

LES RESISTANCES AUX BENZIMIDAZOLES CHEZ LES CAPRINS *ENQUETE EPIDEMIOLOGIQUE ET ESSAIS DE TRAITEMENT SELECTIF*

THESE

pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLÔME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2002
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Christèle, Julia LEJEAU ép. GOUDEAU

Née, le 11 août 1972 à TOURS (Indre-et Loire)

Directeur de Thèse : M. Le Professeur Philippe DORCHIES

JURY

PRESIDENT :

M. Jean-Louis FONVIEILLE Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :

M. Philippe DORCHIES Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

M. Philippe JACQUIET Maître de conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Hervé HOSTE Docteur Vétérinaire

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	6
PARTIE 1 : Aspects généraux du parasitisme caprin	8
A/ Rappels sur les nématodes digestifs de la chèvre.....	8
1/ Principales espèces	8
2/ Cycles évolutifs	10
a) Développement exogène.....	10
b) Mode d'infestation	11
c) Développement endogène.....	11
B/ Importance des parasites gastro-intestinaux	13
1/ Prévalences des principaux parasites digestifs	13
a) Les lésions nécropsiques	16
a-1) Lésions macroscopiques	16
a-2) Lésions histologiques.....	16
b) Les perturbations engendrées par le parasitisme	17
b-1) Conséquences physiopathologiques	17
b-2) Mécanismes pathogéniques	20
c) Symptomatologie	20
d) Mauvaise aptitude des caprins à résister aux infestations	21
2/ Répercussions économiques des strongyloses gastro-intestinales	23
a) Les pertes de productions	23
b) Les frais thérapeutiques	24
C/ Méthodes de lutte contre les strongyloses	26

1/ Les traitements actuels	26
a) Les molécules anthelminthiques actuellement disponibles et leur mode d'action	26
a-1) Molécules anthelminthiques utilisables.....	26
a-2) Mode d'action des anthelminthiques.....	29
b) Les limites des traitements actuels.....	30
b-1) Les résistances des helminthes aux antiparasitaires	30
b-1-1) Emergence et prévalence des résistances aux anthelminthiques	30
b-1-2) Les mécanismes d'acquisition des résistances	32
b-1-2-1) Mécanisme génétique : l'existence de mutations chez les strongles	32
b-1-2-2) Les facteurs de sélection	33
b-1-3) Les bonnes pratiques de vermifugation	34
b-1-3-1) Connaître le statut de l'élevage à l'égard des résistances et éviter leur introduction	34
b-1-3-2) Réduire la fréquence des traitements.....	34
b-1-3-3) Alternier les molécules.....	35
b-1-3-4) Respect des posologies adaptées à l'espèce caprine.....	35
b-2) Intolérance locale et toxicité des produits.....	36
b-3) Le problème des résidus dans le lait	37
2/ Vers de nouvelles méthodes de lutte.....	39
a) Renforcer la réponse de l'hôte	39
a-1) La vaccination	39
a-2) La sélection génétique	41
b) Gestion du pâturage et décontamination des prairies.....	42
b-1) Gestion du pâturage	42
b-2) La décontamination des prairies	43
c) L'utilisation raisonnée des anthelminthiques : la chimiothérapie sélective	46
PARTIE 2 : Essai de traitement sélectif en élevages caprins	49
A/ MATERIEL ET METHODES	49

1/ Matériel : les élevages sélectionnés	49
a) Les critères de sélection	49
b) Localisation des élevages	49
c) Les animaux.....	50
d) La production	50
e) Gestion du pâturage	54
e-1) Les périodes de sortie.....	54
e-2) Les conditions de sortie	54
e-3) Les types de pâturages.....	54
2/ Les méthodes d'étude.....	55
a) Le suivi parasitaire.....	55
a-1) Les prélèvements.....	55
a-1-1) La réalisation dans les élevages	55
a-1-2) Le rythme de passage	56
a-2) Les méthodes d'analyses utilisées	56
a-2-1) Les techniques	56
a-2-1-1) Coproscopies	56
a-2-1-2) Les coprocultures.....	59
a-2-1-3) Le test coproscopique de suspicion de résistance : le FECRT (Fecal Egg Count Reduction Test).....	61
a-2-2) Validité des méthodes utilisées	62
a-2-2-1) Les coproscopies	62
a-2-2-2) Les coprocultures.....	64
a-2-2-3) Le FECRT	65
b) L'enquête parasitaire	65
c) Les outils statistiques.....	66
B/ 1998 : IDENTIFIER LES PROBLÈMES PARASITAIRES; VALIDER LES HYPOTHESES DE TRAVAIL.....	68

1/ Résultats de l'étude en 1998.....	68
a) Résultats du suivi parasitaire.....	68
a-1) Les niveaux parasitaires des différents élevages : résultats des coproscopies	68
a-2) Les espèces parasitaires identifiées	70
a-3) Dépistage des résistances aux anthelminthiques dans les élevages.....	72
a-4) Résultats de l'enquête parasitaire.....	72
b) Résultats concernant la validation des hypothèses de travail.....	74
b-1) Etude de la distribution des mesures coproscopiques de l'année 1998.....	74
b-2) Corrélation entre mesures coproscopiques et répétabilité des valeurs.....	83
b-3) Comparaison des niveaux d'excrétion parasitaires des primipares et des bonnes laitières par rapport à la moyenne du troupeau	86
2/ Discussion	90
a) Le suivi parasitaire.....	90
b) Les hypothèses de travail.....	94
b-1) Répartition agrégative des valeurs coproscopiques	94
b-2) Coefficients de corrélation et coefficients de répétabilité.	95
b-3) Comparaison des niveaux d'excrétions des primipares/multipares par rapport au reste du troupeau	96
C/ 1999 : ESSAI DE TRAITEMENTS SELECTIFS	97
1/ Application du protocole.....	97
2/ Résultats parasitaires.....	98
a) Résultats quantitatifs : maîtrise des niveaux parasitaires dans chaque élevage.....	98
b) Résultats qualitatifs : Réduction du nombre de traitements antiparasitaires	102
3/ Les résultats de production laitières	102
4/ Discussion	104
CONCLUSION	106
BIBLIOGRAPHIE	108
ANNEXES.....	117

INTRODUCTION

Malgré une diminution considérable de l'utilisation du pâturage en élevage caprin, les exigences des consommateurs qui souhaitent le retour à une agriculture plus « naturelle », risquent de pousser les éleveurs à revoir leur conception de l'élevage. L'ère de l'agriculture biologique pourrait bien ramener les chèvres dans les prairies. Il pourrait également être utile et souvent recommandé, dans les zones d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) que l'on maintienne ou que l'on réintègre le pâturage afin de préserver l'originalité des produits de terroir et de justifier leur prix supérieur.

Pour certaines régions, l'utilisation des herbages est une nécessité. C'est le cas du Sud-Est de la France où la petite taille des troupeaux et les caractéristiques géographiques (taille réduite des parcelles, reliefs accidentés, mécanisation difficile) ont contribué à maintenir un mode d'alimentation essentiellement basé sur le pâturage.

Cette utilisation des pâturages implique une bonne maîtrise du parasitisme. En effet, les infestations par les nématodes du tractus gastro-intestinal demeurent un des principaux facteurs limitant de l'élevage caprin au pâturage.

L'utilisation systématique des anthelminthiques pour maîtriser ce problème n'est plus aujourd'hui suffisante. Le développement considérable des résistances aux antiparasitaires et le choix restreint des molécules disponibles en élevage caprin impose aujourd'hui une utilisation raisonnée.

Une alternative permettant de répondre à ces problèmes s'appuie sur la mise en place de traitements sélectifs. Ceux-ci permettent de restreindre l'emploi des vermifuges aux animaux les plus parasités des troupeaux et limitent le développement des résistances.

L'étude présentée ici constitue une application, en conditions d'élevage, de ce type de traitements. Après avoir rappelé quelques aspects généraux du parasitisme chez les caprins, nous nous intéresserons aux données épidémiologiques permettant d'identifier les catégories d'animaux à risque. Nous présenterons, enfin, les résultats des traitements sélectifs mis en place dans les différents troupeaux, avant de discuter leur validité.

PARTIE 1 : Aspects généraux du parasitisme caprin

A/ Rappels sur les nématodes digestifs de la chèvre

1/ Principales espèces

Les principales espèces rencontrées sont récapitulées dans le tableau n°1.

Au cours de notre étude, nous nous intéressons particulièrement aux strongles digestifs. Ce terme regroupe les nombreuses espèces de Nématodes de l'ordre des *Strongylida* qui parasitent la caillette, l'intestin grêle ou le gros intestin.

L'ordre des *Strongylida* comprend trois super-familles. Deux d'entre elles sont plus présentes chez les caprins et attireront notre attention :

- la super-famille des *Strongyloidea*, caractérisée par des individus ayant une capsule buccale bien développée (genre *Oesophagostomum*)
- la super-famille des *Trichostrongyloidea*, regroupant des vers dont la capsule buccale est absente ou rudimentaire (genres *Teladorsagia*, *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Nématodirus*, *Cooperia*)

Tableau 1: Récapitulatif par espèce, des helminthes les plus fréquemment rencontrés dans le tube digestif des caprins.

Localisation	Parasite	Groupe	Source de contamination	Pouvoir pathogène
Caillette	<i>Haemonchus contortus</i>	Nématodes / trichostrongles	Pâturage	Important
	<i>Teladorsagia circumcincta</i>	Nématodes / trichostrongles	Pâturage	Important
Intestin grêle	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Nématodes / trichostrongles	Pâturage	important
	<i>Strongyloides papillosus</i>	Nématodes / rhabditides	Pâturage et chèvreri	Variable
	<i>Moniezia expansa</i>	Cestodes / anaplocéphalides	Pâturage	Modéré sauf chez les jeunes
Gros intestin	<i>Oesophagostomum venulosum</i>	Nématodes / strongylidés	Pâturage	Faible
	<i>Skrjabinema sp</i>	Nématodes / oxyures	Pâturage et chèvreri	Faible
	<i>Trichuris sp</i>	nématodes / trichures	Pâturage et chèvreri	Faible
Foie	<i>Dicrocoelium lanceolatum</i>	Trématodes / petite douve	Pâturage sec et terrains calcaires	Faible
	<i>Fasciola hepatica</i>	Trématodes / grande douve	Pâturage humide	Important si le sol est propice à leur développement

2/ Cycles évolutifs

Ce rappel va s'attacher à décrire principalement le cycle des strongles gastro-intestinaux au sens strict, car notre étude expérimentale porte essentiellement sur ces parasites. Le cycle présente deux phases distinctes : l'une dans le milieu extérieur (phase exogène), l'autre dans le tube digestif de l'hôte (phase endogène). (Cf. figure n°1)

a) Développement exogène

Une fois localisées dans leur site de prédilection (au sein du tube digestif des chèvres), les femelles matures pondent des oeufs qui sont rejetés à l'extérieur, dans les fèces. Dans des conditions de température et d'hygrométrie favorables, ces œufs vont éclore et donner des larves L3 infestantes.

Ces larves migrent ensuite dans le milieu extérieur (le sol des prairies), grâce à un hygrotropisme positif et un phototropisme négatif. A l'aube et au crépuscule, elles s'acheminent au sommet des brins d'herbe. Au cours de ces deux périodes de la journée, les risques de contamination sont donc accrus.

