence sur les infestations par les nématodes. En revanche plusieurs facteurs de réceptivité de l'hôte ont été identifiés. Au cours des deux années, une excrétion d'œufs de parasites plus forte, entraînant une contamination accrue du pâturage, a été relevée dans deux groupes d'animaux au sein du troupeau : d'une part, chez les chèvres en première saison de pâturage et notamment les primipares ; d'autre part, chez les chèvres présentant le meilleur niveau de production de lait. Chez ces dernières, des répercussions physiopathologiques plus marquées du parasitisme ont aussi été notées, en particulier lors des pics d'excrétion d'œufs de strongles. Les implications de cette identification d'individus à risque parasitaire élevé dans le troupeau sur la possibilité d'application ciblée des traitements anthelminthiques sont discutées.

gies dominantes des chèvres laitières élevées au pâturage qui constitue la source de contamination des animaux. L'importance économique de ces parasitoses tient aux pertes de production associées à la présence des vers (Farizy 1970, Hoste et Chartier 1993) et s'explique aussi par le coût des traitements anthelminthiques appliqués afin de contrôler ce parasitisme.

Les contraintes législatives de plus en plus fortes imposées pour l'usage des substances chimiques en élevage, en particulier chez les espèces à vocation laitière, associées à l'apparition et au développement des résistances aux anthelminthiques dans les populations de vers et tout particulièrement au sein de l'espèce caprine (Chartier *et al* 1998) font que le recours exclusif aux traitements chimiques paraît à reconsidérer à plus ou moins long terme. Des solutions alternatives ou complémentaires à l'usage des anthelminthiques sont à rechercher. La mise au point de nouvelles méthodes de lutte nécessite de mieux connaître l'épidémiologie de ces parasitoses chez la chèvre et d'apprécier le rôle respectif

des facteurs qui modulent la sensibilité des animaux aux parasites.

L'élevage caprin français se localise pour l'essentiel dans la moitié sud de la France. Trois régions concentrent la majorité des effectifs : Poitou-Charentes, Centre et Rhône-Alpes. La plupart des enquêtes épidémiologiques sur les strongyloses gastro-intestinales ont eu jusqu'à présent pour site les deux premières régions mentionnées (Cabaret *et al* 1989, Richard *et al* 1990, Chartier et Reche 1992, Cabaret et Gasnier 1994). Ces études ont conduit à identifier les principales espèces présentes (avec une prédominance des genres *Teladorsagia/Trichostrongylus*) et de mieux définir la localisation spatiale et temporelle du risque parasitaire. A l'inverse, les données sur la dynamique de ces infestations en vallée du Rhône et dans le Sud-Est de la France sont plus anciennes et plus limitées (Brunet 1980 et 1981) bien que la région Rhône-Alpes soit un des sites où l'utilisation du pâturage demeure répandue.

Plusieurs études ont par ailleurs fourni les éléments permettant d'apprécier le rôle de divers facteurs, liés à l'hôte ou à la conduite d'élevage, sur l'évolution du parasitisme. Des différences de réceptivité ont été établies entre les deux grandes races de chèvres laitières (Saanen et Alpine chamoisée) qui constituent l'essentiel du cheptel français, mais les conclusions se sont avérées parfois contradictoires (Cabaret *et al* 1989, Richard *et al* 1990). De même, les résultats sont également divergents sur les relations entre l'âge des chèvres et l'intensité du parasitisme. Une résistance aux infestations des chèvres par comparaison aux chevreaux est décrite par Pomroy *et al* (1986) mais Richard *et al* (1990) mentionnent au contraire une tendance des chèvres les plus âgées à excréter les éléments parasitaires en plus forte quantité. Enfin, une résistance moins forte aux infestations parasitaires doublée d'une moindre résilience (c'est-à-dire l'aptitude des animaux à supporter les effets néfastes du parasitisme) ont été mises en évidence de manière répétée, au sein de troupeaux, chez les chèvres exprimant le plus fort potentiel laitier (Hoste et Chartier 1993, Chartier et Hoste 1994 et 1997).

L'intensité et la diversité spécifique du parasitisme ont pour leur part été associées aux conditions d'entretien du troupeau (Richard *et al* 1990, Cabaret et Gasnier 1994, Gasnier *et al* 1997). Ainsi, l'importance de l'excrétion parasitaire a été corrélée à la surface pâturée disponible par chèvre. Cependant, à l'exception des modalités d'emploi des anthelminthiques, les conséquences de différentes pratiques d'élevage sur le niveau du parasitisme ont été peu examinées.

Cet article présente les données recueillies pendant deux ans (1996 et 1997) lors du suivi d'un troupeau de chèvres laitières appartenant à la ferme expérimentale caprine de la Station du Pradel (lycée agricole d'Aubenas, domaine Olivier de Serres) située en Ardèche. Cette étude a eu d'abord pour but de compléter les données épidémiologiques sur ces parasitoses dans le Sud-Est de la France. De plus, les chèvres ont été menées, au cours des

deux années en deux groupes séparés, selon un mode de pâturage "tournant" ou "continu" afin d'apprécier les répercussions de ces méthodes de conduite sur la dynamique parasitaire. Enfin, l'enregistrement de données individuelles pour le parasitisme et la production de lait a permis d'analyser la variabilité de réponse des animaux aux infestations en fonction de divers facteurs liés à l'hôte et de préciser les relations entre parasitisme, répercussions pathologiques et production.

Conduite de l'étude

La station du Pradel est située en Ardèche, à 272 m d'altitude. Les principales données climatologiques moyennes sont résumées sur la figure 1. Au cours des deux années, les températures minimales moyennes ne descendent jamais sous zéro et les maximales ne dépassent pas 30 °C. La pluviométrie totale est de 1310 mm en 1996 et 932 mm en 1997, avec une répartition essentiellement hivernale. Il faut cependant souligner les pluies d'été inhabituellement élevées pour la région par rapport aux moyennes généralement enregistrées.

