

PARASITISME PAR LES NEMATODES DU TUBE DIGESTIF ET UTILISATION DU PÂTURAGE : EPIDEMIOLOGIE DE L'INFESTATION DANS LES TROUPEAUX CAPRINS LAITIERS EN FRANCE*

*E. Etter*¹, *C. Chartier*¹, *H. Hoste*², *I. Pors*¹,
*Y. Lefrileux*³, *C. Broqua*⁴, *S. Vallade*² et *C. Goudeau*²

RESUME : Une enquête épidémiologique, ainsi qu'un suivi du parasitisme au cours d'une année de pâturage dans 27 élevages caprins laitiers situés dans les régions Poitou-Charentes, Centre et Rhône-Alpes ont permis de décrire les caractéristiques et le profil parasitologique des fermes. Les principaux facteurs de risque associés au parasitisme furent également déterminés. Trois groupes d'élevages ont pu être définis ayant des troupeaux très peu infestés, moyennement infestés ou très infestés, principalement en automne. Le parasitisme est associé de façon positive avec le chargement des pâtures. Ceci illustre le phénomène de dilution du parasitisme (l'accès à une surface pâturée plus importante pour un nombre d'animaux donné diminue le parasitisme). Par ailleurs, le parasitisme est associé de façon négative avec la production. Le parasitisme est également lié à la région Poitou-Charentes ; cependant, il semble que ce rapport soit dû aux pratiques d'élevage spécifiques de cette région (chargement élevé et troupeau ayant une production élevée).

SUMMARY: The aim of the study was to describe the characteristics and the parasitological pattern of 27 grazing goat farms in the Poitou-Charentes, Centre and Rhône-Alpes regions. Furthermore an approach of consequences of the breeding practices and the specificities of the farms on this parasitological risk was assessed. Three farm groups have been found: flocks with a low level of parasitism, an average level or a high level, particularly in autumn. Parasitism has a positive association with the stocking rate. This is the illustration of the dilution phenomenon (the bigger the pasture area is, the lower parasited the animals are). Parasitism is negatively related to production. There is also a link between parasitism and Poitou-Charentes region, although it may be due to the specific breeding practices of this region (high stocking rate and high production).



I - INTRODUCTION

L'élevage caprin en France est principalement situé dans trois régions : Poitou-Charentes, Centre et Rhône-Alpes. Le pâturage utilisé dans la gestion de l'alimentation, connaît actuellement un renouveau avec, d'une part, le développement des élevages « bio » et, d'autre part, la recherche d'image des

producteurs ayant une AOC (appellation d'origine contrôlée). Le principal problème du pâturage, outre sa gestion agronomique, est le parasitisme gastro-intestinal dont la maîtrise est longtemps passée par l'utilisation des anthelminthiques.

* Communication orale, Journées de l'AEEMA, 18-19 mai 2000

¹ AFSSA Niort, Laboratoire d'études et de recherches caprines, 60 rue de Pied de Fond, BP 3081, 79012 Niort Cedex France

² Unité associée INRA/ENVT, 23 Chemin des Capelles, 31076 Toulouse, France

³ PEP Caprin, Domaine du Pradel, 07170 Mirabel, France

⁴ Institut de l'élevage, Agropôle, 86550 Mignaloux-Beauvoir, France

Or les résistances des vers aux anthelminthiques sont apparues très étendues au cours des dernières années. Elles se retrouvent sur la quasi-totalité du globe y compris en France [Chartier *et al.*, 1998; Jacquiet, 1999]. La gestion actuelle de l'utilisation des anthelminthiques par les éleveurs semble favoriser l'extension de ces résistances (sous-dosage, utilisation d'une seule famille d'anthelminthiques...) [Hoste *et al.*, 2000]. Ces résistances ont des conséquences sur le risque parasitaire et influent sur les pratiques d'élevage [Jacquiet, 1999]. Plusieurs enquêtes sur le parasitisme en élevage caprin laitier ont été menées en France. Les dernières ont notamment porté sur la diversité d'espèces des nématodes parasites et les influences de l'environnement sur celle-ci [Cabaret

et Gasnier, 1994; Gasnier *et al.*, 1997]. Cependant, la dernière étude des facteurs de risque parasitaire menée dans 25 élevages caprins laitiers de Touraine au pâturage remonte à 1983 [Cabaret *et al.*, 1989]; de surcroît, les prélèvements de fèces s'étaient limités à la fin du printemps et à l'été.

Le but de notre étude était donc de décrire les profils et caractéristiques parasitologiques annuels des élevages de chèvres au pâturage, et d'identifier les pratiques d'élevage et les spécificités des fermes influant sur le risque parasitaire. Pour cela nous avons effectué un suivi du parasitisme sur une année dans 27 troupeaux représentant les trois principales régions d'élevage caprin en France.

II - MATERIELS ET METHODES

1. ENQUETE

L'étude s'est déroulée, entre mars et novembre 1998, dans 27 élevages des régions Poitou-Charentes (n=11), Centre (n=6) et Rhône-Alpes (n=10). La collecte des données concernant les caractéristiques de l'élevage et du troupeau a été réalisée au moyen d'un questionnaire. Celui-ci portait principalement sur les éléments structurels de l'élevage (animaux, surfaces utilisées, productions) et l'alimentation des animaux avec, d'une part, les fourrages et concentrés et, d'autre part, le pâturage et ses caractéristiques. Un second questionnaire portant spécifiquement sur le parasitisme et les méthodes de lutte de l'éleveur a complété notre approche. Par ailleurs, un suivi parasitologique a été effectué dans ces 27 fermes pendant la période du pâturage entre mars et novembre. Ainsi, une visite bimestrielle, avec prélèvement fécal, a permis de caractériser l'excrétion coproscopique d'œufs de strongles et de déterminer la diversité faunistique ainsi que son évolution dans chaque ferme. Les prélèvements ont été effectués sur 40 animaux choisis de façon aléatoire tout en respectant une proportion de 25 p. cent d'animaux primipares. En effet, cette distinction fut faite afin d'évaluer une éventuelle différence de réceptivité au parasitisme entre les chèvres pâturant pour leur première saison (primipares) et les autres (multipares).

2. TECHNIQUE PARASITOLOGIQUE

Les prélèvements fécaux furent analysés selon la méthode de McMaster modifiée selon Raynaud [1970], les résultats étant exprimés en œufs par gramme de fèces (OPG). L'extraction des larves selon la technique de Baermann fut effectuée suite aux coprocultures. La diagnose de genre, sur les

larves infestantes L3, permit de distinguer *Haemonchus*, *Oesophagostomum/Chabertia* et *Teladorsagia/Trichostrongylus*, selon la grille de Gevrey *et al.* [1964].