Il convient de préciser que les larves résistent différemment selon la saison : au printemps et en automne, elles peuvent survivre au moins 6 mois sur les pâturages. En hiver, la majeure partie des larves sont détruites. Cependant, la minorité de larves survivantes – même si elles perdent une partie de leur pouvoir infestant – donneront des adultes plus prolifiques (Bussierras et Chermette, 1995). Pour résister aux conditions hivernales, elles s'enfoncent dans le sol et remontent au printemps suivant (les larves de *Teladorsagia* et les œufs de *Nématodirus* résistent relativement mieux au froid que les larves d'*Haemonchus*).

b) Mode d'infestation

Les chèvres se contaminent en ingérant des larves infestantes L3 disséminées sur l'herbe des pâtures. Cette contamination est d'autant plus grande que l'intensité d'utilisation du pâturage (mesurée par le nombre d'hectares de pâturage disponible par chèvre) est élevée. D'après Cabaret et coll. (1986a), ce paramètre est le facteur de risque essentiel des infestations par les strongles digestifs. Ce résultat est confirmé par Etter et coll. (2000) et Vallade et coll. (2000).

c) Développement endogène

Les formes infestantes (L3) ingérées se localisent dans la portion du tube digestif caractéristique de l'espèce parasite. Elles s'enfoncent dans les culs de sacs glandulaires de la muqueuse digestive. C'est alors qu'elles muent en larves de stade 4 puis de stade 5 (pré-adultes) avant de donner des adultes matures.

Les larves ont la possibilité d'arrêter leur développement au stade 4 par le mécanisme d'hypobiose. Ce mécanisme se met en place lors d'une réponse immunitaire importante de l'animal (qui provoque un enkystement du parasite) ou lorsque les larves L3 subissent les premiers froids de l'automne avant leur ingestion (l'hypobiose la plus forte survient lorsqu'une température de + 4°C persiste pendant 12 semaines, Bussiéras et Chermette (1991)). Pour *Teladorsagia*, par exemple, le développement larvaire s'arrête aussitôt après la mue L3-L4 ; le séjour dans la muqueuse intestinale est alors de 4 à 5 mois. Il se termine par la transformation massive en stade 5 pré-adulte qui retourne dans la lumière intestinale.

Dans les conditions naturelles d'infestation, cette hypobiose contribue à assurer la survie de l'espèce parasite face aux conditions défavorables de l'hiver des pays tempérés. En effet, la sortie d'hypobiose correspond au retour du printemps.

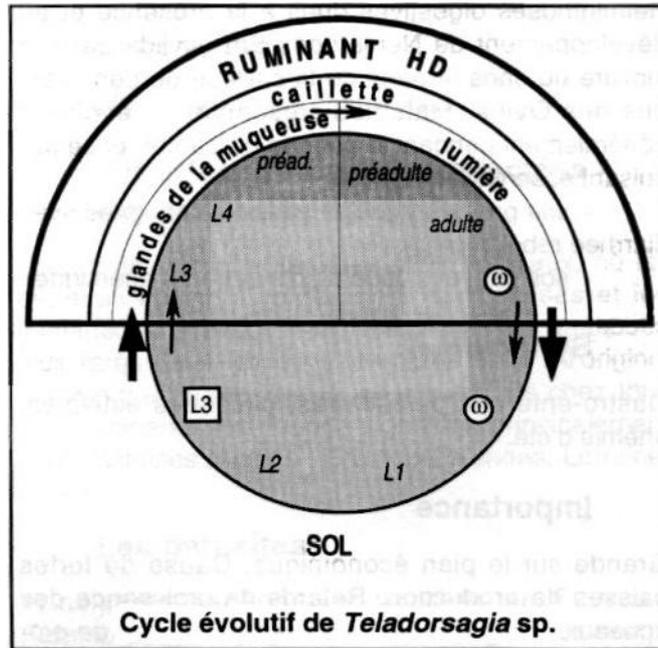


Figure 1 : Cycle parasitaire des strongles digestifs des caprins
(d'après Chermette et Bussiéras, 1991)

B/ Importance des parasites gastro-intestinaux

1/ Prévalences des principaux parasites digestifs

Des études épidémiologiques fondées sur des bilans parasitaires après autopsie, coproscopie et coproculture (Kerboeuf et Godu, 1980 ; Cabaret et coll., 1984 ; Chartier et Réche, 1992 ; Hoste et Coll., 1999) ont permis de déterminer l'importance quantitative des différentes espèces d'helminthes chez les caprins.

Les vers les plus rencontrés chez les chèvres au pâturage en France, sont *Teladorsagia circumcincta* dans la caillette et *Trichostrongylus colubriformis* dans l'intestin grêle (prévalence supérieure à 90%).

On décèle la présence d'autres vers avec une prévalence plus faible : *Haemonchus contortus* dans la caillette (à noter que la présence de ce parasite varie selon les données climatiques : il se manifeste surtout lors d'années à climatologie particulière, lors des automnes doux et humides), *Moniezia spp* dans l'intestin grêle ou encore *Oesophagostomum venulosum* et *Skirjabinema ovis*, dans le gros intestin (Cf. tableau 2.).

Il convient de préciser que la présence des parasites dépend du mode d'alimentation. En absence de pâturage (zéro pâturage), le parasitisme est très faible (Cabaret et coll., 1986 a ; Chartier et Coll., 1992). Dans ce cas, seuls quelques *Strongyloïdes* sont présents.

Lorsque les animaux sont au pâturage, les risques parasitaires s'accroissent. En effet, le sol des prairies fournit aux larves infestantes toutes les conditions favorables à leur développement. D'autre part, Cabaret et coll. (1986 a) estiment que le développement des oeufs en larves se réalise avec un meilleur rendement pour les fèces récoltées dans les exploitations utilisant un système de pâturage. Ceci est consécutif au taux d'humidité plus élevé des fèces des animaux qui sont à l'herbe.

La contamination par les larves infestantes de strongles peut également se produire lors d'affouragement en vert en chèvrerie.

Enfin, la prévalence de certains parasites varie en fonction de données géologiques et de la présence de certains vecteurs. Les douves, en particulier, ne se rencontrent que dans certaines régions où les sols sont acides et humides pour *Fasciola hepatica* ou secs et calcaires pour *Dicrocoelium lanceolatum*.

Tableau 2 : Prévalence parasitaire des principaux helminthes des caprins en région Poitou-Charentes
(d'après Chartier et Rèche, 1992)

Organes	Espèces rencontrées	Prévalence (%)
Caillette	<i>Haemonchus contortus</i>	37,1 ± 16,3
	<i>Teladorsagia circumcincta</i>	91,4 ± 9,5
	<i>Teladorsagia trifurcata</i>	51,4 ± 16,9
	<i>Ostertagia ostertagii</i>	14,3 ± 11,8
Intestin grêle	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	94,3 ± 7,8
	<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	5,7 ± 7,8
	<i>Capillaria spp</i>	6,0 ± 5,3
	<i>Strongyloïdes papillosus</i>	36,0 ± 10,7
	<i>Moniezia spp</i>	29,8 ± 10,2
Gros intestin	<i>Oesophagostomum venulosum</i>	22,9 ± 14,2
	<i>Skrjabinema ovis</i>	40,0 ± 16,6
	<i>Trichuris ovis</i>	5,7 ± 7,8
Foie	<i>Dicrocoelium lanceolatum</i>	20,0 ± 13,5
	<i>Fasciola hepatica</i>	5,7 ± 7,8

2/ Importance clinique des strongyloses.

Afin d'évaluer l'importance pathologique du parasitisme chez la chèvre, nous devons à présent préciser les dommages occasionnés par les vers, après leur ingestion par l'hôte. Nous décrivons les lésions caractéristiques (macroscopiques et microscopiques) avant d'expliquer les mécanismes physiopathologiques responsables de ces lésions et les conséquences fonctionnelles qui en découlent.

a) Les lésions nécropsiques

a-1) Lésions macroscopiques

Une étude expérimentale de Rahman et Collins (1991) a permis de mettre en évidence les lésions d'autopsie caractéristiques des strongyloses. Ils ont infesté deux groupes de chèvres, l'un avec *Haemonchus contortus*, l'autre avec *Trichostrongylus colubriformis*. Après avoir respecté le délai nécessaire au développement des vers et à la formation des lésions, ils ont procédé à l'abattage des animaux. Les examens anatomo-pathologiques ont permis de définir les lésions caractéristiques :

Au niveau de la caillette, ils ont observé un oedème de la paroi associé à de petites ulcérations hémorragiques disséminées sur toute la surface de la muqueuse. Sur l'intestin grêle, ils ont constaté la présence de plaques inflammatoires plus ou moins oedématisées ainsi qu'un exsudat dans la lumière intestinale.

a-2) Lésions histologiques

Lorsque les lésions d'autopsie sont analysées d'un point de vue microscopique, on constate des modifications tissulaires : la caillette présente alors une invasion des glandes par les vers qui conduit à la destruction des épithéliums (les cellules productrices d'HCl sont majoritairement atteintes). Par ailleurs, dans l'intestin grêle, on note une abrasion des villosités et une hyperplasie des cryptes de Lieberkühn (Symons et Hennessy, 1981; Hoste et coll, 1997; Hoste, 1998).

Ces lésions histologiques sont à l'origine de troubles d'assimilation et de métabolisation.

b) Les perturbations engendrées par le parasitisme
(voir figure 2)

b-1) Conséquences physiopathologiques

Les infestations parasitaires de la caillette et de l'intestin grêle ont pour première conséquence de diminuer la consommation des aliments. Les mécanismes de cette baisse de l'appétit sont encore mal connus : on estime seulement que des hormones digestives comme la gastrine ou la cholecystokinine pourraient jouer un rôle par stimulation du centre de satiété (Hoste et coll, 1997).

Des phénomènes de malabsorption digestive viennent, en second lieu, perturber le métabolisme de l'animal. Ils sont dus tout d'abord aux lésions de la muqueuse digestive, en particulier au niveau des épithéliums. En effet, dans la caillette, on constate une augmentation du pH due à la destruction des cellules productrices de HCl par les parasites (Rahman et Collins, 1991). Le pH passe alors de 2,8-3,7 à 5,3-5,7, ce qui perturbe l'activation du pepsinogène en pepsine intervenant dans la digestion des protéines. Dans l'intestin grêle, l'abrasion des villosités s'associe à une diminution de l'activité des enzymes digestives. On note également une augmentation de la perméabilité de la muqueuse aux protéines sériques, une hypersécrétion de mucoprotéines et un turnover plus important des cellules épithéliales. Les pertes de protéines endogènes sont donc importantes. Les malabsorptions digestives sont également provoquées par des modifications de la motricité du tube digestif. En effet, il y a réduction du temps de contact des aliments avec la surface absorbante de l'intestin ce qui diminue l'absorption des nutriments au travers de la barrière digestive.

Pour juguler ces perturbations physiopathologiques, l'organisme de la chèvre développe des phénomènes compensatoires. En effet, pour maintenir l'intégrité de

l'organisme et compenser les déficits métaboliques créés par les parasites, l'hôte augmente ses synthèses protéiques dans le foie et les épithéliums digestifs, au détriment des sites habituels d'anabolisme protéique. Il y a alors redistribution des acides aminés, habituellement utilisés par les muscles et la peau, vers le foie et l'intestin. Par conséquent, l'anabolisme des protéines servant à la croissance et au développement de l'animal est diminué (Hawkins, 1993). Des phénomènes de compensation partielle d'absorption peuvent également se créer dans les régions distales du tube digestif non parasitées (Hoste et coll., 1988 ; Hoste et coll., 1997).