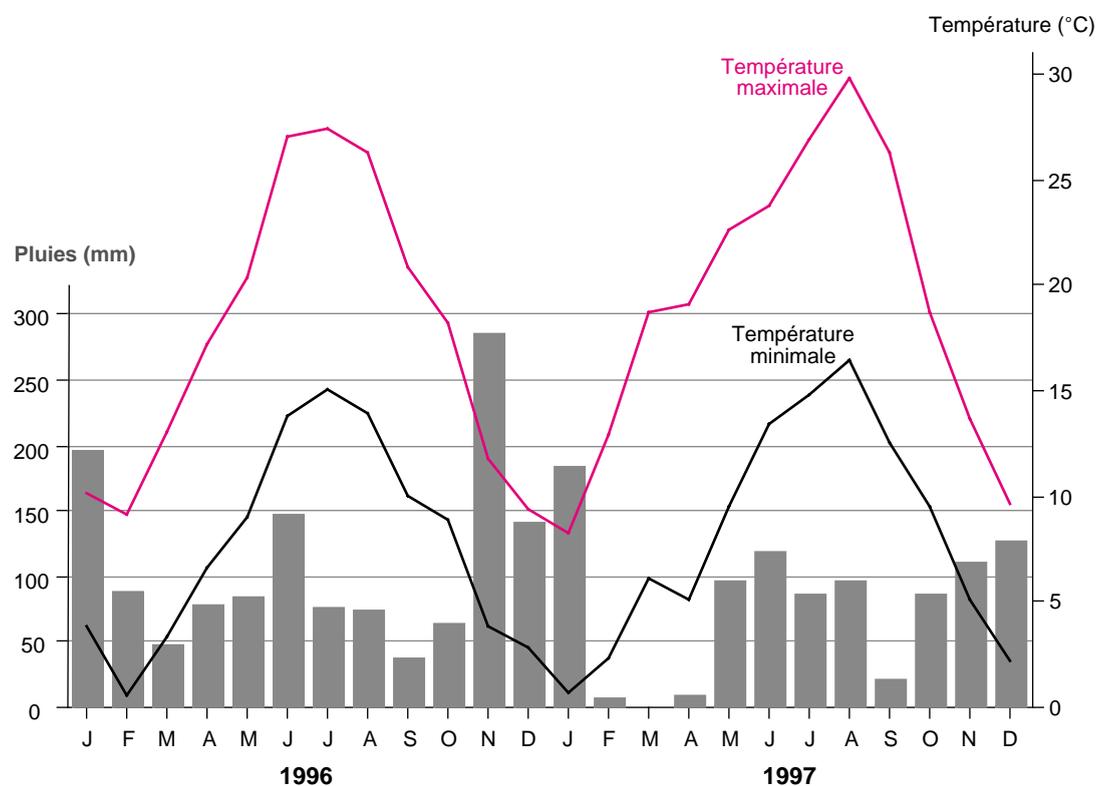
Modalités d'utilisation du pâturage

Le troupeau a été divisé en deux groupes (pâturage tournant ou continu) équivalents de 60 chèvres sur des critères de date de mise bas, d'âge, de poids, de quantité et de composition du lait. La mise en lot a été effectuée avant la mise à l'herbe au cours du mois de février en 1996 comme en 1997. Les deux lots ont été conduits de manière séparée tout au long des deux campagnes de pâturage. Celles-ci commençaient en mars (mise à l'herbe) et se terminaient en novembre sur deux lots de surfaces fourragères comparables composées de 65 % de graminées et de 35 % de légumineuses (respectivement 6,7 ha et 8,7 ha en 1996 et 1997). Les légumineuses ont été exploitées uniquement en pâturage tournant. Les périodes d'utilisation étaient les suivantes : pour les graminées seules : de mars à juin et de septembre à novembre ; utilisation simultanée des graminées et des légumineuses (soupade) : de mi-juin à mi-juillet ; pour les légumineuses seules : fin juillet et août.

Les règles d'utilisation des graminées étaient les suivantes (Van Quackebeke *et al* 1997) :

- lot tournant : au total, 14 sous-parcelles ont été utilisées à raison de 2 à 4 jours par parcelle en fonction de la hauteur de l'herbe à l'entrée des animaux (de 8 à 15 cm) et de la matière sèche offerte (de 2 à 4 kg/chèvre et par jour). Le critère de sortie d'une parcelle est la hauteur d'herbe (5 à 9 cm). Le chargement instantané est élevé (140 à 180 chèvres/ha) mais le temps de repos des parcelles entre deux utilisations est important (15 à 30 jours). Dès le deuxième cycle d'exploitation, des surfaces sont écartées du pâturage : elles sont soit fauchées afin de constituer des stocks, soit broyées pour garantir de bonnes qualités des repousses. Elles sont ensuite réintroduites dans le circuit de pâtu-

Figure 1. Données climatologiques (températures moyennes maximale et minimale, pluviométrie moyenne) enregistrées à la station du Pradel en 1996 et 1997.



rage dès que la hauteur est suffisante ;

- lot continu : trois parcelles de graminées ont été utilisées selon les règles suivantes : un seul jour par parcelle ; utilisation de la parcelle dont l'herbe est la plus haute ; les parcelles dont la hauteur d'herbe est supérieure à 12 cm ou inférieure à 5 cm sont écartées momentanément et réintroduites à l'issue d'une fauche ou d'un broyage et dès que la hauteur est suffisante. Le chargement instantané est faible (20 à 60 chèvres/ha) mais le temps de repos entre deux passages sur une parcelle est réduit au minimum (2 jours).

Les animaux ont été traités systématiquement contre les strongles en novembre (rentrée en chèvrerie). De plus, lors du pâturage, les chèvres ont reçu des traitements anthelminthiques : en 1996, une seule fois début octobre ; en 1997, deux fois, fin août et mi-octobre. Dans tous les cas, la même molécule a été administrée (oxfendazole, Synanthic ND), à la dose ovine recommandée (5 mg/kg), deux fois à 24 heures d'intervalle.

Mesures du parasitisme et de ses conséquences

Des coproscopies mensuelles ont été réalisées individuellement sur l'ensemble des animaux du troupeau pendant les deux saisons de pâturage (mars-novembre) complétées par des coprocultures de groupe afin de déterminer les principaux genres de trichostrongles présents dans le tractus digestif.

Au cours de la deuxième année du suivi, des

prélèvements d'herbe ont également été effectués en juin, septembre et novembre pour évaluer la contamination des diverses parcelles de graminées et de légumineuses. L'échantillonnage et le dénombrement des populations de larves infestantes sur la prairie ont été effectués selon la technique décrite par Gruner et Raynaud (1980).

De plus, des bilans parasitaires ont été effectués sur 2x3 chèvres de réforme, autopsiées en juin et en septembre 1997 afin de déterminer de manière précise les principales espèces de nématodes présents sur le site. Après abattage par injection intraveineuse d'une dose massive de pentobarbital sodique (Dolethal ND), l'ensemble du tractus digestif a été prélevé et congelé. Après décongélation, le contenu des divers organes (estomac, intestin grêle, gros intestin) a été rincé et collecté. Le nombre de vers a été déterminé par parties aliquotes (5 %). Ces bilans ont été complétés par des digestions pepsiques réalisées sur l'estomac et l'intestin grêle.

Au cours des deux saisons d'herbe, des prélèvements sanguins ont été réalisés mensuellement sur chaque chèvre du troupeau afin de mesurer les taux sériques de pepsinogène suivant la méthode décrite par Kerboeuf (1975) et les taux de phosphate inorganique analysés à l'aide d'un appareil Technicon RA 1000 (Bayer Diagnostic) selon la méthode décrite par Robinson et al (1971).

Enfin, les données individuelles concernant la production laitière des chèvres (quantité, taux butyreux et protéique) ont été collectées chaque semaine.

**Les chèvres
présentent un pic
de parasitisme à
l'automne, associé
à une forte
contamination
des prairies.**

Analyse de facteurs liés à l'animal

Le rôle de plusieurs facteurs associés à l'hôte a été analysé au cours des deux années de suivi. L'influence d'une infestation préalable par les trichostrongles sur l'évolution du parasitisme et ses répercussions pour l'hôte a été examinée à partir des seules données de 1996. L'étude a porté sur les animaux multipares du troupeau dont une moitié avait été maintenue en chèvrerie pendant toute l'année 1995 alors que l'autre moitié pâturait.

Au cours de 1997, l'influence de l'âge des animaux sur les infestations a été analysée en comparant l'intensité du parasitisme mesurée par les excréments fécaux et les conséquences physiopathologiques chez les animaux multipares (96 chèvres) et primipares (24 chèvres).

Enfin, au cours de 1996 et de 1997, l'évolution du parasitisme et de ses répercussions a été examinée en fonction des performances zootechniques en comparant les paramètres mesurés dans deux sous-groupes de taille égale (n=20 en 1996 et n=25 en 1997) correspondant respectivement aux quartiles supérieur et inférieur des animaux multipares, classés en fonction de leur production au premier mois de lactation (chèvres forte et faible productrices de lait). Cette période précède la sortie des animaux au pâturage et correspond à un moment où le parasitisme est absent, sans répercussions possibles sur la production.