3. ANALYSE DES DONNEES

Une analyse descriptive fut réalisée sur la diversité faunistique. Pour les données d'excrétion fécale, les profils annuels de tous les élevages furent étudiés. Au sein de chacun, une comparaison des OPG entre les sous-populations précédemment décrites fut réalisée au moyen du test t de Student sur données transformées ($X = \text{Log(OPG+1)}$).

La recherche des facteurs influant sur le risque parasitaire a conduit à l'élaboration d'un fichier de données issues de l'enquête. Ce fichier, après avoir subi un codage en données binaires en fonction de la médiane de chaque variable, fut utilisé afin de mettre en évidence les liens (chi-deux) pouvant exister entre les différentes variables, de façon à éviter dans les analyses postérieures l'introduction de facteurs de confusion. En utilisant l'excrétion fécale comme variable dépendante, les odds ratio de l'ensemble des facteurs furent calculés au moyen d'une régression logistique (multivariée dans le cas de facteurs liés). En nous inspirant de Bouyer [1991(b)], nous avons retenu, pour les analyses multivariées les variables présentant une probabilité d'odds ratio inférieure ou égale à 0.4. Une régression logistique (analyse binaire descendante pas à pas du logit) fut appliquée aux données pour quantifier les liaisons observées. Une analyse factorielle des correspondances fut ensuite réalisée dans une approche synthétique en utilisant le logiciel Statitcf. L'ensemble des autres analyses furent effectuées avec le logiciel Systat.9.

III - RESULTATS

1. PARASITISME ET TRAITEMENTS

L'évolution des moyennes d'OPG sur la période étudiée permet la distinction de trois groupes d'éleveurs (figure 1). Le groupe 1 comprend environ 45 p. cent des élevages ; ils présentent des valeurs d'excrétion très basses (entre 0 et 300 OPG de fèces) et relativement stables sur l'ensemble de la période de pâturage. A l'opposé, le groupe 3, composé de 22 p. cent des élevages, présente en fin de saison de pâture (septembre, novembre) de très fortes excrétions fécales (900 à 2500 OPG), tout en ayant au départ le même niveau très bas d'excrétion pour la moitié d'entre eux. Le groupe 2, intermédiaire (33 p. cent des élevages) présente des excrétions basses à moyennes en début de saison de pâturage et des excrétions moyennes en fin de saison. La moitié d'entre eux présente un pic d'excrétion d'œufs en début d'automne, qui

disparaît en novembre. Environ 50 p. cent des élevages de Poitou-Charentes se retrouvent dans le groupe 3 et moins de 20 p. cent dans le groupe 1. Aucun élevage de la région Centre n'apparaît dans le groupe 3. Les deux tiers d'entre eux sont au contraire dans le groupe 1. Les élevages de la région Sud Est se retrouvent dans les groupes 1, 2 et 3, pour respectivement 60 p. cent, 30 p. cent et 10 p. cent d'entre eux.

La comparaison des sous-populations primipares-multipares (cf. tableau I), n'a pas permis de faire apparaître une plus grande réceptivité des animaux primipares au parasitisme. Des différences significatives inverses apparaissent même dans sept élevages sur 11 en Poitou-Charentes où les primipares montrent une plus faible excrétion fécale en début de saison de pâturage.

FIGURE 1

Evolution de l'excrétion fécale (en OPG) dans les trois groupes d'élevages

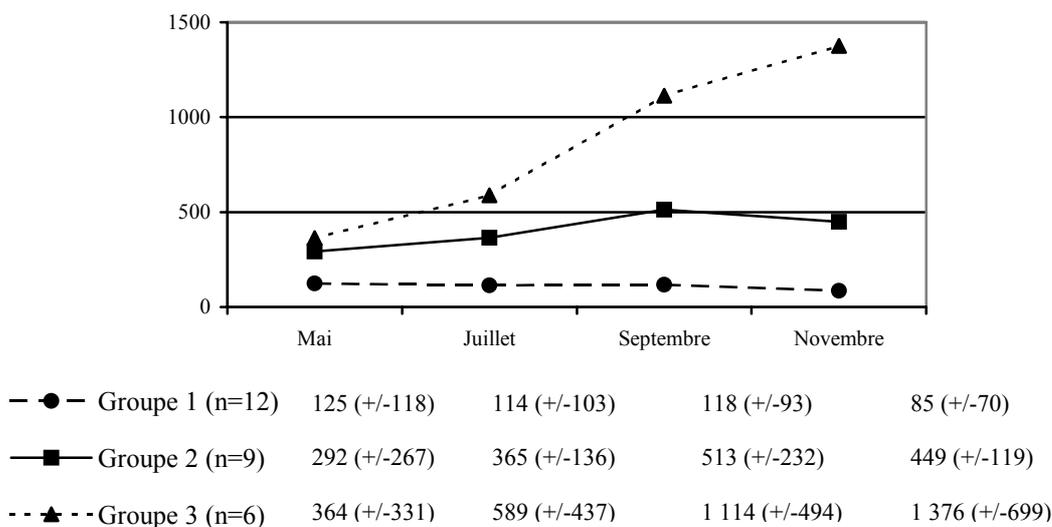


TABLEAU I

Répartition de l'excrétion fécale moyenne d'œufs de strongles exprimée en OPG entre primipares et multipares suivant les régions au cours de la période de pâturage

	Région Poitou-Charentes		Région Centre		Région Rhône-Alpes	
	Primipares	Multipares	Primipares	Multipares	Primipares	Multipares
mai-98	150+/-307	332+/-371	301+/-305	303+/-300	156+/-121	180+/-134
juil-98	430+/-440	500+/-388	239+/-208	224+/-220	260+/-231	182+/-137
sept-98	683+/-581	645+/-500	276+/-220	248+/-400	373+/-428	282+/-332
nov-98	755+/-535	740+/-485	257+/-210	234+/-330	397+/-595	245+/-271

Sur l'ensemble des trois régions enquêtées, 46 p. cent des élevages enquêtés ne présentent pas d'autres genres de strongles digestifs que *Teladorsagia* et *Trichostrongylus*. Cette prépondérance de ces deux genres (>50 p. cent) se retrouve en fait dans plus de 90 p. cent des élevages avec cependant des variations dans le pourcentage des autres genres de larves. Le genre *Haemonchus* et le genre *Oesophagostomum* sont présents dans respectivement 50 p. cent et 46 p. cent des élevages. La présence simultanée de tous ces genres est retrouvée dans 29 p. cent des élevages. Il n'y a pas de différence perceptible entre les régions. Si aucune tendance saisonnière n'est perceptible sur l'ensemble des élevages, il existe chez ceux qui hébergent plusieurs genres de parasites une tendance à la disparition de la diversité au profit des genres *Teladorsagia/Trichostrongylus* en fin de saison de pâture.