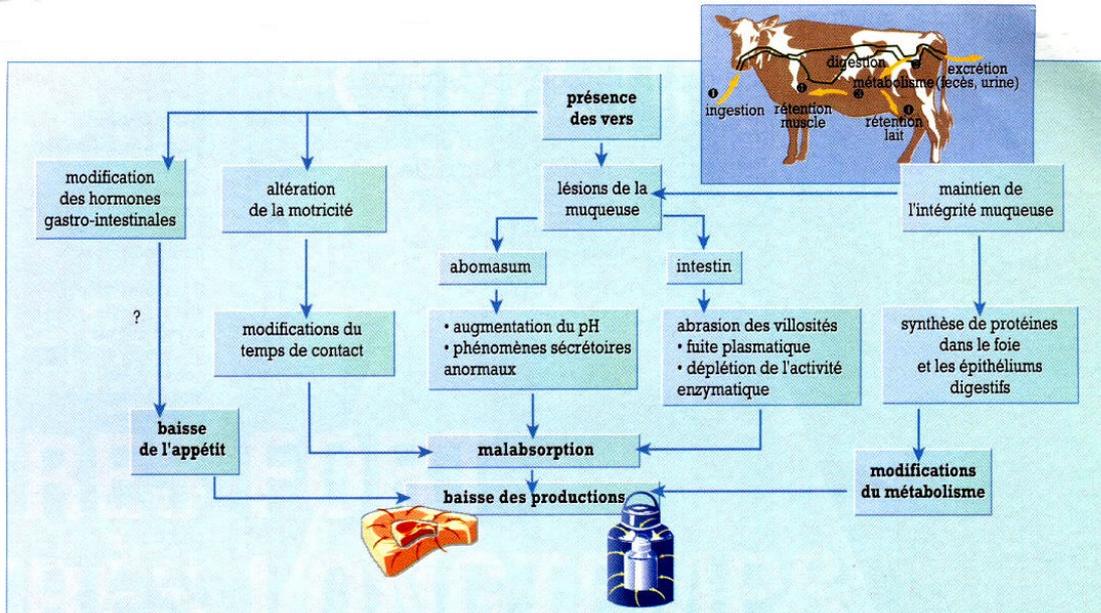


Figure 2. Conséquences physiopathologiques des strongyloses gastro-intestinales des ruminants (d'après Hoste et coll., 1997)

b-2) Mécanismes pathogéniques

Les modifications physiopathologiques sont en partie provoquées par des substances synthétisées par les parasites. Elles sont décrites sous le terme générique de “produits d’excrétion-sécrétion” et sont de nature biochimique variée : lipides, prostanoïdes, mucopolysaccharides, peptides, protéines et glycoprotéines (Hoste et coll., 1997). Certaines d’entre elles exercent une activité enzymatique (essentiellement des protéases et acétylcholinestérases) et pourraient agir sur différents mécanismes physiologiques et métaboliques comme :

- l’inhibition du péristaltisme du tube digestif,
- la modulation de la réponse inflammatoire et immunitaire de l’hôte,
- la dégradation des protéines tissulaires et sanguines,
- la prolifération des cellules épithéliales,
- l’activité anticoagulante,
- les modifications des sécrétions digestives et des transports hydroélectriques.

c) Symptomatologie

Les altérations mécaniques et métaboliques dues au parasitisme sont à l’origine de symptômes de nature et d’intensité variées chez la chèvre.

Ces symptômes apparaissent essentiellement pendant la saison de pâturage, mais deux périodes sont plus particulièrement risquées : le printemps et l’automne. En effet, pluviométrie et température les rendent plus favorables que les autres saisons au développement des larves. Les symptômes apparaissent généralement 4 à 5 semaines après le début de l’infestation.

Les symptômes peuvent prendre différentes formes. La plupart du temps, les strongyloses évoluent sous forme chronique. Quant aux formes aiguës, elles sont rares et concernent essentiellement les jeunes animaux ou les animaux sous-

alimentés, massivement parasités. Notons que dans ce cas, l'infestation conduit bien souvent à la mort de l'hôte ou entraîne des lésions de l'organisme irréversibles.

D'une manière générale, on classe les symptômes en deux catégories distinctes : les symptômes généraux et les symptômes spécifiques.

Les signes généraux sont à différencier entre les adultes et les jeunes. Chez les adultes, les symptômes sont surtout des pertes d'état corporel associées à une baisse de production, des troubles de la fécondité, des entérites et/ou des anémies. Pour identifier la pathologie, il faudra donc réaliser un diagnostic différentiel avec les autres infections chroniques comme la paratuberculose ou l'arthrite encéphalite caprine à virus (Brard et Chartier, 1997). Chez les jeunes, les signes évocateurs sont surtout des épisodes de diarrhée touchant plusieurs individus. Là encore, il faudra effectuer un diagnostic différentiel avec des pathologies comme les entérotoxémies par exemple.

Dans tous les cas, il est donc toujours très important de relier ces symptômes généraux aux contextes épidémiologiques (saison, type d'affouragement, conditions de sortie de chèvres...) afin d'établir le diagnostic.

Ces signes généraux communs à la plupart des espèces de strongles peuvent être associés à des symptômes plus spécifiques de certains parasites. Par exemple, l'Haemonchose pourra donner des signes d'anémie avec pâleur des muqueuses, essoufflement ou œdème des membres postérieurs.

Cette symptomatologie a des conséquences d'autant plus graves que l'espèce caprine possède une réponse moins efficace que les autres espèces aux agressions parasites.

d) Mauvaise aptitude des caprins à résister aux infestations

Cette particularité de l'espèce caprine a été étudiée en comparaison avec les ovins. Plusieurs éléments de confirmation ont été avancés.

Les études de Lejambre (1984), Pomroy et coll (1986) et Huntley et coll (1995) ont permis de montrer qu'à l'inverse des ovins, les caprins ont des niveaux d'excrétion qui présentent un aspect cumulatif au cours de la saison de pâturage. Ce phénomène viendrait confirmer l'absence d'immunité antiparasitaire chez les caprins.

De plus, la « résistance d'âge » qui est classiquement reconnue chez le mouton, semble beaucoup moins évidente chez les caprins. Pomroy et coll (1995) constatent des valeurs coproscopiques plus faibles chez les chèvres adultes que chez les chevreaux mais cette réduction semble moins importante que dans l'espèce ovine. De plus, Richard et coll (1990) font le constat inverse en observant une excrétion fécale significativement plus forte chez les chèvres âgées.

Enfin, on peut noter également chez la chèvre que l'augmentation du chargement à l'hectare a des répercussions plus importantes que chez le mouton (Lejambre, 1984). Chez les caprins, l'exploitation intensifiée des prairies aboutit à une augmentation du nombre de vers au sein du tube digestif, explicable par l'absence de réponse aux infestations.

L'ensemble de ces observations indiquent clairement que les différences d'infestation observées entre les deux espèces ovine et caprine participent plus d'une réelle déficience d'acquisition de la réponse au parasitisme au cours du temps chez la chèvre, plutôt que d'une différence de réceptivité présente dès la naissance.

Par leurs manifestations de nature et d'intensité diverses, les strongyloses entraînent donc une altération de l'état général se répercutant sur la croissance, l'état d'engraissement de l'animal et surtout les performances de productions. De plus, de par son absence de réponse aux agressions parasitaires quelque soit son âge, la chèvre reste un animal vulnérable tout au long de sa vie. La vigilance et la précocité du diagnostic des strongyloses gastro-intestinales sont par conséquent indispensables pour limiter rapidement les pertes économiques de l'éleveur.

2/ Répercussions économiques des strongyloses gastro-intestinales

a) Les pertes de productions

Ce sont surtout ces pertes de production qui justifient l'intérêt portée à la lutte contre les strongles gastro-intestinaux. Comme nous l'avons vu précédemment, les formes aiguës conduisent parfois à la perte de certains animaux, mais cela reste peu fréquent. Les principales pertes économiques proviennent des formes sub-cliniques qui, sans mettre en danger la vie de l'animal, réduisent ses capacités de production.

En France, les problèmes parasitaires chez les chèvres se répercutent essentiellement sur la production de lait. En effet, en élevage caprin, la production laitière représente 80 % de la marge brute de l'exploitation. La production de viande, quant à elle, reste anecdotique et se limite à la vente des chevreaux de l'âge d'un mois.

Les pertes de production laitière peuvent tout d'abord être causées par une mauvaise gestion du troupeau des chevrettes destinées au renouvellement du cheptel. Lorsque ces jeunes animaux sont élevés au pâturage, on constate des retards de croissance importants liés au parasitisme. Ces perturbations induisent une mise à la reproduction tardive et des réductions de production en première lactation. Aussi, la plupart du temps, les éleveurs les soustraient aux contaminations en les plaçant en chèvrerie.

Chez les adultes, les études menées pour évaluer l'impact du parasitisme sur la production de lait restent peu nombreuses :

Chez la chèvre, Farizy (1970) a montré, de manière indirecte, une augmentation de 17,6 % de la production trois semaines après avoir traité un cheptel caprin. Plus récemment, Hoste et Chartier (1993) ont réalisé une infestation expérimentale unique de chèvres, maintenues en chèvrerie, par deux espèces de strongles digestifs. Les infestations ont tout d'abord conduit à une diminution d'état corporel et surtout, ont entraîné une diminution de la production laitière de l'ordre de 6 % en moyenne par rapport aux animaux témoins. Cependant, ces pertes de

production étaient plus importantes chez les hautes productrices et pouvaient atteindre 25 %.

Chartier et Hoste (1994) ont confirmé ces résultats en montrant que la vermifugation mensuelle au Fébantel, pendant la période de pâturage, induisait une augmentation de 4 à 8 % de la production laitière chez les animaux ayant les plus fortes lactations.

Les pertes économiques de l'atelier lait ne sont pas uniquement dues au déficit quantitatif de production. En effet, quelques données semblent indiquer que le parasitisme peut également modifier la composition du lait. Ainsi, lors d'une infestation par *Trichostrongylus colubriformis* et *Haemonchus contortus*, une diminution du taux butyreux a été notée chez les animaux les plus forts producteurs (Chartier et Hoste, 1996). Or un lait moins riche est moins bien valorisé en fabrication fromagère. D'autre part, l'utilisation des anthelminthiques pourrait parfois altérer la fabrication fromagère (même si les LMR sont respectées), (Cabaret et coll, 1987).

b) Les frais thérapeutiques

Pour maintenir une production de lait satisfaisante et économiquement rentable, l'éleveur devra traiter plus souvent qu'à son habitude. Outre les pertes de productions laitières (quantitatives et qualitatives) engendrées par les strongyloses, les charges de l'éleveur sont donc accrues par le coût des soins vétérinaires supplémentaires ainsi que par le travail supplémentaire généré pour traiter les animaux malades.

Aucune étude microéconomique précise n'a été réalisée sur le coût des traitements anthelminthiques en élevage caprin. Seuls quelques éléments d'appréciation sont disponibles :

Cabaret et coll. (1986 b), mentionnent¹ que les antiparasitaires constituent 25 % des ventes de médicaments pour l'ensemble du marché caprin. Les anthelminthiques et les anti-coccidiens représentent, à eux seuls, 12 % de ce marché.

Au cours de leur étude (réalisée en 1983) portant sur l'utilisation des anthelminthiques, 49 élevages caprins laitiers de Touraine ont été étudiés. Les résultats de cette enquête ont montré que le nombre de traitements anthelminthiques en élevage au pâturage était de 3,6 (\pm 0,9) par an contre seulement 2,2 (\pm 0,9) en élevage hors-sol .

Une enquête plus récente a été réalisée par Hoste et coll (2000) sur 73 fermes réparties dans les quatre principales régions d'élevage laitier caprin (Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Centre et Rhône-Alpes) par l'intermédiaire d'un questionnaire envoyé aux éleveurs. Les données ont été collectées sur trois années : 1996, 1997, 1998. Les résultats montrent que le nombre moyen de traitements anthelminthiques annuels est de 2,74 (\pm 1,35) par an, quelle que soit la région. On constate toutefois une différence significative de la fréquence de traitement, entre les éleveurs producteurs de lait ($3 \pm 1,4$) et les fromagers ($2,34 \pm 1,17$). Ces résultats similaires à ceux de l'enquête de Cabaret en 1983, montrent que l'utilisation des anthelminthiques reste importante en élevage caprin. Or, une fréquence élevée de traitement entraîne logiquement un surcroît de dépenses.

Aux dépenses liées à l'utilisation répétée des antiparasitaires, viennent s'ajouter les frais vétérinaires lorsque les animaux déclarent des formes cliniques aiguës. Dans ce cas, il faut mettre en place une thérapeutique pour lutter contre la déshydratation et stopper la diarrhée avant d'envisager tout traitement anthelminthique.