Analyses statistiques

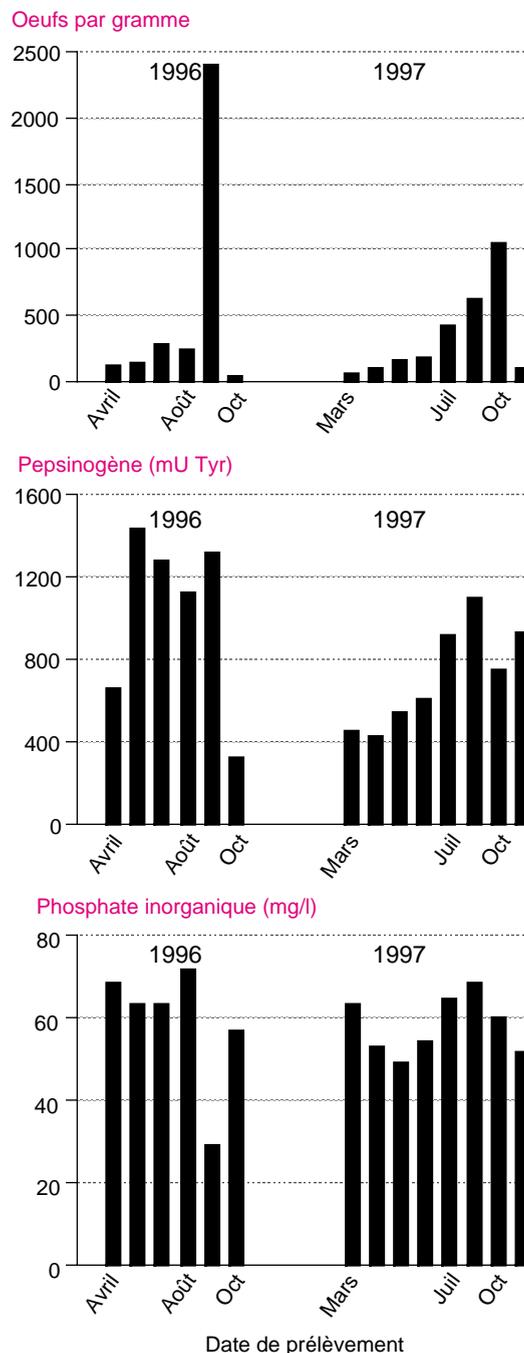
De manière générale, les comparaisons statistiques entre animaux des divers lots (pâturage tournant et continu, fort et faible producteur de lait ...) ont été réalisées à l'aide d'une analyse de variance complétée par un test t de Student. Pour l'excrétion fécale des oeufs de strongles, les données ont été normalisées à l'aide d'une transformation log (x + 1) avant toute analyse.

Importance du parasitisme

Evolution et bilans parasitaires

L'évolution générale du parasitisme au sein du troupeau a été évaluée par l'émission fécale des oeufs de trichostrongles. Au cours des deux années, le niveau d'infestation initial est resté faible (moins de 100 oeufs par gramme (opg) en moyenne) du printemps à la fin de l'été et le pic de parasitisme s'est situé en début d'automne (2 400 opg en 1996, plus de 1000 opg en 1997; figure 2). Les conséquences pathologiques et zootechniques de ces infestations ont conduit à l'application de traitements anthelminthiques. Leur efficacité a été vérifiée par des coproscopies réalisées sur 10 % des animaux du troupeau, dix jours après traitement. Ce test de réduction d'excrétion des oeufs de nématodes a permis de conclure, en 1996 comme en 1997, à l'absence de résistance aux benzimidazoles dans l'élevage.

Figure 2. Evolution de l'excrétion fécale d'oeufs de strongles et des concentrations sériques de pepsinogène et de phosphate inorganique chez les chèvres en 1996 et 1997.



Deux genres de nématodes (*Teladorsagia* et *Trichostrongylus*) prédominent et représentent ensemble en moyenne plus de 90 % des larves identifiées dans les coprocultures (de 87 à 97 % selon les saisons). Des larves de *Nematodirus* ont également été rencontrées de manière plus épisodique et toujours en proportion restreinte (inférieure en moyenne à 10 % du total de larves examinées, de 3 à 13 % selon les saisons). Aucune larve d'*Haemonchus* ou d'*Oesophagostomum* n'a été identifiée.

L'analyse des prélèvements d'herbe effectués en 1997 a confirmé ces résultats. Le genre *Teladorsagia* est apparu dominant au

Tableau 1. Proportions (%) des différents parasites identifiés et nombre moyen de larves infestantes (L3) dans les prélèvements d'herbe (1997). C : parcelles de graminées utilisées en système continu, T : parcelles de graminées utilisées en système tournant, L : parcelles de légumineuses.

		<i>Teladorsagia</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Nematodirus</i>	L3 / kg d'herbe sèche (valeurs extrêmes)
Juin 1997	C	90	7	3	200 (115-280)
	T	92	6	2	850 (30-1500)
	L				non prélevée
Sept 1997	C	40	52	8	725 (300-1260)
	T	44	34	22	970 (130-2460)
	L	35	62	3	5725 (2400-9800)
Nov 1997	C	26	69	5	1730 (770-3400)
	T	65	23	12	2220 (300-4140)
	L	32	68	0	2020 (1960-2080)

printemps alors que les larves de *Trichostrongylus* étaient plus abondantes en automne (tableau 1). Bien que le nombre de larves par kg d'herbe ait été très variable selon la parcelle, quel que soit le moment de l'année, les niveaux de contamination ont cependant été plus élevés en septembre sur les parcelles de légumineuses, période qui correspond également au pic d'excrétion fécale au sein du troupeau.

Les bilans parasitaires réalisés sur les deux lots de trois chèvres sacrifiées en juin et en septembre 1997 complètent ou confirment différentes informations :

- l'importance des genres *Teladorsagia* et *Trichostrongylus*. Ces deux genres réunis représentent, en moyenne, 84 % de la totalité des vers retrouvés à l'autopsie. Les deux espèces identifiées ont été *Teladorsagia circumcincta* et *Trichostrongylus colubriformis*;

- la présence régulière (5 animaux sur 6) du genre *Nematodirus*. Cependant, l'espèce représentée différait selon la saison : il s'agissait principalement de *N. spathiger* sur les animaux abattus en juin et *N. battus* en septembre ;

- une augmentation du nombre de vers à l'automne (en moyenne : 1597 vers en juin et 4933 en septembre) ;

- l'absence de larves enkystées dans les muqueuses en juin et en septembre, démontrée par la très faible proportion de parasites collectés à la suite de la digestion pepsique des muqueuses stomacales et intestinales.

Lésions gastro-intestinales

En 1996, une augmentation des concentrations de pepsinogène sérique, indicatrice de lésions de la caillette, a été observée dès le mois de mai, où les valeurs mesurées sont le double des valeurs initiales. Des concentrations supérieures à 1000 mUTyr sont retrouvées jusqu'au mois de septembre puis une chute des valeurs survient lors du dernier prélèvement effectué à la suite du traitement anthelminthique (figure 2). En 1997, l'aug-

mentation des concentrations après la mise à l'herbe est beaucoup plus progressive qu'en 1996 et le maximum n'est atteint qu'en début d'automne 1997.

Comme pour les concentrations de pepsinogène, l'évolution des taux de phosphate inorganique diffère entre les deux années. En 1996, la baisse des taux, due à la présence de vers et aux lésions intestinales, est faible en mai et en juin. Par contre, une chute extrêmement importante des concentrations survient en septembre qui conduit à des valeurs moyennes réduites de moitié par comparaison au mois d'août (figure 2). Une restauration partielle de ces valeurs est ensuite constatée en octobre à la suite du traitement anthelminthique. En 1997, la chute des taux de phosphate inorganique est plus précoce qu'en 1996. Les valeurs minimales pour l'ensemble de la saison d'herbe sont en effet mesurées en mai puis les concentrations retrouvent leur niveau initial à la fin de l'été et jusqu'en fin de saison d'herbe.

Discussion

Par rapport aux données épidémiologiques antérieures, la cinétique des infestations observées au Pradel paraît particulière à double titre :

- d'une part, en raison du niveau très bas d'excrétion en fin de printemps alors qu'il s'agit d'une période classiquement décrite comme favorable à l'évolution des larves sur les prairies et à la contamination des animaux. Des enquêtes précédentes en région méditerranéenne sur le parasitisme des petits ruminants avaient d'ailleurs clairement établi l'existence de deux pics en cours d'année, au printemps et à l'automne (Brunet 1981, Mounport *et al* 1990) ;

- d'autre part, à cause de la véritable explosion constatée en automne, en 1996 comme en 1997. Les résultats de 1996, fondés sur la seule mesure de l'excrétion fécale des œufs, ont conduit à envisager l'hypothèse d'un possible enkystement des larves pendant l'été, dans les muqueuses stomacales ou intesti-

Deux genres de nématodes représentent 90 % de l'infestation. Leur importance respective varie au cours de la saison de pâturage.

nales. De tels phénomènes de diapause estivale, qui permettent aux parasites d'échapper aux rigueurs de la saison sèche, ont été décrits pour diverses espèces de trichostrongles en pays tropicaux (Gibbs 1986). Cependant, les données des bilans parasitaires (et particulièrement le faible nombre de vers collectés après digestion pepsique) et des résultats d'analyses d'herbe effectuées l'année suivante ont montré que le pic automnal de parasitisme au Pradel est surtout à associer à une forte contamination des prairies. Celle-ci paraît liée d'une part à des conditions climatologiques favorables au développement rapide des formes infestantes ; d'autre part, à un mode particulier d'exploitation du pâturage pratiqué dans le Sud Est : la soupade. Cette pratique consiste à utiliser simultanément au cours de la même journée des parcelles de graminées et de légumineuses. Au Pradel, cette modalité a été appliquée afin d'équilibrer la ration des animaux et de maintenir leur production, mais elle a abouti à une contamination de toutes les parcelles et elle précède chronologiquement les pics de parasitisme en 1996 et en 1997. Si cette méthode paraît donc justifiée par des considérations nutritionnelles et agronomiques, elle semble beaucoup moins favorable du point de vue des résultats parasitologiques.