Le nombre moyen de traitements est de 2,37 par an et varie de 0 à 6. La distribution du nombre de traitements par élevage est bimodale : ainsi, 63 p. cent des éleveurs effectuent entre zéro et deux traitements par an alors que 33 p. cent traitent quatre fois et plus leur troupeau. Dans les 85 p. cent d'éleveurs traitant leurs animaux, plus de 95 p. cent utilisent des anthelminthiques de la famille des benzimidazoles. L'alternance entre deux ou trois familles d'anthelminthiques (benzimidazoles, avermectines et lévamisole ou/et pyrantel) est pratiquée par 52 p. cent des éleveurs qui traitent leurs animaux. Il n'y a pas de différence dans l'utilisation des traitements anthelminthiques entre les différentes régions enquêtées.

2. CARACTERISTIQUES DES FERMES ET VARIABLES INDEPENDANTES

A l'issue de l'enquête, 19 facteurs descriptifs du parasitisme, des élevages et de leurs pratiques ont été utilisés pour l'analyse (tableaux II et III).

Pour la réalisation du fichier de variables binaires, le facteur région (trois classes) fut divisé en deux facteurs liés selon les préconisations de Bouyer [1991(a)]. Les liaisons entre facteurs ont été recherchées pour le calcul des odds ratio (régression logistique binaire multivariée dans ces cas là, univariée pour les facteurs non liés). Ces liaisons sont avérées entre Rg3 et Rg2, entre NbFam et NbTrtmt et entre MalH et DurPat. Malgré l'absence de liaison statistique entre la production et la quantité de concentré distribué nous avons considéré ces deux facteurs liés, en nous appuyant sur la littérature [INRA, 1988].

Les relations entre le parasitisme et les éventuels facteurs de risque sont données par les odds ratio dans le tableau IV. Une association significative est

relevée entre le parasitisme et le chargement ($p < 0.05$) et entre le parasitisme et l'appartenance à la région 3 ($p < 0.1$). Ainsi le risque parasitaire apparaît 7,6 fois plus élevé lorsque le chargement dépasse 10 chèvres/ha et 8,75 fois plus élevé pour des élevages situés en région Poitou-Charentes. Même si l'association est à la limite de la signification dans notre échantillon ($p = 0,14$), le fait d'avoir une SFP inférieure à 20 ha multiplie le risque parasitaire par 3,4.

3. REGRESSION LOGISTIQUE BINAIRE DESCENDANTE PAS A PAS

La régression logistique multivariée permet l'obtention de l'équation suivante ayant un test de vraisemblance positif:

$$\text{Logit } [p(P+/ \text{ Chgmt, Rg3, Prod})] = -1.046 + 1.219 \text{ Chgmt} + 1.961 \text{ Rg3} - 1.738 \text{ Prod}$$

Où P+ correspond à un risque parasitaire positif déterminé dans le cadre de notre étude comme $\Sigma \text{ E.F.} > 1500 \text{ OPG}$ ($\Sigma \text{ E.F.}$ étant la somme des excréments fécaux moyennes de l'élevage sur les quatre prélèvements). Les autres facteurs de risque potentiel n'interviennent pas de façon significative dans l'équation et ont été éliminés lors de la régression logistique.

4. ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES (AFC)

La représentation graphique obtenue permet une analyse qualitative des données, en particulier sur les proximités des différents facteurs ou au contraire sur leur opposition.

Pour l'AFC nous avons conservé les sept facteurs pour lesquels la probabilité associée à l'odd ratio est inférieure à 0,4, auxquels nous avons ajouté délibérément la quantité de concentré distribué en raison de l'importance de ce paramètre en production laitière caprine ; les variables définissant les trois régions ont été ajoutées en variables supplémentaires.

Nous avons retenu les deux premiers axes qui contribuent respectivement à 35 et 17,5 p. cent de l'inertie totale (cf. figure 2). On retrouve l'opposition entre le parasitisme et la production déjà mise en évidence lors de la régression logistique. Cette production laitière est par ailleurs fortement associée à la durée du pâturage. Par contre, l'association du parasitisme avec le chargement est moins marquée (surtout sur l'axe 1) au profit d'une association avec le nombre de familles d'anthelminthiques utilisées (assimilable au nombre de traitements). Par ailleurs, le parasitisme s'oppose à la distribution de concentrés (bien représentée surtout sur l'axe 2).

TABLEAU II

Nomenclature et description des variables représentant le parasitisme et la conduite du pâturage

	Description	Valeur (min-max)	Codage (0 ou 1 pour une valeur resp.< ou> à)
Variables en relation avec le parasitisme			
OPG	Moyenne cumulée des excréments fécaux d'œufs de strongles relevés à quatre reprises étalées sur l'ensemble de la période de pâturage	1 501 OPG (24-5 340)	1500 OPG
NbTrtmt	Nombre de traitements anthelminthiques effectués pendant l'année	2,4 trtmt/an (0-6)	3
NbFam	Nombre de familles d'anthelminthiques utilisés pendant l'année	1,4 fam/an (0-3)	1
Variables relatives au pâturage			
MàH	Date de la mise à l'herbe	Fin mars/ début avril	Mars
DurP	Durée du pâturage sur l'année	7,6 mois (6-12)	7 mois
SPat	Surface pâturée disponible pendant la période de pâturage	11,8 ha (1,5-29,4)	10
Chgmt	Chargement moyen à l'hectare	12,6 chèvres/ha (3-50)	10
NbParcL	Nombre de parcelles au sein de la surface pâturée disponible	4,9 (1-11)	4
Conc	Quantité moyenne de concentré distribué quotidiennement pendant la période de pâturage	0,92 kg/chèvre/jour (0,4-1,6)	0,95