Après avoir détaillé les conséquences physiologiques puis économiques des infestations parasitaire sur les élevages caprins, il convient à présent d'étudier les différentes méthodes de lutte existantes.

¹ dans un rapport de mission du ministère de l'agriculture datant de 1983

C/ Méthodes de lutte contre les strongyloses

1/ Les traitements actuels

a) Les molécules anthelminthiques actuellement disponibles et leur mode d'action

a-1) Molécules anthelminthiques utilisables

L'élevage de chèvres laitières (en moyenne 10 mois de lactation par an) implique l'utilisation de molécules qui ne posent pas de problèmes de résidus toxiques pour le consommateur et qui ne perturbent pas la fabrication fromagère. Après le traitement, le délai d'attente pour l'utilisation du lait doit également être le plus court possible, et si possible nul, afin d'éviter un manque à gagner trop important pour l'éleveur.

Chez les caprins, un nombre limité de produits répond à cette dernière contrainte. Il s'agit de trois molécules appartenant aux benzimidazoles ou aux probenzimidazoles (Fenbendazole, Oxfendazole, Fébantel). Le Tartrate de pyrantel était également utilisable au moment de notre étude (il est désormais interdit). Ces produits sont utilisables en lactation. Tous les autres benzimidazoles ainsi que les ivermectines, le closantel et le lévamisole, ne peuvent être employés qu'au tarissement (Cf. tableau n°3).

Outre les contraintes de productions laitières, l'anthelminthique choisi doit présenter un spectre d'activité approprié aux espèces parasites de l'élevage (Cf. tableau n°4).

Tableau 3 : Principaux anthelminthiques chez les petits ruminants et posologies spécifiques chez les caprins.

Molécules	Posologies AMM pour les strongles gastro-intestinaux (en mg/kg) ovin caprin	Temps d'attente lait AMM	Recommandations d'utilisation dans l'espèce caprine pour les strongles gastro-intestinaux
Oxfendazole	5 mg/kg	nul	10 mg/kg
Fenbendazole	5 mg/kg	nul	10 mg/kg
Fébantel	5 mg/kg	nul	10 mg/kg
Mébendazole	15 mg/kg	Interdit*	30 mg/kg
Nétobimin	7,5 mg/kg (ovin) Pas AMM caprin	Interdit*	15 mg/kg
Albendazole	3,8 mg/kg	Interdit*	7,6 mg/kg
Thiabendazole	50 mg/kg	6 traites	100 mg/kg
Lévamisole	7,5 mg/kg	Interdit*	12 mg/kg
Ivermectine	0,2 mg/kg (ovin) Pas AMM caprin	Interdit*	0,2 mg/kg
Closantel	10 mg/kg (ovin) Pas AMM caprin	Interdit*	10 mg/kg
Eprinomectine	0,5 mg/kg (ovin) Pas AMM caprin	Autorisé en lactation chez la vache laitière	1 mg/kg

* En lactation

Tableau 4 : Spectre d'activité des différents anthelminthiques utilisables chez les caprins (d'après Bussiéras et Chermette, fascicule 3 d'helminthologie vétérinaire, 1995)

Molécules	Strongles digestifs	Trichures	Cestodes	Fasciola hépatica		Dicrocoelium
				Adultes	Immatures	
Oxfendazole	++		+			
Fenbendazole	++		+			
Fébentel	++		+			
Mébendazole	++	+	+			
Nétobimin	++		+	+		++
Albendazole	++		+	+		+
Thiabendazole	++					
Lévamisole	++					
Ivermectine	++	++				
Closantel				++	+	

a-2) Mode d'action des anthelminthiques²

Les divers modes d'action des anthelminthiques conduisent à les regrouper en trois grandes catégories :

Tout d'abord, la famille des benzimidazoles et leurs dérivés. Ceux-ci agissent sur le métabolisme énergétique des strongles en inhibant l'enzyme fumarate-réductase qui intervient dans le processus de fermentation des nématodes. Ils influent également sur l'absorption du glucose à travers la barrière intestinale à partir du fluide pseudocoelomique. Cet effet résulte d'une action exercée sur les microtubules des cellules absorbantes du tube digestif et des microtubules tégumentaires des parasites. Plus précisément, c'est surtout la polymérisation de la tubuline en microtubules qui est inhibée par ces molécules. Il en résulte un épuisement des réserves glycogéniques des parasites qui inhibe la production d'ATP nécessaire à leur survie.

L'affinité des benzimidazoles pour la tubuline de l'hôte est beaucoup plus faible que pour celle des parasites ce qui explique une large sécurité d'emploi pour l'animal traité (pas d'effets secondaires pour des doses d'environ 20 fois la dose thérapeutique).

La deuxième catégorie d'anthelminthiques regroupe les molécules dont le mode d'action est similaire au lévamisole. Ces molécules agissent essentiellement sur les plaques motrices neuromusculaires des vers et conduisent ainsi à la paralysie irréversible puis à la mort des parasites. En revanche, ces composés n'ont aucune action sur les plaques motrices des mammifères.

Enfin, les ivermectines constituent la troisième famille de vermifuges. Elles agissent en bloquant les canaux Cl⁻ dépendants qui sont impliqués dans la mobilité du pharynx des vers. De plus, elles sont agonistes du GABA (acide x amino

² service de pharmacie et de toxicologie d'Alfort, 1995

butyrique) et provoquent l'immobilisation des nématodes en bloquant la transmission de l'information nerveuse. Chez les mammifères, le GABA est concentré dans le système nerveux central et, du fait de l'imperméabilité hématoencéphalique, le risque pour les animaux traités est nul. Ainsi les ivermectines ont une double action sur les vers : elles diminuent leur nutrition et paralysent le muscle somatique.

Comme nous venons de le voir, les médicaments antiparasitaires sont extrêmement techniques et efficaces. Toutefois, l'utilisation de ces produits n'est pas anodine pour l'animal. Certaines règles sont à respecter. D'autant plus que le risque d'apparition de résistance est de plus en plus préoccupant et nécessite la mise en place d'une utilisation raisonnée des produits disponibles.

b) Les limites des traitements actuels

b-1) Les résistances des helminthes aux antiparasitaires

b-1-1) Emergence et prévalence des résistances aux anthelminthiques

D'après une définition de l'O.M.S. (1957), *“une population chimiorésistance est une population de parasites ayant génétiquement acquis la capacité de résister à des concentrations d'antiparasitaires habituellement létales pour des individus de cette espèce”*.

Les premiers cas de suspicion de résistance aux anthelminthiques mentionnés dans la littérature, remontent à 1975 (Barger) cités par Van Wyk et coll (1989). Les pays de l'hémisphère sud (Australie, Afrique du Sud, Nouvelle-Zélande), les plus sévèrement touchés par ce problème, s'y sont intéressés en premier et ont cherché des solutions.

En France, ce phénomène a été identifié plus tardivement. Ce n'est qu'en 1985 que deux cas d'élevages caprins résistants aux anthelminthiques, sont

mentionnés (Kerboeuf et Hubert, 1985). Un peu plus tard, une enquête de Kerboeuf et coll.(1988) menée sur 26 élevages caprins du Val de Loire, montre que dans 20 % des cas, il y a résistance à plusieurs produits, principalement aux benzimidazoles. Plus récemment, Chartier et coll. (1998) ont découvert, au cours d'une enquête sur la prévalence de la résistance aux anthelminthiques menée en Poitou- Charentes, que 15 élevages sur 18 sélectionnés, étaient résistants aux benzimidazoles. De nombreuses études viennent confirmer cette très forte prévalence des résistances aux anthelminthiques et particulièrement aux benzimidazoles, chez les élevages caprins français.

Quelques caractéristiques de la résistance des strongles sont maintenant bien connues.

Tout d'abord, même si la résistance concerne majoritairement la famille des benzimidazoles, elle a été retrouvée pour toutes les classes d'anthelminthiques, y compris les plus récentes comme les avermectines (Van Wyk et Malan, 1988). En fait, la résistance peut être dirigée soit contre une seule molécule, soit contre une famille chimique comme les benzimidazoles (on parle alors de résistance de famille), ou encore contre plusieurs familles chimiques (on parle alors de résistance croisée).

Les espèces de strongles potentiellement résistantes aux anthelminthiques sont nombreuses. Elles comprennent *Haemonchus contortus*, en premier lieu, *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia spp* et *Nématodirus spp* (Beugnet et Kerboeuf, 1997).

Enfin, même si la chimiorésistance touche majoritairement les petits ruminants (ovins et caprins), les équins et les porcins sont également concernés. Des cas commencent à être signalés chez les bovins.

b-1-2) Les mécanismes d'acquisition des résistances

b-1-2-1) Mécanisme génétique : l'existence de mutations chez les strongles

La plupart des études menées dans ce domaine, concernent les résistances aux benzimidazoles. La biologie moléculaire a permis de préciser qu'un facteur génétique était à l'origine de l'acquisition de la résistance à cette famille d'anthelminthiques.

Elard et coll.(1996) ont montré chez *T. circumcincta* que certains individus au sein d'une population infestante, présentent une mutation sur l'isotype 1 du gène de la β -tubuline (site d'action des benzimidazoles, cf « les molécules utilisables et leurs modes d'action»). Cette mutation existe en position 200 de ce gène et se traduit par le remplacement d'une phénylalanine par une tyrosine dans la protéine codée. Cette mutation a été mise également en évidence chez *T. circumcincta* mais aussi chez *H. contortus* (Kwa et coll, 1994) et *T. colubriformis* (Grant et Mascord, 1996).

Les benzimidazoles ne sont pas les seules molécules soumises aux phénomènes de résistances. Plus récemment, on a découvert des mécanismes analogues concernant la résistance aux ivermectines. Une étude portant sur *H. contortus* (Xu M. et coll, 1998) a montré que certaines P-glycoprotéines qui interviennent comme transporteurs membranaires et exportent des molécules d'anthelminthiques en dehors des cellules, seraient impliquées dans le mécanisme de résistance. L'ADN de P-glycoprotéines provenant d'une souche d'*H. contortus* résistant a été cloné et séquencé. L'analyse de la séquence montre une analogie de 61 à 65 % avec des séquences codantes pour des P-glycoprotéines reconnues comme intervenant dans des phénomènes de résistances à plusieurs familles d'anthelminthiques. D'autre part, une altération sur le locus codant pour la P-glycoprotéine a été mise en évidence chez la souche d'*H. contortus* résistance en comparaison avec des souches sensibles. Cette étude suggère qu'une P-glycoprotéine particulière interviendrait dans les mécanismes de résistance aux ivermectines.

Les mutations génétiques n'expliquent pas à elles seules l'acquisition de résistances aux anthelminthiques dans un élevage. Un mécanisme de pression sélective doit en plus s'exercer.

b-1-2-2) Les facteurs de sélection

Les mécanismes de pression sélective favorisant l'émergence d'une population de vers résistants aux benzimidazoles ont logiquement été étudiés. Les travaux ont établi que l'allèle de résistance aux benzimidazoles était récessif. En effet, lorsque l'on soumet une population de larves résistantes à des traitements aux benzimidazoles, on s'aperçoit que seuls les individus de type (Tyr/Tyr) peuvent survivre. Les autres individus (Phe/Tyr) et (Phe/Phe) sont éliminés. Cette constatation met en évidence la nécessité d'une pression sélective par le biais des traitements anthelminthiques qui entraîne une diminution du polymorphisme de la β -tubuline et la sélection des individus possédant les deux allèles récessifs (Tyr/Tyr).

Les facteurs de sélection reposent essentiellement sur la mauvaise utilisation des anthelminthiques :

En premier lieu, le sous-dosage des traitements est fréquemment pratiqué. D'après Barnes et coll. (1995), les sous-dosages légers favorisent beaucoup plus l'émergence de la chimiorésistance que les sous-dosages massifs. En effet, lors de sous-dosages massifs, certains parasites sensibles sont également épargnés et constituent une réserve de sensibilité parasitaire.