Les deux principaux parasites rencontrés au cours de l'étude (*Teladorsagia*, parasite de la caillette et *Trichostrongylus*, présent dans l'intestin grêle) sont ceux qui prédominent habituellement dans les principales régions d'élevage caprin en France. Ainsi, en Poitou-Charentes, la prévalence de chacun des deux genres dépasse 90 % et les deux espèces associées représentent plus de 90 % des vers rencontrés dans le tractus digestif (Chartier et Reche 1992, Cabaret et Gasnier 1994, Gasnier et al 1997). Des chiffres proches ont été mentionnés lors d'une étude récente dans quatre élevages de l'Ardèche et de la Drôme (Picquart 1997).

Les deux paramètres sériques mesurés, le pepsinogène et le phosphate inorganique,

reflètent respectivement l'importance des lésions des muqueuses stomacales et intestinales engendrées par les vers. Leur évolution respective en 1996 et 1997 traduit des dynamiques d'infestations différentes. En 1996, elle suggère une prédominance des nématodes à localisation abomasale, notamment *Teladorsagia*, en début de pâturage alors que le pic automnal de parasitisme serait plutôt imputable aux vers de l'intestin grêle (*Trichostrongylus*). En 1997, les évolutions des deux paramètres mesurés sont inversées : les taux de pepsinogène culminent en automne alors que les taux de phosphate chutent précocément puis retournent vers des valeurs restaurées à partir de juin, ce qui suggère que les infestations initiales ont plutôt été le fait des espèces de l'intestin, auxquelles ont succédé en automne les parasites de l'estomac.

La succession d'espèces abomasales et intestinales (et notamment des deux genres *Teladorsagia* et *Trichostrongylus*) au cours d'une même saison d'herbe a déjà été signalée chez les ovins (Hubert et al 1979, Gruner et al 1980). Les données obtenues sur plusieurs années ont montré que l'ordre de succession de ces deux parasites lors d'une saison de pâturage était relativement répétable d'une année à l'autre. En ce sens, les résultats de notre étude sont en contradiction avec les données antérieures sans pouvoir fournir d'explication à la différence observée. Les fortes variations de pluviométrie hivernale constatées entre les deux années peuvent toutefois être notées.

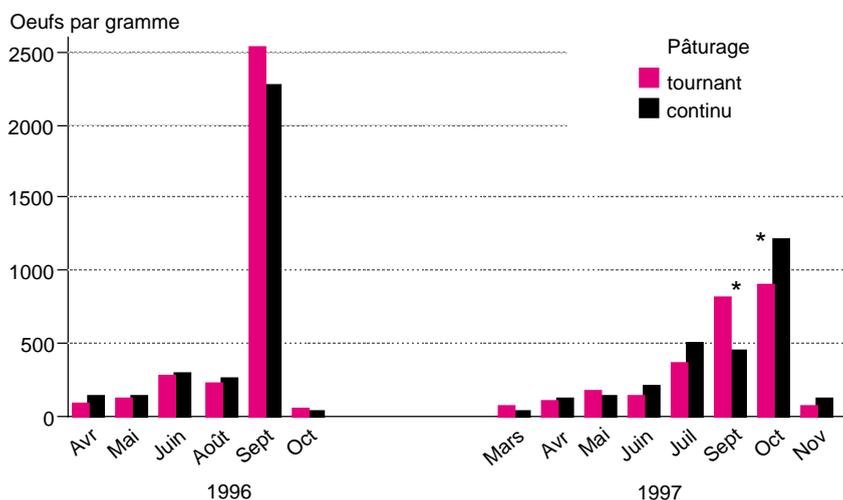
Influence du mode de pâturage

De manière générale, au cours des deux années, l'évolution du parasitisme et ses répercussions chez l'hôte ont été similaires dans les deux lots de conduite au pâturage. En 1996, aucune différence significative selon le mode de pâturage n'a été observée pour les divers paramètres mesurés. En 1997, seuls quelques écarts ont été mis en évidence de manière épisodique au cours de la saison d'herbe. Ainsi, des différences statistiquement significatives ($P < 0,05$) dans l'excrétion fécale sont notées en automne 1997 mais, de manière inverse entre les deux lots, au mois d'août et au mois de septembre ; figure 3). Au cours du mois de juin 1997, les taux de pepsinogène, quoique bas, étaient significativement plus forts chez les chèvres pâturant selon le système continu ($P < 0,01$). Enfin, pour les concentrations de phosphate inorganique, des différences significatives ont été observées en mai ($P < 0,01$) et en juillet ($P < 0,05$) qui traduisent une chute des concentrations plus prononcée chez les animaux exploitant les prairies sur un mode " tournant ".

Les analyses d'herbe effectuées en 1997 confirment les faibles différences enregistrées selon la pratique d'exploitation des prairies. Si le nombre moyen de L3/kg d'herbe paraît 4 fois plus important sur les parcelles du système "tournant" en juin, la proportion s'inverse en automne (tableau 1). De plus, ces

Le mode de pâturage, tournant ou continu, n'a pas eu d'effet marqué sur l'ampleur de l'infestation.

Figure 3. Excrétion fécale des œufs de strongles chez les chèvres pâturant en mode tournant ou continu. * $P < 0,05$



chiffres moyens recouvrent une extrême hétérogénéité entre parcelles au sein de chaque système d'exploitation. Aucune différence n'a été retrouvée dans la composition faunistique en fonction du mode de pâturage.

Discussion

En élevage ovin et bovin, en conditions tropicales ou tempérées, de nombreuses recommandations ont été émises pour une maîtrise du parasitisme s'appuyant non seulement sur l'utilisation des anthelminthiques, mais aussi sur une exploitation raisonnée du pâturage (Donald 1994, Barger 1997). Ces conseils reposent sur les résultats de nombreux essais qui ont examiné les conséquences sur la dynamique parasitaire du mode de pâturage, par exemple le pâturage alterné entre ovins et bovins (Bairden *et al* 1995), les modalités de rotation sur les parcelles (Eysker *et al* 1993) ou le niveau de chargement des prairies (Saul 1996). Ces travaux ont aussi montré la nécessité d'évaluer les conséquences parasitologiques et zootechniques sur une durée suffisante (plusieurs années) pour avoir suffisamment de recul pour interpréter les résultats (Bairden *et al* 1995, Thamsborg *et al* 1996).

Les résultats de ces études chez les ovins et les bovins sont difficiles à transférer aux caprins en raison de leurs particularités en termes de comportement alimentaire, d'exploitation des pâturages et surtout de réponse au parasitisme (Hoste et Chartier 1998b). En dépit du manque d'informations, les études sur les relations entre mode d'exploitation du pâturage et infestations parasitaires demeurent rares en élevage caprin, tout particulièrement chez les chèvres laitières (Robertson *et al* 1996). Quelques données obtenues en milieu tropical ont montré un avantage certain d'une rotation rapide sur les parcelles (Aumont et Gruner 1989, Barger *et al* 1994), lié à une survie réduite des larves infestantes dans le milieu extérieur en raison des conditions climatiques. Il est donc difficile d'extrapoler ces résultats aux élevages de milieu tempéré où la persistance des larves sur les prairies est beaucoup plus longue.