TABLEAU III

Nomenclature et description des variables représentant la ferme et le troupeau

Variables caractéristiques de l'élevage	Description	Valeur (min-max)	Codage (0 ou 1 pour une valeur resp.< ou> à)
Rg3	Appartenance à la région Poitou-Charentes	41 %	
Rg2	Appartenance à la région Rhône-Alpes	37 %	
Rg1	Appartenance à la région Centre	22 %	
SFP	Surface fourragère pérenne de la ferme	35,3 ha (5,2-150)	20
NbC	Nombre de chèvres dans l'élevage	103 (41-400)	120
NbC/UMO	Nombre de chèvres par unité de main d'œuvre	62 (19-182)	55
% prim	Pourcentage de primipares au sein du troupeau	24 % (8-50 %)	25
Désais	Présence d'animaux ayant une reproduction désaisonnée au sein du troupeau	26 % des éleveurs	
Produ	Moyenne de la production de lait individuelle par chèvre et par an	760L/chèvre/an (350-1 395)	800
NbMProd	Nombre de mois de production de lait sur l'année	10,8 mois (9-12)	10

TABLEAU IV

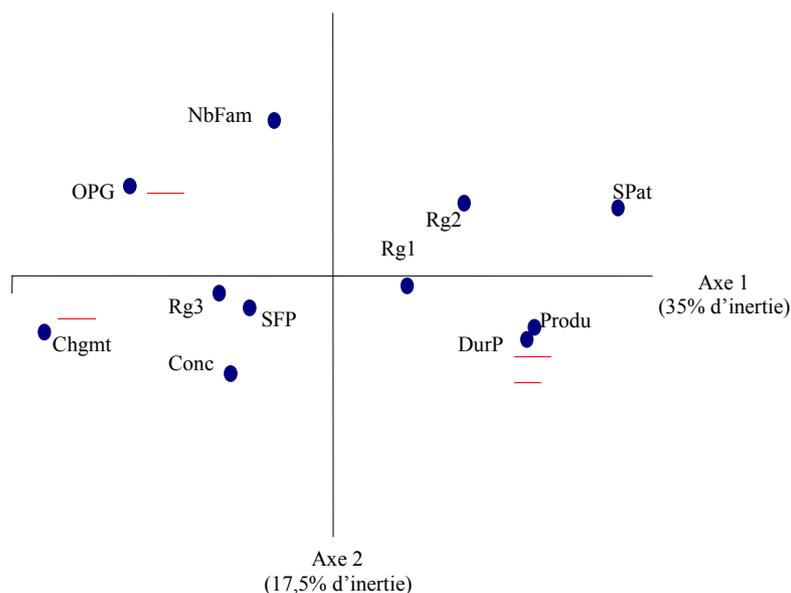
**Facteurs de risque potentiels associés au parasitisme par régression
 logistique binaire univariée (multivariée pour les facteurs liés #)**

Variable	Odds ratio	Intervalle de confiance à 95 %	Probabilité
NbTrtmt#	0,68	(0,08-5,77)	0,72
NbFam#	2,53	(0,33-19,45)	0,37
Rg3#	8,75	(0,74-103,82)	0,08*
Rg2#	2,14	(0,17-27,1)	0,56
SFP	3,43	(0,66-17,93)	0,14
NbC	1,5	(0,42-10,1)	0,68
NbC/UMO	1,75	(0,36-8,42)	0,48
% prim	0,95	(0,19-4,68)	0,95
Désais	0,49	(0,08-3,15)	0,45
Produ#	0,34	(0,07-1,88)	0,22
NbMProd	0,72	(0,15-3,43)	0,68
Type	1,2	(0,26-5,59)	0,82
MàH#	0,85	(0,13-5,74)	0,87
DurP#	0,47	(0,08-2,66)	0,39
SPat	0,38	(0,08-1,86)	0,23
Chgmt	7,58	(1,31-43,92)	0,02**
NbParcL	0,65	(0,14-3,04)	0,58
Conc#	1,5	(0,29-7,63)	0,63

* odds ratio significatif pour $p < 0,1$ **odds ratio significatif pour $p < 0,05$

FIGURE 2

Plan principal de l'analyse factorielle des correspondances



La figure permet en outre de typer certaines régions. Ainsi la région 3 (Poitou-Charentes) est associée à de grandes surfaces fourragères pérennes de la ferme (SFP) et une distribution de concentrés importante ; c'est également la région se rapprochant le plus des élevages ayant des chargements élevés. La région 2 (Rhône-Alpes) est pour sa part associée aux élevages ayant des surfaces pâturées importantes.

Sur cette AFC globale on remarque que les régions 1 (Centre) et 2 (Rhône-Alpes) sont associées et s'opposent à la région Poitou-Charentes. Par ailleurs, la régression logistique ayant mis en évidence l'association positive entre la région Poitou-Charentes et le risque parasitaire, nous avons réalisé deux AFC distinctes (données non montrées), une pour les élevages de cette région et une pour ceux des régions Centre et Rhône-Alpes.

Pour la région Poitou-Charentes, nous avons une forte liaison entre les facteurs « OPG » et « Chargement » qui s'opposent aux facteurs « Production » et « Surfaces pâturées » et, dans une moindre mesure, au facteur « Quantité de concentré distribué ». Par ailleurs, le facteur « Nombre de familles d'anthelminthiques utilisés » (assimilable à « Nombre de traitements ») s'oppose fortement à « Durée du pâturage » et de façon moins marquée à « SFP ».

Pour les régions Centre et Rhône-Alpes, les facteurs « Chargement », « Concentrés » sont associés. On note que le parasitisme, lié au nombre important de familles d'anthelminthiques utilisés, s'oppose à l'association « Production laitière »-« Surface pâturée »-« Durée du pâturage ».

IV - DISCUSSION

1. LE RISQUE PARASITAIRE ET SA LOCALISATION TEMPORELLE ET SPATIALE

Les niveaux d'excrétion rencontrés au cours de notre enquête, révèlent qu'outre le fait que 100 p. cent des élevages sont parasités, le parasitisme est assez élevé en comparaison avec les résultats de Cabaret *et al.* [1989] qui trouvent une moyenne de 129 OPG (2-635). Sur l'ensemble des élevages enquêtés durant ce travail, la moyenne des excréments fécaux d'œufs par prélèvement est de 375 OPG (6-1335).