En deuxième lieu, la fréquence des traitements intervient dans le mécanisme d'acquisition des résistances. Plus la fréquence est élevée, plus la pression sélective est importante et favorise le développement d'individus résistants. Un sondage réalisé en Nouvelle-Zélande en 1982, sur 47 élevages caprins laitiers (Kettle et coll, 1983) confirme cette relation. Les résultats montraient une fréquence des traitements significativement plus faible dans les élevages non résistants.

La mauvaise utilisation des anthelminthiques conduit à favoriser la pression de sélection en faveur des résistances aux antiparasitaires, en particulier aux benzimidazoles. Il est donc nécessaire de respecter les consignes d'utilisation des produits dans l'espèce caprine afin de préserver leur efficacité.

b-1-3) Les bonnes pratiques de vermifugation

L'efficacité des anthelminthiques nécessite l'application de certaines règles spécifiques à l'espèce caprine. Ces règles sont surtout à respecter pour prévenir le développement de résistance aux anthelminthiques dont la prévalence est très inquiétante en élevage caprin (Chartier et Hoste , 1997).

b-1-3-1) Connaître le statut de l'élevage à l'égard des résistances et éviter leur introduction

Pour cela, un test de vérification de l'efficacité des benzimidazoles est recommandé régulièrement (une fois par an). De même, lors de l'introduction de nouveaux animaux dans le troupeau, il est souhaitable de réaliser un traitement anthelminthique et de vérifier son efficacité avant de les mélanger au reste du cheptel. On évite ainsi l'intégration, au sein du troupeau, d'individus hébergeant des parasites résistants.

b-1-3-2) Réduire la fréquence des traitements

La deuxième recommandation porte sur la fréquence des traitements. En effet, il faut chercher à limiter le nombre de traitements à trois par an, en les concentrant sur les périodes à risque (printemps et automne). Il faut également choisir le bon spectre du vermifuge en fonction du type de parasitose.

Rappelons que seuls les animaux à risque doivent être traités, c'est à dire les chèvres qui vont au pâturage. En zéro-pâturage, à l'exception de *Strongyloides papillosus*, les animaux n'hébergent pas de nématodes pathogènes. Il est donc inutile d'appliquer un anthelminthique dans ces conditions, sauf lors de strongyloïdose aiguë.

b-1-3-3) Alternner les molécules

Il est préférable d'alternner les familles d'anthelminthiques pour retarder les risques d'apparition de résistances aux traitements. Cette alternance suppose donc de traiter avec des molécules de familles différentes au cours de la lactation et au tarissement.

b-1-3-4) Respect des posologies adaptées à l'espèce caprine

Plusieurs consignes sont à respecter afin de réaliser une bonne administration d'anthelminthique.

Tout d'abord, les doses de vermifuges doivent être calculées en fonction du poids de l'animal le plus lourd chez les adultes et les chevrettes. Prendre pour base un poids moyen estimé pour le troupeau conduit à des sous-dosages chez les chèvres de fort gabarit, ce qui sélectionne les résistances.

D'autre part, les produits qui sont administrés *per os*, doivent être donnés en arrière de la langue et sous un volume limité. Il est préférable de choisir les formulations les plus concentrées. En effet, l'administration de petits volumes permet d'éviter le phénomène de fermeture de la gouttière œsophagienne qui conduit à modifier le métabolisme et l'activité des molécules.

Enfin, il faut souligner que la plupart des éleveurs se réfèrent, pour traiter, à la posologie ovine mentionnée sur les produits car la majorité des anthelminthiques n'ont pas d'AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) spécifique des caprins. Une enquête récente menée par Hoste et coll. (2000) dans quatre régions de production laitière caprine (Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées, Centre et Rhône-Alpes) a montré que sur la totalité des fermes (73), 45% d'entre elles utilisaient les benzimidazoles à la dose ovine. Or, de nombreuses expériences ont montré des différences de pharmacocinétique des anthelminthiques entre ovin et caprin, en particulier pour les benzimidazoles.

Hennessy et coll. (1993) ont prouvé qu'il existait une différence dans la métabolisation de l'albendazole entre la chèvre et le mouton. Les résultats montrent que le principal métabolite actif (le sulphoxide d'albendazole) est faiblement synthétisé chez la chèvre en raison d'un phénomène de séquestration de l'albendazole au niveau du foie, mécanisme qui n'existe pas chez le mouton. A posologie égale, il en résulte donc une différence d'efficacité de cette molécule chez les ovins et les caprins.

Des études similaires menées pour d'autres benzimidazoles, pour le lévamisole, pour le Clorsulon (Galtier et coll., 1981 ; Sangster et coll., 1991 ; Sundolf et Whitlock, 1992) et dernièrement pour les avermectines (Chartier et Coll., 2001), aboutissent aux mêmes conclusions. Par conséquent, les doses ovines d'anthelminthiques doivent être adaptées (souvent doublées) pour obtenir une efficacité comparable chez la chèvre.

L'augmentation des posologies pose un problème de détermination du délai d'attente. Les informations nécessaires ne sont pas disponibles pour toutes les molécules (Chartier et coll., 2001). D'autre part, d'une manière générale, l'utilisation des anthelminthiques hors AMM ne pourra se faire que sous la responsabilité du vétérinaire prescripteur. Il devra pouvoir justifier le choix du temps d'attente qu'il aura fixé en se basant sur des données scientifiques solides (Puyt, 2002).

Le rappel de ces consignes d'utilisation vise à insister sur le fait que seule une utilisation raisonnée et raisonnable des produits permettra la prévention de l'apparition des chimiorésistances.

Outre les problèmes de résistances, les traitements actuels peuvent également engendrer des problèmes d'intolérance locale ou générale pour l'animal.

b-2) Intolérance locale et toxicité des produits

Quelques précautions d'ordre plus général doivent être appliquées lors de l'administration des produits afin que l'animal supporte bien le traitement. Pour éviter

les phénomènes d'intolérance locale, l'administration des produits injectables doit être réalisée avec le plus grand soin. En effet, toute réaction douloureuse de l'animal peut nuire à sa production laitière par un mécanisme de rétention lactée. De plus, certaines molécules comme le closantel ou les ivermectines sont mal tolérées par voie sous-cutanée. On choisira donc plutôt l'utilisation *per os* qui est aussi la voie d'administration la plus pratique pour les éleveurs.

Par ailleurs, les éleveurs devront prendre garde à la toxicité spécifique de certaines molécules. En effet, la toxicité du lévamisole a souvent été décrite chez les caprins : elle entraîne des signes d'hyperesthésie, de tremblement ou de prostration, des larmoiements et une forte salivation. Ces effets peuvent se manifester lors de l'administrations *per os*, mais c'est la voie intramusculaire qui présente le plus de risque. Elle est donc à proscrire absolument chez la chèvre. De plus, certaines races à poil long (angora et cachemire) sont plus sensibles que les autres au lévamisole. Il est préférable d'utiliser une autre molécule pour ces animaux.

Enfin, certains benzimidazoles ou leurs dérivés présentent une embryotoxicité. Des produits comme l'albendazole, ne devront donc pas être employés pendant les trois premiers mois de gestation.

Après avoir évoqué les problèmes de résistances et d'intolérance engendrés par les traitements actuels, nous nous intéresserons aux contraintes sanitaires qu'impose l'emploi des anthelminthiques.

b-3) Le problème des résidus dans le lait³

L'utilisation des anthelminthiques pendant la période de lactation est réduite à un petit nombre de molécules. En effet, les LMR (limites maximales de résidus) ont été définies pour quelques molécules seulement et tiennent compte des éventuels phénomènes de toxicité (Cf. tableau n° 3).

³ service de pharmacologie et de toxicologie d'Alfort, 1995

Pour les benzimidazoles et les probenzimidazoles, les doses journalières autorisées (DJA) des composés tératogènes dans les denrées alimentaires, sont calculées avec des coefficients de sécurité de 1000. Les composés dont les teneurs dans le lait dépassent la LMR, ne sont pas autorisés chez les femelles laitières. Seuls le fenbendazole, le fébantel et l'oxfendazole sont autorisés en lactation. Le thiabendazole est également autorisés mais peu rentable. En effet, un délai d'attente de 6 traites est nécessaire, ce qui représente une perte économique de 3 jours de production laitière pour l'ensemble du troupeau.

Le lévamisole ne présente pas d'action toxique sur la fonction de reproduction. Ce composé était autorisé chez les femelles en lactation jusqu'en 1995, puis il a été interdit faute d'information complémentaire pour définir les LMR.

Théoriquement, pour les ivermectines le délai d'attente est de 28 jours mais certaines études montrent que, même passé ce délai, le lait recueilli est doué d'une activité insecticide. Par conséquent, ces molécules ne sont pas, en général, utilisées en lactation.

Cependant, une nouvelle molécule appartenant à cette famille, fait exception. Il s'agit de l'éprinomectine. De récents travaux menés par Chartier et coll (1999) ont montré que cette molécule, utilisée à la dose préconisée chez la vache laitière (0.5 mg/kg), présentait une efficacité de l'ordre de 98 à 100 % contre les trois principales espèces parasites des caprins (*H. contortus*, *T. circumcincta*, *T. colubriformis*). Or, cette molécule présente un avantage majeur : elle possède un délai d'attente nul chez la vache laitière. A l'heure actuelle, ce produit ne possède pas encore l'AMM caprin.

On constate donc que les contraintes de délai d'attente pour éviter la contamination du lait par les résidus d'anthelminthiques, diminuent considérablement le choix des produits utilisables en lactation. Cette réalité constitue une restriction aux traitements anthelminthiques actuels, mais elle vient surtout renforcer les problèmes de chimiorésistance des parasites. Devant une palette médicamenteuse

limitée, il est nécessaire de préserver l'efficacité des molécules existantes et de développer de nouvelles méthodes de lutte.

2/ Vers de nouvelles méthodes de lutte.

Trois options peuvent être envisagées. La première consiste à renforcer la réponse de l'hôte vis à vis des parasites. La seconde repose sur une diminution des contaminations des prairies et une gestion raisonnée du pâturage. La dernière s'appuie sur une meilleure utilisation des anthelminthiques afin de préserver leur efficacité.

a) Renforcer la réponse de l'hôte

a-1) La vaccination

Actuellement, il existe un seul type de vaccin contre les nématodes commercialisé (mais pas encore en France) : celui contre la dictyocaulose bovine. Des recherches, menées pour la mise au point d'un vaccin contre *Haemonchus contortus*, ont débouché sur le concept d' « antigène caché » (cité par Hoste et Chartier, 1997). Ce terme désigne les fractions d'antigènes non exposés habituellement à la réponse de l'hôte lors d'infestations. La protéine choisie pour élaborer le vaccin contre l'haemonchose (H11) est un constituant de la paroi du vers. Naturellement, elle n'est pas reconnue par l'animal parasité, car elle n'a aucun contact avec son système immunitaire (l'utilisation de tels épitopes antigéniques dans la conception des vaccins, permet d'éviter les éventuels mécanismes d'échappement que les vers peuvent développer). Lors de l'administration du vaccin, l'animal produit des anticorps contre cette protéine et lorsque les vers hématophages s'alimentent, ils absorbent ces anticorps qui s'associent aux antigènes spécifiques. Les lésions intestinales produites provoquent la mort des vers.

Les niveaux de protection de ce vaccin semblent satisfaisants (de l'ordre de 90 %). Toutefois, la commercialisation passe par la mise au point de vaccins

capables d'immuniser les animaux contre plusieurs espèces de strongles, les infestations parasitaires étant caractérisées par un polyparasitisme.

Pour mettre en place un vaccin efficace contre les strongyloses, il faudrait pouvoir identifier un antigène caché commun aux principales espèces parasitaires. Une telle recherche n'a pas encore abouti puisque seul un vaccin contre *Haemoncus contortus* est actuellement en voie de développement.