Les résultats obtenus indiquent que l'utilisation du pâturage selon un mode continu ou tournant en première partie de saison d'herbe n'a que peu de conséquences sur le parasitisme et son impact chez l'hôte. Le choix d'un système tournant ou continu est donc beaucoup plus à raisonner en fonction d'avantages possibles en terme de production, de gestion des stocks fourragers et de quantité de travail nécessaire (Van Quackebeké *et al* 1997) que dans la perspective d'une gestion du parasitisme. Cependant, ces résultats correspondent d'abord aux conditions spécifiques du Pradel et ne sont pas obligatoirement généralisables et transposables à d'autres localisations géographiques ou d'autres environnements.

L'absence de différence entre modes de pâturage peut paraître surprenante compte tenu des différences importantes en chargement instantané qu'ils imposent. En effet, il est généralement admis en élevage ovin et

bovin qu'une diminution du chargement à l'hectare est plutôt favorable au contrôle du parasitisme puisque cette pratique conduit à réduire la contamination des parcelles. Cependant, la relation entre le nombre d'animaux / ha et l'importance du parasitisme n'est pas linéaire. Par ailleurs, dans le cadre de notre essai, le chargement plus important associé au système tournant pourrait être en partie compensé par un temps de repos des parcelles plus long, des études récentes ayant montré que la qualité des parcelles exploitées doit aussi être prise en compte (Saul 1996).

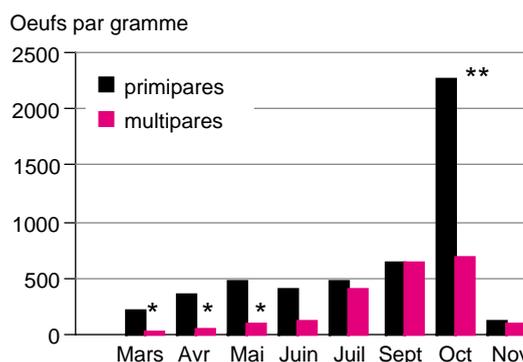
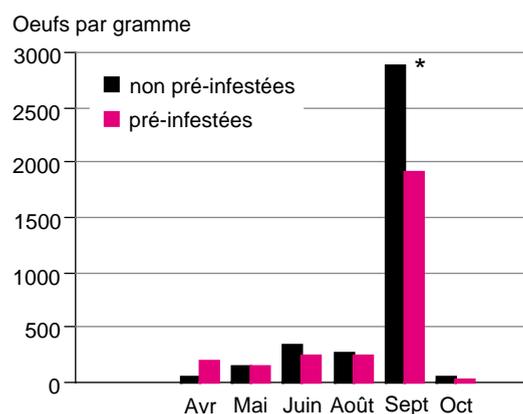
Influence des facteurs liés à l'hôte

Effet d'une infestation préalable

Le contact préalable avec les vers n'a conduit à aucune différence significative d'excrétion d'œufs de parasites au cours du printemps et de l'été 1996 (figure 4). En revanche, lors du pic de parasitisme en septembre, une différence importante existe chez les chèvres ayant été précédemment infestées, et se traduit par une réduction d'excrétion de plus de 30 % ($P < 0,05$).

Cette différence d'excrétion se reflète de manière inégale dans les paramètres physiopathologiques. Aucune différence significative n'est notée pour le pepsinogène alors que les valeurs sériques de phosphore inorga-

Figure 4. Excrétion fécale des œufs de trichostrongles par les chèvres ayant été ou non préalablement infestées au cours de l'année précédente (données 1996) et selon leur parité (données 1997). * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$



L'infestation suit la même évolution, que les chèvres aient ou non pâturé l'année précédente, mais les pics de parasitisme sont plus prononcés pour un premier pâturage.

nique mesurées en septembre sont inférieures ($P < 0,01$) chez les chèvres qui pâturaient pour la première fois.

Effet de la parité

L'écart entre primipares et multipares mesuré lors de la seconde année du suivi est présent dès la mise à l'herbe et persiste pendant tout le printemps (figure 4). L'excrétion moyenne d'œufs est comprise entre 225 et 465 opg chez les primipares alors qu'elle varie entre 17 et 118 opg chez les multipares. La différence s'estompe en juin et en juillet, mais, au pic d'excrétion automnal, les valeurs trouvées chez les primipares sont trois fois plus élevées que chez les multipares ($P < 0,01$).

Si les concentrations de phosphate inorganique sont similaires chez les primipares et les multipares, les taux de pepsinogène sanguin sont, de manière répétée, plus élevés chez les primipares, en particulier en été (juillet : $P < 0,05$; août : $P < 0,07$).

Influence du niveau de production de lait

En 1996 comme en 1997, l'excrétion fécale des œufs de parasites est plus importante chez les chèvres fortes productrices que chez les faibles productrices (figure 5). L'écart est essentiellement marqué en début d'automne, au moment des pics d'excrétion. Ainsi, par rapport aux faibles productrices, les fortes productrices excrètent + 68 % d'œufs en septembre 1996 ($P < 0,05$) et + 77 %, + 38 % ($P < 0,05$) et + 120 % ($P < 0,01$) en juillet, septembre et octobre 1997.

Ces écarts sont aussi retrouvés pour les paramètres physiopathologiques (figure 5). Au cours des deux saisons de pâturage, les taux de phosphate sériques ont généralement été inférieurs chez les fortes productrices, de manière significative en septembre 1996, juin et septembre 1997 ($P < 0,05$). De même, des taux plus élevés de pepsinogène sérique ont été notés au cours des deux années, chez les chèvres à fort potentiel laitier, avec des différences significatives en période estivale (juin 1996 : $P < 0,05$; juillet 1997 : $P < 0,05$).

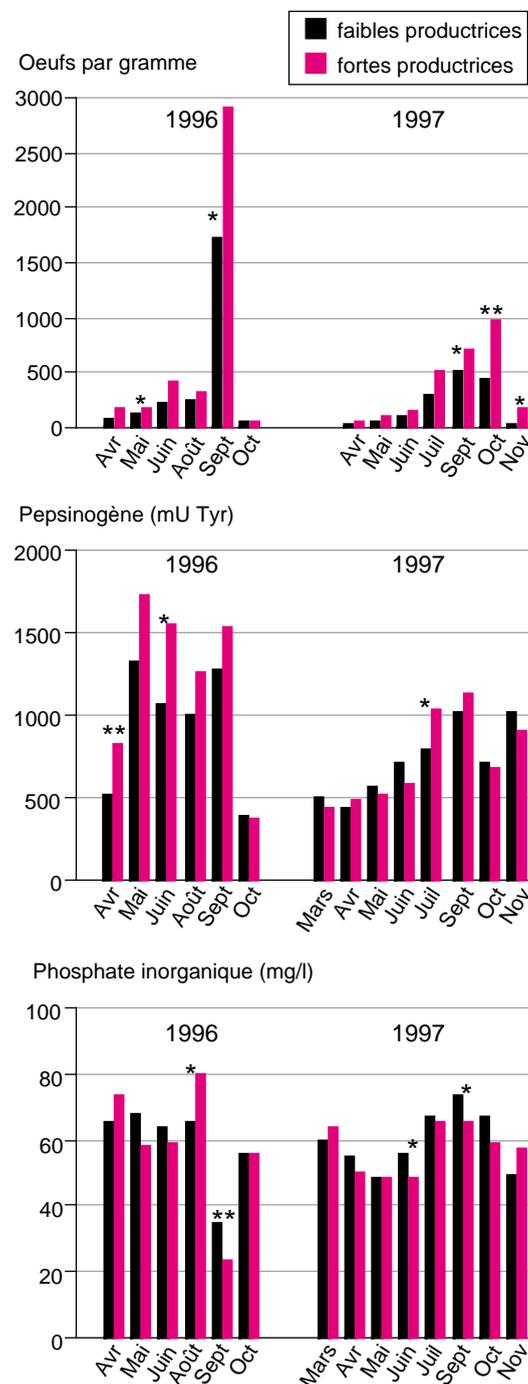
Discussion

Les deux premiers facteurs considérés, s'ils ne sont pas strictement équivalents, présentent une relative communauté puisque les jeunes animaux partagent la particularité de ne pas avoir utilisé le pâturage l'année précédente.