La courbe des excréments fécaux d'œufs de strongles gastro-intestinaux montre que le parasitisme est présent durant toute la période de pâturage. La majorité des élevages présente une augmentation de l'excrétion en automne, cette augmentation étant plus ou moins freinée suivant les cas. Ces résultats sont à rapprocher de ceux de Chartier *et al.* [1995] obtenus dans sept fermes caprines de Poitou-Charentes et dans lesquelles une nette élévation coproscopique était mise en évidence pour cinq exploitations entre les prélèvements de printemps et d'automne. Toutefois, Richard *et al.* [1990] n'ont pas observé de différence ni dans la prévalence ni dans l'importance du parasitisme entre les données enregistrées dans huit fermes en fin de printemps/début d'été et celles provenant de cinq autres fermes en automne de l'année suivante. Néanmoins, Gruner [1979] considère l'automne comme une période à risque surtout lorsqu'il est humide et fait suite à un été sec. En effet, le risque parasitaire est fonction du degré d'infestivité de la parcelle et donc de la survie des larves, laquelle est fortement liée aux contraintes environnementales

(température, humidité, oxygénation) [Jacquet, 1997]. La survie des larves dépend en outre du niveau initial d'infestation [Eysker *et al.*, 1998]. Dans notre étude, la contamination des surfaces pâturées débute au mois de mars, mi-avril pour les mises à l'herbe les plus tardives, et se poursuit jusqu'en octobre-novembre. Or, une durée de contamination de sept à neuf mois dans une zone de climat tempéré ainsi qu'une relative augmentation de l'excrétion fécale en automne sont en faveur de la survie des larves infestantes pendant la période transivernale de rentrée des animaux. Ce phénomène de larves transivernantes est en faveur de la réinfestation des animaux à leur sortie de chèvrière au printemps. Bien que non évaluée au cours de notre suivi, il est probable que l'infestivité des parcelles en L3/kg MS lors de la mise à l'herbe des chèvres constitue un bon indicateur du niveau d'infection des animaux.

Le classement des fermes par niveau d'excrétion montre peu de variation d'une période de prélèvements à l'autre dans notre enquête comme le soulignaient déjà Cabaret *et al.* [1989]. Cette stabilité suggère que le parasitisme des exploitations soit la résultante d'un ensemble de facteurs structurels et liés au mode d'exploitation (traitements anthelminthiques, résistance des nématodes, conduite des animaux). Ces facteurs semblent prépondérants par rapport aux facteurs climatiques (liés aux strongles digestifs) développés par Cabaret (1986). Le découpage géoclimatique serait en effet en faveur d'un rapprochement de la région Centre avec la région Poitou-Charentes, alors que l'association du risque parasitaire avec la région Poitou-Charentes réunit le Centre et Rhône-Alpes, ce que confirme l'analyse multivariée.

2. POURCENTAGE DE PRIMIPARES

La diminution de l'excrétion d'œufs de parasites avec l'âge de l'hôte est un phénomène commun largement décrit chez les bovins et les ovins [Claerebout *et al.*, 1996 ; Bahirathan *et al.* ; 1996, Stear *et al.*, 1999]. Chez la chèvre laitière cependant ces résultats ne sont pas vérifiés, le développement de l'immunité chez les caprins est en effet assez mauvais. Ainsi, l'acquisition de l'immunité à l'égard des nématodes varie chez la jeune chèvre ; elle est effective contre *T. colubriformis* alors qu'elle ne se développe pas face à *Haemonchus contortus* [Pomroy et Charleston, 1989a,b]. Par ailleurs, chez l'adulte, des essais expérimentaux d'immunisation contre *T. colubriformis* et *T. circumcincta* n'ont pas permis l'amélioration de la résistance des chèvres [Hadas et Stankiewicz, 1997]. Que ce soit en conditions expérimentales ou en conditions naturelles, Vlassoff *et al.* [1999] ne constatent pas d'augmentation de la résistance avec l'âge chez les chèvres à fibres. Chez les chèvres laitières, une plus forte excrétion d'œufs est même retrouvée en ferme chez les animaux de plus de cinq ans, particulièrement en début de pâturage [Richard *et al.*, 1990]. Les résultats des travaux de Hoste *et al.* [1999] et de Morris *et al.* [1997] menés chacun au sein d'un troupeau ont montré néanmoins que les chèvres laitières primipares présentaient une excrétion fécale d'œufs significativement plus élevée respectivement en automne, et au cours de tout le pâturage. Cependant, dans notre étude nous ne retrouvons pas, quelle que soit la région, de différence significative entre l'excrétion fécale d'œufs de strongles des primipares et des multipares à la fin de période de pâturage. L'excrétion plus importante des multipares retrouvée en début de saison en région Poitou-Charentes, est à relier aux infestations résiduelles chez les femelles multipares et à l'absence de parasites chez les primipares sortant au pâturage pour la première fois.

3. ROLE DE LA DIVERSITE AUX DIFFERENTES ECHELLES

Nous retrouvons, dans notre enquête, une forte prévalence pour les genres *Teladorsagia/Trichostrongylus* et *Haemonchus*, respectivement 100 p. cent et 50 p. cent. Ces résultats sont en accord avec ceux de Cabaret *et al.* [1989] obtenus en Touraine et ceux de Chartier et Reche [1992] en Poitou-Charentes. L'abondance des deux genres *Teladorsagia/Trichostrongylus* révèle une diversité réduite. Selon Cabaret et Gasnier [1994], la diversité spécifique des nématodes digestifs dans les exploitations caprines est liée à la diversité d'origine des chèvres lors de la constitution du troupeau et à la surface de pâturage offerte. Le maintien de cette diversité dépend de la surface de prairie permanente disponible [Cabaret

et Gasnier, 1994]. L'utilisation des anthelminthiques affecte cette diversité suite au chaos démographique qu'elle engendre. La multiplication des traitements anthelminthiques, l'absence d'alternance entre les familles utilisées et le sous-dosage sont à l'origine du développement de résistances chez les parasites. Il a été montré que la diversité était réduite dans ces communautés de parasites devenues résistantes suite aux traitements [Gasnier, 1994]. Néanmoins, il faut rester prudent, chaque genre ou espèce de parasites pouvant développer des résistances ; si ces communautés résistantes sont présentes à la constitution du troupeau, on peut retrouver une diversité importante liée précisément à des résistances aux anthelminthiques [Boudsocq *et al.*, 2000].

Dans les élevages présentant une diversité de genres, notre étude permet de retrouver les variations saisonnières des genres rapportées par Richard *et al.* [1990] avec une prépondérance des genres *Teladorsagia/Trichostrongylus* en automne ; toutefois, nous ne retrouvons pas la prépondérance d'*Haemonchus/Chabertia* au printemps.

4. RECHERCHE DES FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES AU PARASITISME

L'interprétation des coefficients de régression n'est pas aussi aisée que celle des odds ratio. Ils lient en effet une variable dichotomique à des variables continues ou dichotomiques. L'information est en fait apportée par le signe de ce coefficient, qui donne ainsi le sens de la relation [Audigé *et al.*, 1998].