L'utilisation d'un vaccin contre les strongyloses nécessite également la possibilité de pouvoir fabriquer les doses vaccinales en grandes quantités. Or, des limites techniques entravent actuellement une telle fabrication.

a-2) La sélection génétique

Une autre piste de recherche passe par la sélection génétique d'hôtes résistants et/ou résilientes au parasitisme. Elle s'appuie sur la différence de sensibilité des individus vis à vis du parasitisme. La plupart des informations à ce sujet, ont été recueillies chez les ovins. Peu de données existent pour les caprins.

Les différences de sensibilité au parasitisme ont, tout d'abord, été mise en évidence chez diverses races de chèvres. Ainsi Cabaret et Anjorand (1984) et Richard et coll. (1990), ont montré que dans des conditions naturelles, les Saanen semblent excréter plus d'œufs que les Alpines.

Plus récemment, une relation phénotypique entre la production laitière et la sensibilité au parasitisme a été mise en évidence. Hoste et Chartier ont montré au cours de plusieurs expériences (1993 et 1994) que les chèvres les plus fortes productrices étaient moins résistantes (capacité à lutter contre l'infestation) et moins résilientes (capacité à supporter les conséquences physiopathologiques néfastes des parasites) au parasitisme. Cependant, il reste à prouver que le lien entre production de lait et parasitisme est bien basé sur une relation génétique et qu'il ne s'agit pas uniquement de conséquences dues au stress de production et aux déséquilibres nutritionnels.

Cette dernière relation est controversée par Morris et coll. (1997) qui montrent que la corrélation génétique entre production de lait et excrétion parasitaire est faible et négative.

Ces deux axes de recherche (vaccinale et génétique) représentent des solutions à long terme. Beaucoup de travail reste encore à fournir dans ces domaines. Dans l'immédiat, ils semblent donc peu adaptés à répondre au problème urgent des résistances aux anthelminthiques chez les caprins.

b) Gestion du pâturage et décontamination des prairies

b-1) Gestion du pâturage

Le traitement anthelminthique ne doit pas intervenir seul dans la maîtrise du parasitisme. Il doit être associé à une gestion raisonnée du pâturage afin de limiter le risque de contamination parasitaire.

Tout d'abord, il faut proscrire le pâturage commun entre les chevrettes et le reste du troupeau. En effet, les jeunes chèvres qui n'ont pas encore été en contact avec les parasites, ne possèdent pas une immunité suffisamment développée pour lutter contre des infestations massives. Or les chèvres plus âgées sont susceptibles d'excréter beaucoup d'œufs sur les prairies et de favoriser des contaminations importantes chez les chevrettes. Ces dernières ne pouvant faire face aux infestations massives risquent de déclarer des formes cliniques pouvant entraîner la mort.

L'un des principaux facteurs de risque favorisant le parasitisme est le chargement à l'hectare : plus il est important, plus les animaux sont parasités. On veillera donc à ce que la charge animale par hectare ne soit pas trop importante (supérieure à 2 UGB/ha, 1 UGB=6 chèvres) sinon la quantité d'herbe disponible (et non souillée) par chèvre diminue. Dans ce cas, elles pâturent plus près des zones de refus (aires de défécations) où les risques de contamination sont plus élevés en raison des fortes concentrations de larves. Ce phénomène a pu être mis en évidence dans de récentes enquêtes épidémiologiques (Etter et coll, 2000 ; Vallade et coll, 2000) portant sur 27 élevages caprins répartis dans les quatre principales régions de production caprine (Midi- Pyrénées, Poitou-Charentes, Centre, Rhône-Alpes).

Il faut également éviter, si possible, de sortir les chèvres au cours des heures à risque, c'est à dire à l'aube et au crépuscule lorsque la rosée est trop importante (cf cycle parasitaire des strongles gastro-intestinaux). Les larves attirées par l'humidité, se localisent alors au sommet des brins d'herbe, ce qui favorise leur ingestion par les hôtes.

L'introduction de parcours dans le système d'exploitation est aussi une technique efficace dans la prévention du parasitisme. Elle consiste à « promener » les animaux qui s'alimentent au fil de leur trajet. Ce type d'exploitation comporte deux avantages. Premièrement, elle répond parfaitement aux habitudes alimentaires de la chèvre qui préfère grignoter les arbustes et qui apprécie la diversité dans son alimentation. Deuxièmement, le parcours évite aux animaux l'ingestion de larves infestantes car les chèvres ne consomment pas leurs aliments sur le sol mais plutôt en l'air. Dans ce type d'exploitation, les animaux ne sont également que très rarement amenés à pâturer les mêmes parcelles. L'inconvénient majeur de cette pratique, est la disponibilité importante que doit avoir l'éleveur pour surveiller ses animaux.

La dernière recommandation concernant la gestion du pâturage porte sur le changement de parcelle après un traitement anthelminthique afin d'éviter qu'ils se recontaminent. Cette pratique ne doit toutefois s'appliquer que s'il n'existe pas de résistance aux anthelminthiques sinon on risque de disséminer les parasites résistants sur toutes les parcelles.

Ces recommandations sur la gestion du pâturage ne peuvent à elles seules juguler le parasitisme. Certaines méthodes ont été proposées pour chercher à réduire la charge parasitaire des parcelles.

b-2) La décontamination des prairies

Des techniques agronomiques d'assainissement des prairies complètent les mesures de lutte contre le parasitisme. Elles s'appuient sur plusieurs méthodes (citées par Hoste et Chartier, 1997, perspective lutte).

Tout d'abord, l'assainissement des prairies peut passer par **la mise au repos de la parcelle**. Cependant, pour que cette méthode soit efficace, il faut envisager un temps de repos de 6 mois à un an en zone tempérée. Or, cette contrainte pose bien souvent des problèmes d'organisation et l'éleveur doit posséder une surface de pâturage très importante.

Une seconde technique consiste en la rotation rapide des prairies (rythme de quelques semaines à deux mois). Si la méthode se révèle efficace en zone tropicale (Barger et al, 1994), elle est souvent décevante en zone tempérée. Ainsi, une étude menée par Hoste et coll. (1999) comparant un lot de chèvres en pâturage continu et un autre en pâturage tournant, montre qu'il n'existe pas de différence statistiquement significative entre ces deux modes de pâturage du point de vue parasitaire.

L'assainissement passe également par **le retournement des prairies par labour en hiver**. Il est généralement estimé qu'une parcelle retournée et réensemencée tous les deux à trois ans permet de maintenir un niveau de parasitisme modéré. L'emploi d'amendement particulier à visée antiparasitaire (cyanamide calcique, scories potassiques, sulfate de fer) semble par contre peu efficace contre les trichostrongles, même si l'efficacité est montrée contre les mollusques.

Enfin, on peut aussi envisager **le pâturage mixte** pour "nettoyer les prairies", en faisant pâturer deux espèces d'hôtes différentes de façon simultanée ou décalée. Cette méthode est basée sur la forte spécificité des parasites pour l'hôte. Un parasite ingéré par un autre animal qui n'est pas son hôte habituel, ne peut s'implanter ni se développer. On parle alors d'impasse parasitaire car le cycle de développement ne se déroule pas jusqu'au bout. Le pâturage mixte permet donc un nettoyage réciproque des prairies par les deux espèces animales. Du fait de la forte communauté parasitaire entre chèvres et moutons, ce principe ne peut s'appliquer à ces deux espèces de petits ruminants. Il peut toutefois être réalisé en mélangeant des petits ruminants avec des bovins. En pratique, cette méthode est à utiliser avec beaucoup de précaution pour plusieurs raisons.

- D'une part, certaines souches parasitaires spécifiques d'un hôte peuvent s'adapter à d'autres espèces qui partagent le pâturage mixte.

- D'autre part, les caprins sont des animaux ayant une très faible réponse immunitaire vis-à-vis du parasitisme. Quel que soit leur âge, ces animaux présentent des niveaux d'infestations généralement élevées et des excréments fécaux d'œufs de strongles importantes. Ils favorisent donc la contamination

massive des prairies (Hoste et Chartier, 1997), ce qui peut être préjudiciable pour les autres espèces, en particulier les moutons.

- Enfin, les caprins développent très facilement des résistances aux anthelminthiques et peuvent les disséminer au sein des autres espèces.

Des recherches dans le domaine de la **lutte biologique** sont également amorcées. Le principe consiste à minimiser l'infestation d'un pâturage en exploitant les « prédateurs » naturels des larves infestantes.

Des essais de neutralisation des stades parasites libres (larves de stade 3) ont été réalisés avec divers agents biologiques (toxine de *Bacillus thuringiensis*, champignons nématophages). Parmi les agents potentiels de lutte, les champignons microscopiques offrent des perspectives de lutte prometteuses (Larsen, 1999). Deux grands groupes de champignons peuvent être utilisés : des champignons prédateurs des larves infestantes par des pièges et des champignons qui infectent ces larves par des spores. Ces champignons doivent être aptes à passer par le tube digestif de l'hôte sans être affectés, à germer et à se développer dans les fécès pour continuer à détruire les larves de nématodes qui s'y trouvent. L'absence de toxicité des champignons pour l'hôte est bien sûr une autre condition indispensable. Les difficultés pratiques concernent le mode de distribution des spores puisque l'efficacité de la méthode suppose une distribution quotidienne. De plus, un des principaux domaines qui demeure à explorer est l'impact de la dissémination de ces champignons sur les écosystèmes prairiaux.

Cependant, une telle méthode ne peut, à elle seule, juguler le parasitisme. Elle doit s'intégrer dans une politique de lutte raisonnée qui s'appuie sur un ensemble de méthodes complémentaires.

c) L'utilisation raisonnée des anthelminthiques : la chimiothérapie sélective

Cette démarche s'inscrit dans une volonté de préserver l'efficacité des quelques anthelminthiques actuellement disponibles sur le marché caprin et de prévenir l'apparition des phénomènes de résistance, en les utilisant avec discernement.

Le principe général est de laisser persister dans les populations d'helminthes, des individus ayant des allèles de sensibilité aux anthelminthiques. L'allèle de résistance étant récessif (Cf. « facteurs de sélection des résistances »), on parvient par dilution de cet allèle à freiner le développement des résistances (Barnes et coll, 1995).

Afin de préserver des allèles de sensibilité aux anthelminthiques dans un troupeau, on diminuera la pression sélective en ne traitant que les animaux qui en ont réellement besoin (apparition de signes cliniques, mise en danger de la productivité de l'élevage). Il est donc impératif de bien cibler les individus les plus excréteurs au sein d'un troupeau (et par conséquent, ceux qui représentent un fort risque en terme de contamination) et de n'appliquer les traitements qu'à ces animaux afin de maintenir un niveau parasitaire suffisamment faible pour l'ensemble du groupe. La difficulté de cette méthode tient à l'identification des forts excréteurs et à la définition du seuil à partir duquel on décide de traiter ces animaux.

L'identification peut passer par l'utilisation de coproscopies sur l'ensemble des animaux. Ce protocole a été appliqué chez le cheval (Deschamp, 1997). Il s'inspire de Duncan et Love (1991) et Gomez et Georgi (1991) qui l'ont déjà testé avec succès sur cette espèce. Durant l'étude de Deschamp, des juments de haras ont été suivies par coproscopies pendant toute la durée du protocole (coproscopies réalisées tous les deux mois pendant une année). Seules, les juments présentant des excrétions d'œufs supérieures à 100 EPG (EPG signifiant "Excrétion d'Oeufs par Gramme") sont traitées à l'ivermectine. Certaines juments ont ainsi été dispensées de traitements pendant toute la durée du protocole (une année) et le parasitisme dans les différents haras étudiés a été jugulé. Outre la réduction de la pression de

sélection, la méthode présente également un second intérêt puisqu'elle conduit à la diminution du coût d'utilisation de ces produits.