Les résultats de 1996 soulignent deux points. D'une part, l'évolution du parasitisme est globalement la même chez les chèvres ayant ou non pâturé l'année précédente, comme l'indiquent les paramètres parasitologiques et physiopathologiques. En particulier, le pic d'infestation de septembre est présent, que les animaux aient été ou non préalablement en contact avec les vers.

D'autre part, lors de ces pics de parasitisme, les différences significatives dans l'excrétion fécale et les taux de phosphate inorga-

Figure 5. Excrétion fécale d'œufs de strongles et concentrations sériques de pepsinogène et de phosphate inorganique chez les chèvres selon le niveau de production de lait en 1996 et 1997. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$



nique suggèrent une meilleure résistance doublée d'une meilleure résilience (aptitude à maintenir la production en étant parasitées) chez les chèvres ayant déjà été infestées par les nématodes.

La comparaison entre primipares et multipares en 1997 corrobore en grande partie les conclusions précédentes. En effet, les différences répétées d'excrétion fécale trouvées au cours de la saison de pâturage chez les jeunes, traduisent une plus forte contamination et aboutissent en automne à des niveaux

L'infestation et son incidence sont plus marquées chez les chèvres ayant le niveau de production le plus élevé.

d'excrétion d'oeufs trois fois plus élevés que chez les chèvres adultes. Cependant, chez ces dernières, il faut aussi relever que, comme chez les jeunes, les valeurs coproscopiques augmentent au fur et à mesure de la saison d'herbe.

Les données sur les relations entre l'âge et l'acquisition d'une réponse immunitaire face au parasitisme chez les caprins sont moins nombreuses et plus contradictoires que chez les moutons. Une enquête épidémiologique en Nouvelle-Zélande sur des chèvres Saanen a montré une excrétion fécale plus forte chez les primipares (Morris *et al* 1997). Chez des chèvres Cachemire productrices de fibres, une réduction notable d'excrétion des oeufs de strongles a aussi été décrites chez des chèvres adultes par rapport à celles d'un an (Huntley *et al* 1995). Cependant, lors d'une étude chez des chèvres laitières, Richard *et al* (1990) ont observé les plus fortes excrétions chez les chèvres les plus âgées du troupeau.

Les chèvres adultes pourraient donc être capables de développer une réponse vis-à-vis des infestations ultérieures par les trichostrongles à la suite d'un premier contact avec les vers. Cependant, par comparaison aux moutons, cette réponse serait peu efficace et ne limiterait que très partiellement l'installation des vers et leur fertilité.

Les résultats de notre étude confortent l'idée générale que les caprins sont moins aptes que les ovins à développer une réponse immunitaire face aux infestations par les trichostrongles y compris à l'âge adulte (Hoste et Chartier 1998b). Ainsi, lors de pâturage commun, une réduction majeure du nombre d'oeufs émis a été constatée au cours de la saison d'herbe chez les ovins alors que l'ingestion répétée des larves se traduisait plutôt par un effet cumulatif chez les chèvres (Le Jambre et Royal 1976, Brunson 1986). Ces résultats acquis au pâturage ont aussi été largement confirmés lors d'infestations expérimentales par diverses espèces de trichostrongles.

Plusieurs raisons ont été invoquées pour expliquer la plus grande sensibilité des chèvres aux infestations par les trichostrongles par comparaison aux moutons. La différence de réponse entre les deux espèces pourrait s'expliquer par la durée de la lactation. Chez la brebis, la mise bas et l'entrée en lactation s'accompagnent d'un relâchement de l'immunité qui conduit à une remontée passagère des excréments fécaux (décrit comme le phénomène de "periparturient rise"). La lactation prolongée chez les chèvres et les modifications hormonales associées pourraient être à l'origine de la moins bonne résistance de l'espèce caprine. La comparaison entre chèvres de niveaux de production différents tend aussi à corroborer cette hypothèse. Cependant, toujours par comparaison aux ovins, une mauvaise résistance a aussi été constatée chez des chèvres Angora hors lactation (Le Jambre et Royal 1976, Le Jambre 1984).

Une réceptivité accrue aux infestations par les strongles gastro-intestinaux doublée de conséquences pathologiques plus sévères ont

été précédemment observées lors d'infestations expérimentales chez les chèvres exprimant le plus fort potentiel de production laitière (Hoste et Chartier 1993, Chartier et Hoste 1997). Ce résultat s'est vu indirectement confirmé en élevage puisque la réponse à un traitement anthelminthique s'est avérée plus bénéfique en terme de quantité de lait excrété chez les meilleures productrices du troupeau (Chartier et Hoste 1994).

Les résultats du Pradel, acquis en conditions d'élevage, confirment cette moindre résistance des meilleurs animaux du troupeau face aux infestations par les trichostrongles. Cette conclusion s'appuie d'abord sur les données d'excrétion fécale collectées pendant les deux ans. Le phénomène paraît particulièrement net aux périodes de risque parasitaire maximal. Cette plus forte réceptivité aux parasites s'accompagne aussi d'une plus grande sensibilité à leurs effets comme le montre l'analyse des paramètres physiopathologiques. De plus, aux pics de parasitisme, la baisse de production de lait est plus marquée chez les chèvres à fort niveau de production.

Les données collectées jusqu'à présent en élevage caprin laitier ne permettent pas de préciser si les différences observées selon le niveau de production sont d'origine génétique. Ces différences pourraient en effet résulter indirectement de la sélection opérée sur des critères de production. Une telle relation entre l'amélioration des caractères de production par la sélection génétique et une moindre résistance au parasitisme par les vers du tractus digestif a été suspectée chez des moutons Romney en Nouvelle-Zélande où il a été établi que des lignées sélectionnées pour le poids et la qualité de leur toison étaient généralement plus parasitées (Howse *et al* 1992, Mc Ewan *et al* 1992). Cependant, des travaux plus récents chez les ovins et les caprins ont à l'inverse établi des corrélations génétiques négatives entre les niveaux d'excrétion parasitaire et les paramètres de production (croissance des agneaux : Bouix *et al* 1998, sécrétion lactée : Morris *et al* 1997).

Les écarts observés selon le niveau de production pourraient également être d'origine phénotypique. Le stress physiologique et nutritionnel représenté par la sécrétion lactée interviendrait alors dans la plus faible aptitude des animaux à limiter le parasitisme et ses effets néfastes. Chez le mouton, des arguments similaires ont été invoqués pour expliquer que l'absence de résistance aux infestations parasitaires est essentiellement observée pendant la période de croissance des agneaux puis disparaît (Coop et Holmes 1996). Dans le cadre de cette hypothèse phénotypique, l'amélioration quantitative et/ou qualitative de la ration serait alors une des solutions à envisager pour aider l'animal à supporter les infestations tout en maintenant sa production.

En terme de risque parasitaire, nos résultats conduisent à identifier au sein du troupeau deux catégories d'animaux dont le rôle contaminateur est souligné : les jeunes chèvres et les meilleures productrices. Une estimation

quantitative montre ainsi que ces deux catégories, qui représentent moins de 40 % de l'effectif du troupeau, contribuent pour 42 à 80 % à l'excrétion totale d'oeufs par le troupeau selon le mois de l'année. Si ces résultats étaient confirmés, ils pourraient fournir la base rationnelle à l'élaboration de nouveaux plans de prophylaxie fondés sur une utilisation plus ciblée des traitements.

Conséquences sur la production de lait

Les données concernant les répercussions du parasitisme par les strongles gastro-intestinaux sur la production chez les chèvres laitières sont encore peu nombreuses. Elles ont été essentiellement acquises en conditions contrôlées lors d'études où les animaux recevaient expérimentalement des doses connues de larves infestantes (Hoste et Chartier 1993 et 1998a). Les informations issues d'observations sur le terrain sont moins nombreuses et ne sont que le reflet indirect des effets du parasitisme puisqu'elles sont généralement déduites des gains de production suivant l'administration d'anthelminthiques (Farizy 1970, Chartier et Hoste 1994).