La régression logistique permet donc de définir de façon théorique les facteurs de risque associés au parasitisme. La situation géographique de l'élevage est un facteur important, la région Poitou-Charentes étant fortement associée au parasitisme. Il faut néanmoins relier ce constat aux particularités de conduite du pâturage dans cette région, c'est-à-dire un chargement élevé (16 chèvres/ha vs 10 chèvres/ha en régions Centre et Rhône-Alpes), mais également une forte production laitière (836 L/chèvre/an vs 705 L/chèvre/an). Par ailleurs, de façon générale, des charges à l'hectare supérieures à 10 chèvres sont liées à un parasitisme important dans le troupeau. Il existe aussi une association négative entre le parasitisme et la production de lait du troupeau.

5. PARASITISME ET PRODUCTION

L'opposition entre la production et le parasitisme a déjà été mise en évidence dans des études précédentes [Chartier *et al.*, 1995]. Cabaret *et al.* [1989] ont montré une relation négative entre le parasitisme par les strongles digestifs et le nombre de chevreaux vendus par mère et par an. Dans notre

travail, les élevages ayant une production élevée (>800 kg de lait/chèvre/an) sont principalement des élevages peu parasités (opposition entre OPG et production dans la régression logistique que nous retrouvons également dans l'AFC). Réciproquement les élevages parasités ont pour la plupart (73 p. cent) une production laitière basse. L'impact du parasitisme par les nématodes sur la production laitière a été mis en évidence à la fois en condition expérimentale [Hoste et Chartier, 1993] et naturelles [Hoste *et al.*, 1999 ; Chartier et Hoste, 1994 ; Farizy, 1970]. Cet impact est d'autant plus prononcé que les animaux ont un niveau de production initial élevé. Dans notre étude, l'association négative entre parasitisme et production laitière peut donc être interprétée comme la conséquence du premier sur la seconde. Toutefois, les élevages ayant une production faible sont indifféremment parasités ou non, ce qui souligne l'intervention de nombreux facteurs dans la détermination du niveau de production. On constate en particulier le rôle de l'alimentation sur la production avec une forte association entre la surface pâturée et donc la quantité de fourrage disponible et la production (axe 1 de l'AFC). En Poitou-Charentes, le rôle de l'alimentation est encore souligné par l'association entre la production et la quantité de concentrés distribuée. L'analyse multivariée montre donc que les élevages mettant à la disposition des animaux, fourrage et concentrés, ont une forte production et un faible parasitisme. En régions Centre et Rhône-Alpes cette association production-alimentation n'est pas retrouvée clairement ; par contre, le parasitisme est toujours en opposition avec la production. La prise en compte du niveau de production laitière des chèvres au sein de chaque troupeau (chèvre forte ou faible productrice) permettrait probablement de mettre en évidence des différences de niveau d'infestation comme cela a été démontré expérimentalement [Hoste et Chartier, 1993 ; Chartier et Hoste, 1997 ; Hoste *et al.*, 1999 ; Chartier *et al.* 2000]. Les animaux présentant globalement un potentiel de production laitier assez faible sont moins sensibles au parasitisme ; la mise en évidence de cette situation au niveau des individus suppose toutefois des mesures de résilience intra-troupeau, c'est-à-dire des comparaisons entre animaux traités aux anthelminthiques et animaux témoins. Au niveau des troupeaux la situation devient plus complexe, avec donc, d'une part, l'influence négative du parasitisme sur la production et, d'autre part, la plus grande sensibilité des chèvres fortes productrices c'est-à-dire un parasitisme important associé à une production élevée. La recherche des interactions parasitisme-production à l'échelle des troupeaux nécessiterait donc une étude dynamique mettant en parallèle ces deux facteurs.

6. PARASITISME ET CHARGEMENT

Le chargement, second facteur associé au risque parasitaire, intervient, quant à lui, de façon positive. Chez les bovins comme les petits ruminants, le rôle du chargement sur le parasitisme des animaux a été bien étudié. Il en ressort une association positive entre le chargement et l'excrétion d'œufs de parasites ou la charge parasitaire elle-même [revue par Thamsborg *et al.*, 1999]. Cette relation ne semble néanmoins pas systématique [Shaw *et al.*, 1998] et dépend de l'âge des animaux, du climat, du niveau initial d'infestation et des espèces d'helminthes parasites [Thamsborg *et al.*, 1999]. Cabaret [1993] propose une vision plus globale en modulant l'influence du chargement sur le parasitisme par tous les paramètres d'intensification. Il tient ainsi également compte de la gestion de l'alimentation et des phénomènes de substitution entre aliments (distribution de concentrés). Dans notre travail, l'analyse multivariée montre également que cette association chargement-parasitisme n'est pas systématique ; on ne la retrouve que de façon peu marquée sur l'AFC générale. Elle se vérifie surtout en Poitou-Charentes. Une étude sur la région Centre et Rhône-Alpes [Vallade *et al.*, 2000] a cependant également permis d'associer parasitisme et chargement. Sur l'ensemble des régions l'analyse multivariée met en évidence une opposition entre le parasitisme et la distribution de concentré (axe 2 de l'AFC). Ceci suggère fortement un phénomène de substitution ou un renforcement de la résistance de l'hôte [Coop et Holmes, 1996]. Ainsi, en régions Centre et Rhône-Alpes les éleveurs ayant des chargements élevés (>10/chèvres/ha) distribuent également une quantité importante de concentrés (>0.95 kg/chèvre/jour), d'où une substitution au pâturage et donc des élevages peu parasités. De même, les éleveurs de Poitou-Charentes qui ont dans l'ensemble des chargements élevés (en moyenne 16 chèvres/ha) y associent une distribution conséquente de concentrés (1.16 kg/chèvre/jour). Néanmoins, le parasitisme dans cette région reste important. On peut supposer que malgré une certaine substitution, compte tenu des chargements très élevés, les animaux s'infestent fortement même s'ils pâturent peu. De plus, dans cette région la distribution de concentrés est relativement constante (coefficient de variation de 30 p. cent) alors que le chargement est très variable (coefficient de variation de 73 p. cent). Ainsi, les élevages de Poitou-Charentes ayant un chargement faible (<10 chèvres/ha) sont généralement peu parasités (<1500OPG) (association du phénomène de substitution et du phénomène de dilution).