L'autre moyen d'identification des animaux fortement parasités au sein d'un troupeau, est de disposer de marqueurs cliniques. Vatta et coll. (2001) ont développé, en Afrique du Sud, un système d'évaluation de la gravité de l'infestation par *Haemonchus contortus* (FAMACHA) chez la chèvre. Ce système est basé sur l'appréciation de la couleur de la muqueuse oculaire. Cinq catégories permettent d'évaluer le degré d'anémie des animaux et seul les animaux considérés en danger sont traités. Ce test présente une sensibilité de l'ordre de 76 à 85 % ce qui signifie qu'il permet d'identifier correctement 76 à 85 % des animaux qui nécessitent d'être réellement traités. La spécificité est par contre plus faible, de l'ordre de 52 à 55 %. Elle montre qu'une large proportion d'animaux sont traités alors qu'ils n'en ont pas réellement besoin. L'application de cette méthode semble très intéressante pour des régions tropicales et subtropicales où *Haemonchus contortus* est le parasite le plus rencontré. Dans nos régions, le système FAMACHA présente beaucoup moins d'intérêt car la prévalence de ce parasite est moins importante et plus aléatoire.

Enfin, les animaux fortement excréteurs peuvent être repérés à partir de marqueurs phénotypiques. C'est l'objet de l'étude expérimentale qui va suivre. Pour identifier les animaux forts excréteurs, nous nous sommes basés sur plusieurs observations réalisées au cours d'études antérieures. Les hypothèses avancées étaient les suivantes :

- 1- Au sein d'un troupeau caprin naturellement infesté, seul un petit nombre d'individus présente des niveaux parasitaires très élevés et représente un danger important de contamination pour le reste du troupeau via les prairies (Hoste et coll , 2001 et 2002). Cette constatation se traduit d'un point de vue statistique, par une répartition des données coproscopiques de type binomiale négative.

- 2- Ce sont les mêmes individus forts excréteurs qui sont mis en évidence au cours d'une saison de pâturage (rapport de stage de 4^{ème} année, INRA de Nouzilly, non publié).
- 3- Deux catégories de chèvres correspondent à ces animaux forts excréteurs : les bonnes laitières (Hoste et Chartier, 1993 et 1994) et les primipares (Hoste et coll, 1999).

Notre étude a porté sur deux années consécutives (1998 et 1999). Elle a été réalisée sur 10 élevages de la région Centre. Elle s'inscrivait dans un programme d'étude plus vaste puisque le même suivi a été réalisé dans trois autres régions : Poitou-Charentes, Rhône-Alpes, Midi- Pyrénées. La première année d'étude nous a servi à bâtir un référentiel sur 10 élevages caprins laitiers présélectionnés en 1997. Un suivi parasitaire et une enquête dans ces différents élevages ont été menés sur toute la saison de pâturage. Il s'agissait d'évaluer s'il existait réellement un problème de parasitisme dans ces élevages, comment était-il géré et avec quels résultats ? Le suivi parasitaire nous a permis également de vérifier si les hypothèses de travail avancées (mentionnées ci-dessus) concordaient avec les résultats obtenus dans les différents élevages. L'année 1998 a conduit aussi à évaluer le statut des élevages vis à vis des résistances aux benzimidazoles. Au terme de cette première année, nous avons pu sélectionner les élevages qui entreraient dans l'essai de traitement sélectif.

L'année 1999 a eu pour objectif de vérifier la faisabilité du traitement sélectif dans les élevages retenus en 1998 et de répondre à la question suivante : « Peut-on appliquer un traitement sélectif aux élevages caprins afin de juguler le parasitisme tout en maintenant une bonne production laitière ? »

PARTIE 2 : Essai de traitement sélectif en élevages caprins

A/ MATERIEL ET METHODES

1/ Matériel : les élevages sélectionnés

Cette étude porte sur des élevages caprins de la région centre. Il faut toutefois souligner qu'elle s'inscrit dans une enquête plus vaste menée par Hoste et coll (2000) englobant la région centre mais aussi les régions Poitou-Charentes, Rhône-Alpes et Midi-Pyrénées.

Une visite d'élevage a été réalisée dans chaque troupeau à la fin de l'année 1997 afin de déterminer le profil de chacun.

a) Les critères de sélection

Les élevages sélectionnés pour notre étude ont été choisis selon des critères bien précis. Trois conditions étaient nécessaires : les animaux devaient utiliser le pâturage, les éleveurs devaient avoir une estimation de leur production laitière annuelle. Enfin, ils devaient être volontaires pour s'investir pleinement dans une expérimentation sensée durer deux ans (1998 et 1999). Une dizaine d'élevages en région Centre répondant à ces critères, ont été présélectionnés.

b) Localisation des élevages

Ces 10 élevages se répartissaient sur deux départements de la région Centre: le Cher (4 élevages) et le Loir et Cher (6 élevages). Cette région constitue l'un des pôles de concentration de l'élevage caprin en France, avec la région Poitou-Charentes et la région Rhône-Alpes.

Différentes zones d'appellation contrôlée étaient couvertes par nos 10 élevages. Dans le Cher, trois élevages étaient situés sur la zone d'appellation du « crottin de

Chavignol » (nord du département) et un éleveur résidait près de Vierzon (ouest du département) ; zone sans appellation .

Dans le Loir-et-Cher, les six élevages étaient regroupés au sud, sud-ouest du département , sur la zone d'appellation "Selles sur Cher".

(voir annexe 1)

c) Les animaux

Deux races étaient représentées dans ces élevages; les Alpines à robe chamoisée et les Saanen à robe blanche. Cinq élevages possédaient des troupeaux d'Alpines, quatre autres des troupeaux mixtes et un dernier, un troupeau composé de chèvres issues de croisements variés. La taille des troupeaux était en moyenne de 72 animaux par élevage (elle variait de 50 à 90 chèvres).

d) La production

La production annuelle par chèvre variait de 510 à 990 litres avec une moyenne de 697 litres par chèvre (ce qui est en dessous de la moyenne nationale de 775 Kg par chèvre et par an, relevée par l'Institut de l'Élevage en 1998 sur les troupeaux inscrits au contrôle laitier).

Sur les 4 élevages du Cher, deux étaient producteurs de lait et deux fromagers (dont un en agriculture biologique).

Dans le Loir-et-Cher, sur les 6 élevages, 5 étaient fromagers et 1 seul, producteur de lait.

Tableau 5 : Typologie des élevages

	<i>Lait produit (L)/an</i>	<i>type de production</i>	<i>Nombre de chèvres et races</i>	<i>autres animaux</i>	<i>UGB caprines</i>	<i>UGB totales</i>	<i>Ha SFP</i>	<i>chargement (UGB/Ha SFP)</i>
Eleveur A	30000	Fromager	50 (Alp,Saa)	10 cochons	8,3	8,3	15	0,55
Eleveur B	55000	Fromager	86 (Alp, Saa)		14,3	14,3	9,64	1,48
Eleveur C	55000	Laitier	58 (Alp)	VL 14, BV 20	9,7	43,7	17	2,57
Eleveur D	56000	Fromager	80 (Alp)	VA 60	13,3	73,3	80	0,91
Eleveur E	40000	Laitier	79 (Alp,Saa)		13,2	13,2	14	0,94
Eleveur F	59000	fromager	90 (Alp, Saa, Croisées)		15	15	150	0,1
Eleveur G	40000	Laitier	85 (Alp)	VL 30	14,2	44,2	72	0,61
Eleveur H	56000	fromager	70 (Alp, Saa)		11,7	11,7	15	0,75
Eleveur I	52000	fromager	82 (Alp)	BV 21	13,7	37,7	42	0,89
Eleveur J	60000	fromager	70 (Alp)		11,7	11,7	15	0,77

BV : bovin viande, VL : vache laitière, VA : vache allaitante / * 6 chèvres 1 UGB

Tableau 6 : Conditions de sortie des animaux au pâturage

Elevage	Sortie en cas de pluie			Sortie avant ou après la rosée	Abreuvement au prés	Pâturage de nuit	Chute de lait tolérée	Modification de conduite
	Pluie fine	Pluie	Brouillard					
Eleveur A	Non	Non	Oui	Après	Rivière	Non	-	-
Eleveur B	Les chèvres décident				Chèvrerie	Selon la température	-	-
Eleveur C	Non	Non	Non	Après	Oui	Non	Non (Chute importante)	Fourrage, Changement de parcelle, concentré
Eleveur D	Non	Non	-	Avant	Oui	Non	Non (Chute = 15-20 Juin)	Fourrage (luzerne, concentré)
Eleveur E	Oui	Oui	Oui	-	Oui	Oui	Non	Changement de parcelle, Fourrage
Eleveur F	Non	Non	Non	-	Non	Non	Oui	-
Eleveur G	Les chèvres décident				Chèvrerie	-	-	-
Eleveur H	Non	Non	Non	Après	Oui (Lactosérum)	Non	-	-
Eleveur I	Oui	Oui	-	Après	-	Non	-	-
Eleveur J	Non	Non	Non	-	Non	Non	-	-

Tableau 7 : Les types de pâturages

Eleveur	Nombre de Chèvres	Nombre de parcelles de pâturage	Taille moyenne des parcelles (ha)	Nombre chèvres / hectare*	Type de pâturage	Durée moyenne de pâturage sur une parcelle	Temps de repos des parcelles
Eleveur A	50	2	7	7,14	Gestion par les chèvres		
Eleveur B	86	1	1	86	Continu	Pas de changement de parcelle	
Eleveur C	58	4	2,6	22,3	Rationné		>20 jours
Eleveur D	80	6	0,9	88,9	Tournant lent	7 à 10 jours	42 à 60 jours
Eleveur E	79	4	3,5	22,6	Continu Garde	Choix des animaux (sortie vers 6 cm)	
Eleveur F	90	6	0,3	300	Rationné	Une journée	1 semaine
Eleveur G	85	1	1,5	56,6			
Eleveur H	70	2	0,6	116,6	Gestion par les chèvres		
Eleveur I	82	8	1,2	68,3	Tournant lent		
Eleveur J	70	1	1	70	Les chèvres sortent quand elles veulent		

*Chargement instantané

e) Gestion du pâturage

(Cf tableaux 6 et 7)

e-1) Les périodes de sortie

La sortie des animaux au pâturage s'effectuait entre le 15 mars et le 15 avril. La rentrée en chèvrerie avait lieu entre la fin octobre et la fin novembre. Les chèvres pâturaient en moyenne 8,7 mois dans l'année.

Chez trois éleveurs, les chèvres sortaient toute l'année : un éleveur mettait ses animaux sur de véritables pâtures, les deux autres sur des parcs d'exercice.

e-2) Les conditions de sortie

La plupart des éleveurs (8 sur 10) respectaient les mêmes conditions de sortie au pâturage. Les chèvres dormaient le plus souvent en chèvrerie et ne sortaient pas quand il pleuvait ou que l'humidité était trop importante.

Seuls, deux éleveurs mettaient au pré leurs animaux quelque soit le temps et l'heure de la journée (jour et nuit).

La conduite des chevrettes était similaire dans 9 élevages sur 10. Elles étaient élevées en chèvrerie jusqu'à la première mise bas. Elles étaient alors intégrées au reste du troupeau et mises au pâturage. L'éleveur E gérait différemment son troupeau de chevrettes puisqu'elles pâturaient à partir de l'âge de 4 mois.

e-3) Les types de pâturages

Certains éleveurs ne disposaient pas de suffisamment de prairies pour que les chèvres soient vraiment considérées au pâturage. Pour deux d'entre eux, le pré était plus une aire d'exercice à laquelle les chèvres pouvaient accéder comme elles voulaient (stabulation libre). Un éleveur (A) n'utilisait pas du tout le pâturage : ses chèvres étaient conduites sur un parcours de façon quotidienne.

Les autres éleveurs possédaient suffisamment d'hectares de prairies pour que le pâturage fasse partie intégrante de l'alimentation.

2/ Les méthodes d'étude

a) Le suivi parasitaire

a-1) Les prélèvements

a-1-1) La réalisation dans les élevages

Les prélèvements en vue des analyses parasitaires ont été réalisés individuellement et par voie rectale sur des échantillons bien définis dans chaque troupeau. Chaque prélèvement était placé dans un sac fermé hermétiquement, identifié et conservé à + 4°C (Beaumont-Schwartz et coll, 1987). Tous les prélèvements étaient ensuite expédiés au laboratoire sous 48 h.