La mise en relation des variations de production laitière avec les paramètres évaluant le parasitisme au pâturage s'avère difficile en raison des nombreux facteurs, notamment alimentaires, pouvant interagir (Picquart 1997). Cette difficulté se retrouve dans notre étude puisque les courbes de lactation moyennes du troupeau pour l'ensemble des deux années ne montrent pas de variations importantes qui puissent être clairement associées aux épisodes parasitaires. De plus, la comparaison des courbes de production de lait dans les deux lots tournant et continu, ne montre aucune différence au cours des deux années (figure 6).

Certains éléments permettant d'évaluer, en conditions d'élevage, les pertes de production laitière engendrées par des infestations par

les strongles peuvent cependant être dégagés de notre étude à condition de se focaliser sur les périodes d'infestation maximale (début d'automne en 1996 et en 1997) et de comparer la réponse en lait des chèvres classées *a posteriori* selon leur niveau d'excrétion d'oeufs de strongles, ceci afin de pallier l'absence de véritables lots témoins (Cabaret *et al* 1998). Ainsi, 24 chèvres multipares ont été identifiées par catégorie (forte ou faible excrétion d'oeufs) en 1996 et en 1997. En 1996, les quantités de lait produites diminuent progressivement et modérément chez les animaux à faible excrétion parasitaire (- 0,5 l/j d'écart entre le 28 août et le 2 octobre), alors que chez les animaux à forte excrétion parasitaire, la chute est plus prononcée et aboutit à une perte de plus d'1 l/j sur la même période. Des différences significatives entre ces deux lots d'animaux ont par ailleurs été relevées de manière répétée à la fin du mois de septembre (figure 7).

La même comparaison est d'interprétation plus délicate en 1997, en raison d'une différence initiale de production. Cependant, de la mi-septembre à la mi-octobre, les chutes de lait sont également plus prononcées chez les chèvres à forte excrétion d'oeufs (1,5 l/j) que chez les moins parasitées (moins de 1 l/j).

Un autre élément d'estimation quantitative des pertes de lait induites par la présence des vers est fourni par les réponses comparées aux traitements anthelminthiques. En 1996, l'augmentation des niveaux de production observée à la mi-octobre est consécutive au traitement appliqué à l'ensemble du troupeau au début de mois. Alors que la production remonte seulement de 0,1 l/j chez les chèvres peu parasitées, elle avoisine 0,5 l/j chez les plus infestées. De même, en 1997, la réponse au traitement est plus nette chez les animaux les plus parasités : début septembre, le gain de production est de 0,5 l/j chez les chèvres à fort niveau d'excrétion alors qu'il est presque nul chez les chèvres les moins parasitées.

La baisse de production plus prononcée (d'environ 0,5 l/j) chez les chèvres les plus

La production de lait diminue plus chez les chèvres les plus infestées, notamment au moment des pics de parasitisme.

Figure 6. Evolution moyenne de la production de lait chez les chèvres pâturant en mode tournant ou continu.

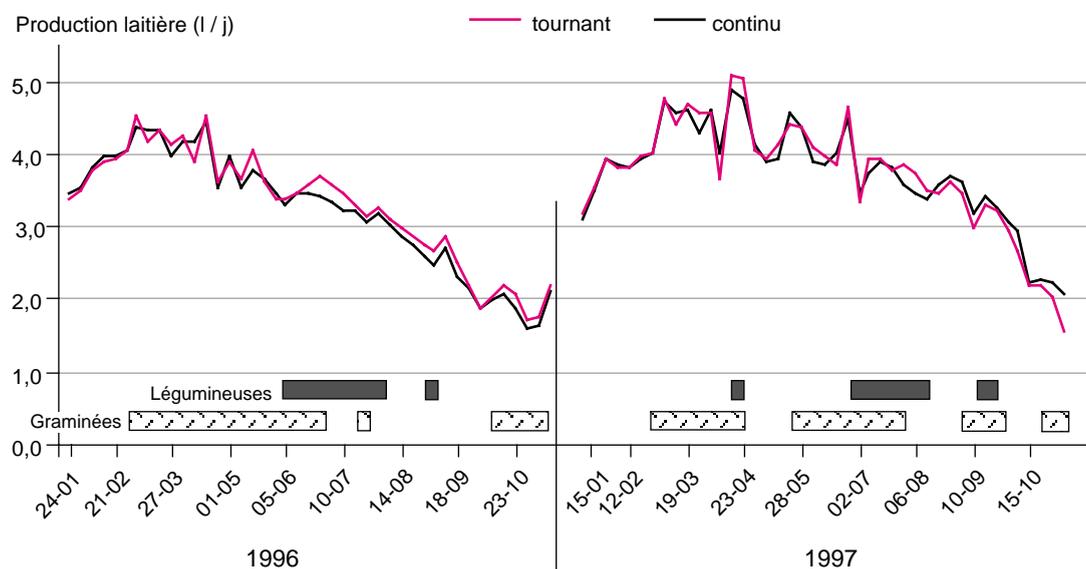


Figure 7. Evolution moyenne de la production de lait en fin d'été/début d'automne 1996 et 1997 (pics de parasitisme) chez les chèvres présentant les plus forts et les plus faibles niveaux d'excrétion fécale d'œufs de strongles.



parasitées par rapport à celles peu infestées est à rapprocher des écarts constatés lors d'infestations expérimentales. Des écarts de baisse de production avoisinant 0,5 à 0,8 l/j avaient été détectés entre les chèvres forte et faible productrices (Hoste et Chartier 1993) en relation avec le niveau d'excrétion parasitaire.

Conclusion

Si notre étude n'a pas permis de dégager d'avantage net du mode de pâturage vis-à-vis du parasitisme par les trichostrongles du tube digestif, elle a conduit à repérer au sein du troupeau deux catégories de chèvres plus réceptives aux parasites et plus sensibles aux conséquences pathologiques associées. Ces chèvres jouent aussi un rôle particulier dans l'épidémiologie des trichostrongyloses puisqu'ils représentent une source particulièrement importante de contamination du milieu extérieur. Ces résultats doivent être confirmés. Si tel était le cas, l'identification de ces chèvres présentant un risque parasitaire élevé pourrait fournir la base à une application ciblée des anthelminthiques. Cette nouvelle conception dans l'administration de ces traitements offrirait l'avantage de réduire la pression de sélection sur les populations de vers et permettrait en conséquence de limiter le développement des résistances aux anthelminthiques chez ces nématodes, phénomène particulièrement préoccupant chez les caprins.

Remerciements

Ce travail a reçu le soutien financier d'une part de la Commission Européenne (DG VI projet FAIR3 CT96-1485) et s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre la Grande-Bretagne, l'Espagne, la Grèce et la France ; d'autre part du Pôle d'Expérimentation et de Progrès Caprin de la région Rhône-Alpes. Nous tenons à remercier également M. J. Cortet pour son aide technique dans l'identification et le dénombrement des larves infestantes à partir des prélèvements d'herbe.

Références

- Aumont G., Gruner L., 1989. Population evolution of the free living stage of goat gastrointestinal nematodes on herbage under tropical conditions in Guadeloupe (French West Indies). *Int. J. Parasitol.*, 19, 539-546.
- Bairden K., Armour J., Duncan J., 1995. A 4-year study on the effectiveness of alternate grazing of cattle and sheep in the control of bovine parasitic gastro enteritis. *Vet. Parasitol.*, 60, 119-132.
- Barger I.A., 1997. Control by management. *Vet. Parasitol.*, 72, 493-500.
- Barger I.A., Siale K., Banks D.J.D., Le Jambre L.F., 1994. Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment. *Vet. Parasitol.*, 53, 109-116.
- Bouix J., Krupinski J., Rzepecki R., Nowosad B., Skrzyzala I., Roborzynski M., Fudalewicz-Niemczyk W., Skalska M., Malczewski A., Gruner L., 1998. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long wool sheep. *Int. J. Parasitol.*, 28, 1797-1804.
- Brunet J., 1980. Etude du parasitisme ovin et caprin dans un département du Sud-Est. Proposition pour une méthodologie d'avertissement. In : *Milieu, pathologie et prévention chez les ruminants*. INRA, Paris.
- Brunet J., 1981. Le parasitisme des caprins dans l'Ardèche (1977-1978-1979). *Bull. GTV*, 3, 58-66.
- Brunsdon R.V., 1986. Host parasite interactions in nematode infections of sheep and goats when grazed together. *NZ. J. Zool.*, 13, 413.