7. GESTION DU PARASITISME

La gestion du parasitisme passe généralement par l'utilisation des anthelminthiques. Néanmoins, l'efficacité de cette pratique est inféodée aux pratiques de pâturage. Cette notion est d'ailleurs bien connue en élevage bovin avec le système traitement-changement de parcelle de Michel [Michel, 1969, 1976]. Cette stratégie a également été proposée chez les petits ruminants [Barger, 1997]. Son efficacité est accrue lorsqu'on retarde la mise à l'herbe et lorsque les dates de traitement et de changement de parcelles permettent d'éviter une contamination trop importante du pâturage [Eysker *et al.*, 1998(a), 1998(b)]. Par ailleurs, le temps de repos hivernal des parcelles va être déterminant pour la survie des larves et l'infestivité des parcelles à la mise à l'herbe. Néanmoins, il apparaît dans notre étude qu'une durée de pâturage supérieure à sept mois n'augmente pas le risque parasitaire ; une opposition entre parasitisme et durée du pâturage est même constatée. Cette opposition est toutefois à rapprocher de l'association entre la disponibilité en surface pâturée et la durée du pâturage. Disposer d'un pâturage étendu permet, d'une part, aux animaux d'y rester plus longtemps et, d'autre part, une dilution du parasitisme. Ceci explique également l'opposition entre le nombre de familles d'anthelminthiques utilisées (qu'on peut associer au nombre de traitements dans le cadre de ces analyses cf. infra) et la durée du pâturage révélée par l'analyse multivariée. Les éleveurs qui, disposant d'une surface de pâturage importante, laissent leurs animaux longtemps au pâturage n'ont généralement pas de problème de parasitisme ce qui justifie le faible emploi d'anthelminthiques.

Concernant l'utilisation des anthelminthiques, notre enquête fait ressortir qu'il existe une très forte corrélation entre le nombre de familles anthelminthiques utilisés et le nombre de traitements effectués ($p < 0,004$) qui peuvent donc être associés. Ce phénomène a été mis en évidence dans les régions Centre et Rhône-Alpes [Vallade *et al.*, 2000]. Ainsi, l'analyse multivariée montre que le parasitisme est associé au nombre de traitements. Ceci laisse supposer un problème d'efficacité des traitements anthelminthiques et donc un phénomène de résistance chez les nématodes gastro-intestinaux. Les élevages fortement parasités sont amenés à traiter leurs animaux ; le traitement s'avérant peu efficace à cause des résistances émergentes, les éleveurs vont avoir alors tendance à traiter de plus en plus et, ce faisant, à sélectionner fortement les populations de parasites résistants. Ce phénomène est bien identifié en Poitou-Charentes et dans le Sud-Ouest de la France [Chartier *et al.*, 1998 ; Soubirac, 1999] ; cependant, il est encore peu connu en région Rhône-Alpes. Une récente étude [Hoste *et al.*, 2000] menée en France englobant ces différentes régions a par ailleurs montré que les erreurs dans l'utilisation des anthelminthiques sont toujours fréquentes chez les éleveurs de chèvres. Les auteurs soulignent le risque en terme d'extension des résistances aux anthelminthiques que de telles pratiques peuvent entraîner. Dans l'avenir, si les éleveurs veulent pratiquer un pâturage durable ils devront, en plus de la gestion agronomique et parasitaire de ce pâturage, apprendre à gérer le développement des populations de parasites résistantes aux traitements anthelminthiques.

V - BIBLIOGRAPHIE

1. AUDIGE L., WILSON P.R., MORRIS R.S. – Profil de santé et de production en élevage de cerfs élaphe en Nouvelle Zélande. *Epidémiol. et santé anim.*, 1998, 33, 91-103.
2. BAHIRATHANM., MILLER J.E., BARRAS S.R., KEARNEY M.T. – Susceptibility of suffolk and gulf native suckling lambs to naturally acquired strongylate nematode infection, *Vet. Parasitol.*, 1996, 65, 259-268.
3. BARGER I. - Control by management. *Vet. Parasitol.*, 1997, 72, 493-506.
4. BOUDSOCQ A., CHARTIER C, SAUVÉ C., CABARET J. – Relationship between helminth species diversity, intensity of infection and breeding management in dairy goats. *Vet.Parasitol.*, 2000, accepté pour publication.
5. BOUYER J. - La regression logistique en épidémiologie. Partie I. *Rev. Epidém. et Santé Publ.*, 1991(a), 39, 79-87.
6. BOUYER J. - La régression logistique en épidémiologie. Partie II. *Rev. Epidém. et Santé Publ.*, 1991(b), 39, 183-196.
7. CABARET J. - Localisation spatiale du risque parasitaire helminthique chez les Ruminants d'Europe. *Symbioses*, 1986, 18, 5-18.
8. CABARET J. - Les strongles digestifs des ruminants domestiques témoins du mode d'élevage. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1993, 118, 51-66.
9. CABARET J., ANJORAND N., LECLERC C. - Parasitic risk factors on pastures of french dairy goat farms. *Small Rum. Res.*, 1989, 2, 69-78.