- Cabaret J., Gasnier N., 1994. Farm history and breeding management influences on the intensity and specific diversity of nematode infection of dairy goats. *Vet. Parasitol.*, 53, 219-232.
- Cabaret J., Anjorand N., Leclerc C., 1989. Parasitic risk factors on pastures of French dairy goat farms. *Small Rum. Res.*, 2, 69-78.
- Cabaret J., Gasnier N., Jacquet P., 1998. Faecal egg counts are representative of digestive-tract strongyle worm burdens in sheep and goats. *Parasite*, 5, 137-142.
- Chartier C., Hoste H., 1994. Effect of anthelmintic treatments against digestive nematodes on milk production in dairy goats: comparison between high- and low-producing animals. *Vet. Res.*, 25, 450-457.
- Chartier C., Hoste H., 1997. Response to challenge infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in dairy goats. Differences between high and low producers. *Vet. Parasitol.*, 73, 267-276.
- Chartier C., Reche B., 1992. Gastrointestinal helminths and lungworms of French dairy goats: prevalence and geographical distribution in Poitou-Charentes. *Vet. Res. Comm.*, 16, 327-335.
- Chartier C., 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.
- Coop R.L., Holmes P.H., 1996. Nutrition and parasite interactions. *Int. J. Parasitol.*, 26, 951-962.
- Donald A.D., 1994. Parasites, animal production and sustainable development. *Vet. Parasitol.*, 54, 27-47.
- Eysker M., Boersema J.H., Kooyman F.N.J., De Leeuw W.A., Saatkamp H.W., 1993. The effect of rotational grazing for periods of one or two weeks on the build up of lungworm and gastrointestinal nematode infections in calves. *Vet. Q.*, 15, 20-24.
- Farizy P., 1970. Intérêt d'un traitement anthelminthique au thiabendazole chez la chèvre en lactation. *Rec. Med. Vet.*, 146, 258-260.
- Gasnier N., Cabaret J., Chartier C., Reche B., 1997. Species diversity in gastrointestinal nematode communities of dairy goats: species area and species climate relationships. *Vet. Res.*, 28, 55-64.
- Gibbs H.A., 1986. Hypobiosis in parasitic nematodes - an update. *Adv. Parasitol.*, 25, 129-174.
- Gruner L., Raynaud J.P., 1980. Technique allégée de prélèvements d'herbe et de numération pour juger de l'infestation des pâturages de bovins par les larves de nématodes parasites. *Rev. Med. Vet.*, 7, 521-529.
- Gruner L., Mauleon H., Hubert J., Sauve C., 1980. A study of gastrointestinal strongylosis in a sheep flock on permanent pasture: II population dynamics of parasites on the pasture in 1977 and an epidemiological interpretation. *Ann. Rech. Vet.*, 11, 133-140.
- 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., 1998a. Response to challenge infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in dairy goats. Consequences on milk production. *Vet. Parasitol.*, 74, 43-54.
- Hoste H., Chartier C., 1998b. Résistance des chèvres aux strongyloses gastro-intestinales : différences avec les moutons. *Le Point Vétérinaire*, 29, 161-166.
- Howse S.W., Blair H.T., Garrick D.J., Pomroy W.E., 1992. A comparison of internal parasitism in fleeceweight-selected and control Romney sheep. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.*, 52, 57-60.
- Hubert J., Kerboeuf D., Gruner L., 1979. Study of gastrointestinal strongylosis in a sheep flock on permanent pasture: sheep parasitism in 1977. *Ann. Rech. Vet.*, 10, 503-518.
- Huntley J.F., Patterson D.M., Mckellar A., Jackson F., Stevenson L.M., Coop R.L., 1995. A comparison of the mast cell and eosinophil responses of sheep and goats to gastrointestinal nematode infections. *Res. Vet. Sci.*, 58, 5-10.
- Kerboeuf D., 1975. Le dosage du pepsinogène sanguin. *Pfizer Actualités*, 65, 9-16.
- Le Jambre L.F., 1984. Stocking rate effects on the worm burdens of Angora goats and Merino sheep. *Aust. Vet. J.*, 61, 280-282.
- Le Jambre L.F., Royal W.M., 1976. A comparison of worm burdens in grazing Merino sheep and Angora goats. *Aust. Vet. J.*, 52, 181-183.
- McEwan J.C., Mason P., Baker R.L., Clarke J.N., Hickey S.M., Turner K., 1992. Effect of selection for productive traits on internal parasite resistance in sheep. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.*, 52, 53-56.
- Morris C.A., Wheeler M., Hosking B.C., Watson T.G., Hurford A.P., Foote B.J., Foote J.F., 1997. Genetic parameters for milk yield and faecal nematode egg count in Saanen does. *NZ. J. Agric. Res.*, 40, 523-528.
- Mounport D., Gruner L., Reboul G., 1990. Dynamique de l'infestation par des strongles gastrointestinaux de garigues pâturées par des ovins en région méditerranéenne. *Ann. Rech. Vet.*, 21, 251-258.
- Picquart H., 1997. Contribution à l'étude des relations entre l'infestation parasitaire, l'alimentation et la production de lait des caprins en région Rhône-Alpes. Thèse Vétérinaire, Lyon.
- Pomroy W.E., Lambert M.G., Betteridge K., 1986. Comparison of faecal strongylate egg counts of goats and sheep on the same pasture. *NZ. Vet. J.*, 34, 36-37.
- Richard S., Cabaret J., Cabourg C., 1990. Genetic and environmental factors associated with nematode infection of dairy goats in North Western France. *Vet. Parasitol.*, 36, 237-243.
- Robertson J.A., Ritar A.J., Evans G., 1996. Grazing and anthelmintic treatments to increase growth of Cashmere and Angora weaner goats. *Aust. Vet. J.*, 74, 246-248.
- Robinson R., Roughan M.E., Wagstaff D.F., 1971. Measuring inorganic phosphate without using a reducing agent. *Ann. Clin. Biochem.*, 8, 168-170.
- Saul G.R., 1996. Effects of two pasture systems on faecal nematode egg counts in breeding ewes. *Aust. Vet. J.*, 74, 154-155.

Thamsborg S.M., Jorgensen R.J., Waller P.J., Nansen P., 1996. The influence of stocking rate on gastrointestinal nematode infections of sheep over a 2-year grazing period. *Vet. Parasitol.*, 67, 207-224.

Van Quackebeke E., Lefrileux Y., Pommaret A., 1997. Comparaison de deux modes d'exploitation des prairies à base de graminées au printemps par les chèvres laitières. *Renc. Rech. Rumin.*, 4, 154.

Abstract

Gastrointestinal strongylosis in a dairy goat flock in south-eastern France.

Parasitological and pathophysiological measurements were performed monthly in a flock of 120 grazing dairy goats surveyed for 2 years in the south-east of France. The study provided additional information on the epidemiology of trichostrongylosis of the digestive tract in dairy goats. It was also aimed at assessing the role of various factors on the level of nematode infections and their consequences on milk production. The parasite infection was not influenced by the mode of pasture grazing (rotational vs continuous). In contrast, several host factors were identified which modulate the development of parasitism. In the first grazing season, goats, and particularly those in first lactation, excre-

ted more nematode eggs and hence contributed largely to pasture contamination. In addition, the goats within the flock with the highest level of milk production were more severely infected. They were also more susceptible to the impact of parasitism on milk yield. The relevancy of the identification of these animals within a flock as a major epidemiological risk for nematode infection is discussed in relation with a possible targeted application of anthelmintic treatments.

HOSTE H., LE FRILEUX Y., POMMARET A., GRUNER L., VAN QUACKEBEKE E., KOCH C., 1999. Importance du parasitisme par des strongles gastro-intestinaux chez les chèvres laitières dans le Sud-Est de la France. *INRA Prod. Anim.*, 12, 377-389.