10. CABARET J., GASNIER N. - Farm history and breeding management influences on the intensity and specific diversity of nematode infection of dairy goats. *Vet. Parasitol.*, 1994, **53**, 219-232.
11. CHARTIER C., RECHE B. - Gastrointestinal helminths and lungworms of french dairy goats: prevalence and geographical distribution in Poitou-Charentes. *Vet. Res. Com.*, 1992, **16**, 327-335.
12. CHARTIER C., HOSTE H. - Anthelmintic treatments against digestive-tract nematodes in grazing dairy goats with high or low levels of milk production. *Vet. Res.*, 1994, **25**, 450-457.
13. CHARTIER C., KULO A., CABARET J., PORS I., BENOIT C. - Individual fluctuations in efficacy of febentel against *Mullerius capillaris* in goats. *Vet. Res.*, 1995, **26**, 116-123.
14. CHARTIER C., HOSTE H. - Response to challenge infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in dairy goats. Difference between high and low-producers. *Vet. Parasitol.*, 1997, **73**, 267-276.
15. CHARTIER C., PORS I., HUBERT J., ROCHETEAU D., BENOIT C., BERNARD N. - Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France. *Small Rum. Res.*, 1998, **29**, 33-41.
16. CHARTIER C., ETTER E., HOSTE H., PORS I., MALLEREAU M.P., BROQUA C., MALLET S., KOCH C., MASSÉ A. - Effects of the initial level of milk production and of the dietary protein intake on the course of natural nematode infection in dairy goats. *Vet. Parasitol.*, 2000, accepté pour publication.
17. CLAEREBOUT E., HILDERSON H., MEEUS P., DE MAREZ, BEHNKE J., HUNTLEY J., VERCRUISSE J. - The effect of truncated infections with *Ostertagia ostertagi* on the development of acquired resistance in calves. *Vet. Parasitol.*, 1996, **66**, 225-239.
18. COOP R.L., HOLMES P.H. - Nutrition and parasitism interaction. *Int. J. Parasitol.*, 1996, **26**, 951-962.
19. EYSKER M., VAN DER AAR W.M., BOERSEMA J.H., DOP P.Y., KOOYMAN F.N.J. - The efficacy of Michel's dose and move system on gastrointestinal nematode infections in dairy calves. *Vet. Parasitol.*, 1998(a), **75**, 99-114.
20. EYSKER M., VAN DER AAR W.M., BOERSEMA J.H., BOERSEMA J.H., GITHIORI J.B., KOOYMAN F.N.J. - The effect of repeated moves to clean pasture on the build up of gastrointestinal nematode infections in calves. *Vet. Parasitol.*, 1998(b), **76**, 81-94.
21. FARIZY P. - Intérêt d'un traitement anthelminthique au thiabendazole chez la chèvre en lactation. *Rec. Méd. Vét.*, 1970, **146**, 251-260.
22. GASNIER N. - Isolement du nématode *Teladorsagia circumcincta* au sein des fermes caprines. Influence sur la variabilité morphologique, écologique et génétique. Thèse 1994, université de Tours, France, 138p.
23. GASNIER N., CABARET J., CHARTIER C., RECHE B. - Species diversity in gastrointestinal nematode communities of dairy goats: species-area and species-climate relationship. *Vet. Res.*, 1997, **28**, 55-64.
24. GEVREY J., TAKASHIO M., EUZEBY J. - Identification des strongles digestifs des ruminants par les caractères de diagnose de leurs larves infestantes. *Bull. Soc. Sci. Vét. Méd. Comparée Lyon*, 1964, **66**, 133-147.
25. GRUNER L. - Strongyloses gastrointestinales des ruminants. Dynamique de la contamination des pâturages. *Bull. G.T.V.*, 1979, 79-2B-147, 43-56.
26. HADAS E., STANKIEWICZ M. - The result of anthelmintic-abbreviated infections of *Trichostrongylus colubriformis* and *Teladorsagia circumcincta* on faecal egg counts in goats pasture. *J. of Parasitol.*, 1997, **83**, 532-533.
27. HOSTE H., CHARTIER C. - Comparison of the effect on milk production of concurrent infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in high- and low-producing dairy goats. *Am. J. Vet. Res.*, 1993, **54**, 1886-1893.
28. HOSTE H., LE FRILEUX Y., POMMARET A., GRUNER L., VAN QUACKEBECKE E., KOCH C. - Importance du parasitisme par des strongles gastro-intestinaux chez les chèvres laitières dans le Sud-Est de la France. *INRA Prod. Anim.*, 1999, **12**, 377-389.
29. HOSTE H., CHARTIER C., ETTER E., GOUDEAU, C., SOUBIRAC F., LEFRILEUX Y. - A questionnaire survey on the practices adopted to control gastrointestinal nematode parasitism in dairy goat farms in France. *Vet. Res. Comm.*, 2000, **24**, in press.
30. INRA - Alimentation des bovins, ovins et caprins, 471 pages, Ed. INRA, Paris, 1988.
31. JACQUIET P. - Les strongles digestifs des ruminants. *Le Point Vét.*, 1997, **28**, 20-22.
32. JACQUIET P. - La résistance aux anthelminthiques : situation actuelle, dépistage et stratégie de lutte. *Bull. Soc. Vét. Prat. de France*, 1999, **83**, 357-384.

33. MICHEL J.F. - The epidemiology and control of some nematode infections in grazing animals. *Adv. Parasitol.*, 1969, **7**, 211-283.
34. MICHEL J.F. - The epidemiology and control of some nematode infections in grazing animals. *Adv. Parasitol.*, 1976, **14**, 355-397.
35. MORRIS C.A., WHEELER M., HOSKING B.C., WATSON T.G. et al. - Genetic parameters for milk yield and faecal nematode egg count in Saanen does. *N.Z. J. Agr. Res.*, 1997, **40**, 523-528
36. POMROY W.E., CHARLESTON W.A.G. - Development of resistance to *Trichostrongylus colubriformis* in goats. *Vet. Parasitol.*, 1989(a), **33**, 283-288.
37. POMROY W.E., CHARLESTON W.A.G. - Failure of young goats to acquire resistance to *Haemonchus contortus*. *N.Z. Vet. J.*, 1989(b), **37**, 23-26.
38. RAYNAUD J.P. - Etude de l'efficacité d'une technique de coproscopie quantitative pour le diagnostic de routine et le contrôle des infestations parasitaires des bovins, ovins, équins et porcins. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1970, **45**, 321-342.
39. RICHARD S., CABARET J., CABOURG C. - Genetic and environmental factors associated with nematode infection of dairy goats in northwestern France. *Vet. Parasitol.*, 1990, **36**, 237-243.
40. SHAW D.J., VERCRUYSSSE J., CLAEREBOUT E., DORNY P. - Gastrointestinal nematode infections of first-grazing season calves in Western Europe : associations between parasitological, physiological and physical factors. *Vet. Parasitol.*, 1998, **75**, 133-151.
41. SOUBIRAC X. M. - Sensibilité des strongles gastro-intestinaux des chèvres du Quercy au fenbendazole et au lévamisole. Thèse Vét., 1999, Université de Toulouse, France.
42. STEAR M.J., STRAIN S., BISHOP S.C. - Mechanisms underlying resistance to nematode infection. *Int. J. Parasitol.*, 1999, **29**, 51-56.
43. THAMSBORG S.M., ROEPSTORFF A., LARSEN M. - Integrated and biological control of parasites in organic and conventional production systems. *Vet. Parasitol.*, 1999, **84**, 169-186.
44. VALLADE S., HOSTE H., GOUDEAU C, BROQUA C., LAZARD K., LEFRILEUX Y., CHARTIER C., ETTER E. - Relationship between nematode parasitism of the digestive tract and the characteristics of dairy goat farms in two french regions. *Rev. Méd. Vét.*, 2000, in press.
45. VLASSOF A., BISSET S.A., MCMURTRY L.W. - Faecal egg counts in Angora goats following natural or experimental challenge with nematode parasites: within-flock variability and repeatabilities. *Vet. Parasitol.*, 1999, **84**, 113-123.



REMERCIEMENTS

Ce travail a reçu le soutien financier de la communauté européenne (projet FAIR CT96 - 1485 « Contrôle des nématodes parasites chez les petits ruminants dans le cadre de l'agriculture durable »). Eric Etter bénéficie d'un financement de thèse de l'AFSSA et de la région Poitou-Charentes. Nous remercions également tous les éleveurs ayant accepté de participer à cette enquête.