Les échantillons des animaux à prélever étaient constitués de la façon suivante :

- En 1998 : Dans tous les troupeaux, 50 chèvres étaient prélevées en respectant la proportion de primipares dans cet échantillon. Selon les fermes, la taille de cet échantillon représentait de 50 à 100 % du troupeau. En effet, il n'était pas possible d'envisager de prélever la totalité des animaux dans les troupeaux de plus de 50 chèvres pour des raisons financières. Précisons que d'une date de prélèvement à une autre, les mêmes animaux étaient prélevés.

- En 1999 : une classification des animaux a été réalisée selon leurs niveaux de production laitière et leurs âges (primipares ou multipares) - Cf. annexe 2- afin de guider les éleveurs dans la réalisation du traitement sélectif que nous souhaitons mettre en place au cours de cette année. Une liste des animaux à traiter (établie selon les hypothèses de travail exposées dans le paragraphe ci-dessus) et à prélever a été remise à chaque éleveur. Le même principe de prélèvement que l'année précédente a été appliquée (50 chèvres prélevées par troupeau). Pour faciliter la reconnaissance des animaux à prélever (définie par la liste remise en

début d'année) lors de chaque campagne de prélèvements, nous avons mis à la disposition des éleveurs qui le souhaitent, des colliers colorés.

a-1-2) Le rythme de passage

Quatre passages par année ont été effectués à des périodes voisines en 1998 et 1999 (à deux semaines près) : au début et à la fin du printemps, au début et à la fin de l'automne.

Ces 4 dates nous ont permis de suivre l'évolution du parasitisme sur toute la saison de pâturage et ont été définies selon des critères liés à l'épidémiologie des strongyloses et au mode de conduite de l'élevage.

a-2) Les méthodes d'analyses utilisées

a-2-1) Les techniques

Plusieurs techniques ont été mises en oeuvre pour analyser le parasitisme dans les différents élevages.

a-2-1-1) Coproscopies

Pour estimer les niveaux parasitaires des troupeaux, nous avons utilisé la technique de coproscopies sur lame de Mc Master (modifié par Raynaud en 1970) qui permet d'apprécier le nombre moyen d'œufs de strongles par gramme de fèces que l'on notera OPG.

Cette technique se réalise de la façon suivante : un échantillon de 5g de chaque prélèvement individuel est broyé dans un mortier afin de bien séparer les différents éléments agglomérés dans les crottes. Puis on mélange avec un liquide de forte densité (sulfate de zinc ou de magnésie) ce qui permet la mise en suspension des œufs de strongles qui sont beaucoup plus légers que le liquide. On filtre ensuite l'ensemble sur une passoire à thé de manière à éliminer les éléments les plus

grossiers comme les débris végétaux mal digérés. Le filtrat est placé dans une éprouvette graduée complétée jusqu'à 75 ml avec le même liquide dense.

L'ensemble est homogénéisé grâce à un agitateur magnétique.

On prélève enfin à la pipette ce filtrat pour remplir les deux chambres des lames de Mc Master en prenant garde de faire de bulles d'air.

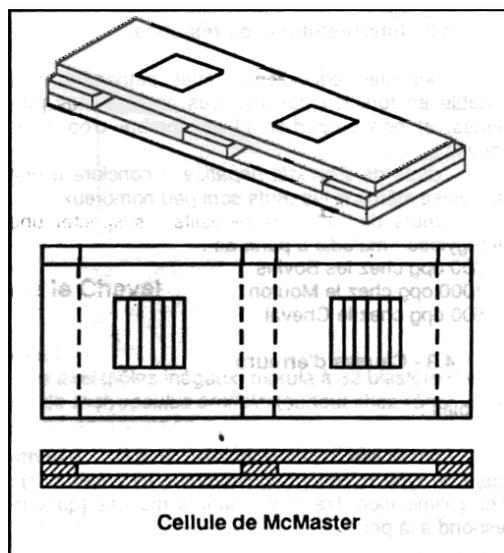


Figure 3 : Schéma d'une lame de Mc Master
(d'après Bussi ras et Chermette, 1991)

On laisse pendant quelques minutes la lame à plat de façon que les oeufs de strongles remontent à la surface et se collent sous le réseau de lecture.

La lecture est effectuée au faible grossissement (x10). Le comptage s'effectue sur les 2 chambres et le total est multiplié par 50.

Dans notre étude, seuls les oeufs de strongles ont été pris en compte. Cependant, si des oeufs d'autres espèces parasites étaient présents en quantité importante, ils étaient mentionnés sur la feuille de résultats adressée aux éleveurs. Des conseils concernant le choix du spectre d'anthelminthique à utiliser, y étaient également associés (Cf. Annexe 3).

a-2-1-2) Les coprocultures

Pour compléter notre étude et préciser les genres et les espèces de strongles rencontrés dans chaque élevage, des coprocultures de groupe ont été réalisées pour chaque élevage en 1998.

En effet, aucune diagnose de genre et d'espèce ne peut être faite sur les oeufs qui ont un aspect identique. On cherche donc à obtenir les larves L3 qui elles sont beaucoup plus faciles à différencier.

Les prélèvements individuels de chaque élevage ont été mélangés puis étalés dans des boîtes hermétiquement closes. Auparavant, les matières fécales ont été légèrement humidifiées. Ces boîtes sont maintenues à température de 22°C en étuve et ouvertes régulièrement pour humidifier le contenu et de l'oxygéner.

Dans ces conditions favorables de température et d'hygrométrie, les oeufs de strongles donnent des larves L3 en 10 à 15 jours.

Celles-ci sont recueillies en 24-48 h par la technique de Baermann.

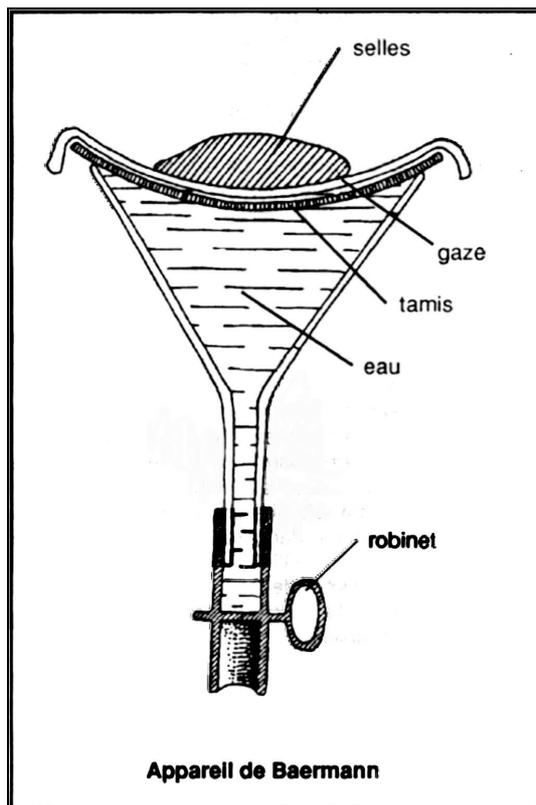


Fig 4. Schéma d'un appareil de Baermann

On place les selles dans un entonnoir tapissé d'une gaze placée dans un tube collecteur contenant de l'eau qui doit effleurer le bord de l'entonnoir sans baigner les matières fécales. En effet, les larves migrent vers le tube collecteur sous l'effet de l'hygrotactisme, et tombent ensuite au fond du tube.

La diagnose se fait sous microscope après avoir recueilli les larves et les avoir placées sur lame chauffée au briquet pendant quelques secondes. Cette opération permet de les rendre inertes et de les "rigidifiées" afin de faciliter la reconnaissance des différents éléments de diagnose (Cf. annexe n°5).

Un comptage des différentes espèces est réalisé sur 100 larves.

a-2-1-3) Le test coproscopique de suspicion de résistance : le FECRT (Fecal Egg Count Reduction Test)

Pour apprécier l'efficacité des traitements administrés par les éleveurs , nous avons eu recours au protocole de FECRT (Beugnet et Kerboeuf, 1997). Il repose sur le calcul du pourcentage de réduction du nombre d'œufs de parasites avant et après traitement.

Pour cela, on réalise une coproscopie sur des animaux qui n'ont pas reçu de traitements anthelminthiques depuis plus de 4 semaines.

Un deuxième examen coproscopique est effectué 10 à 14 jours après le premier sur les mêmes animaux. Ce délai doit être respecté afin éviter les éventuels blocages de ponte provoqués par les anthelminthiques chez les femelles strongles. Ceux-ci peuvent intervenir jusqu'à 8 jours après traitement.

Le calcul du pourcentage de réduction du nombre d'œufs de strongles est réalisé de la manière suivante:

$$\frac{(\text{OPG avant traitement} - \text{OPG J+10})}{\text{OPG avant traitement}} * 100$$

Si ce pourcentage est inférieur à 90%, il y a suspicion de résistance. S'il est supérieur à 90%, la population de parasites est considérée comme chimiosensible (Beugnet et Kerboeuf, 1997)

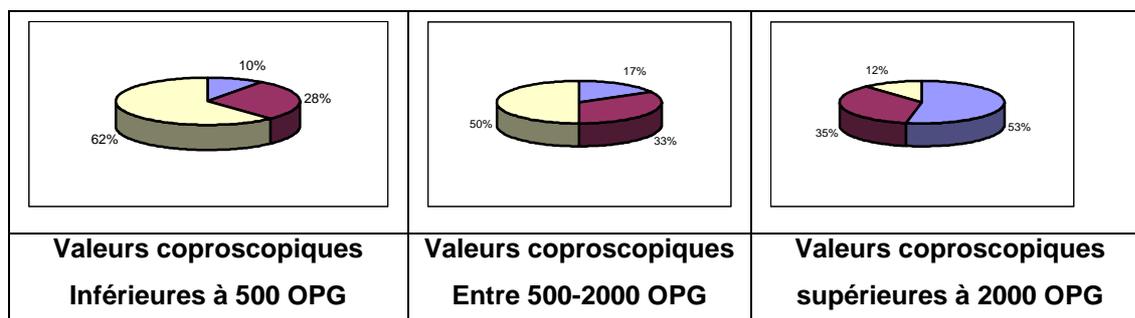
a-2-2) Validité des méthodes utilisées

a-2-2-1) Les coproscopies

Cabaret et coll. (1998) ont montré que malgré, les variations liées aux facteurs environnementaux et les particularités de chaque espèce parasites, il existait une bonne corrélation entre l'excrétion des oeufs et la charge parasitaire ($R=0,62$). Toutefois, la relation entre le nombre d'œufs excrétés par gramme et la charge parasitaire n'est pas proportionnelle.

Tableau 8 : Concordance entre le niveau d'excrétion parasitaire et la charge parasitaire (d'après Brard et Chartier, 1997)

Niveau de parasitisme	Niveau d'excrétion	Charge parasitaire
Bas	< 500 OPG	< 4000 vers
Modéré	500-2000 OPG	4000-10000 vers
Elevé	> 2000 OPG	> 10000 vers



- <4000
- 4000-10000
- >10000

Dans notre étude, on considérera que le parasitisme est négligeable lorsque les valeurs d'OPG sont inférieures à 200.

a-2-2-2) Les coprocultures

Les critères de diagnose de genre et d'espèce reposent sur des éléments très précis et nécessitent un œil averti. Toutes les lectures de lames de coprocultures ont été réalisées par la même technicienne de laboratoire de parasitologie.

D'autre part, la distinction entre *Teladorsagia* et *Trichostrongylus* n'a pas été réalisée.

Cf. Annexe 5. Critères d'identification d'une L3 d'après J.Gevrey

a-2-2-3) Le FECRT

Il permet seulement de suspecter une résistance aux anthelminthiques, mais il est bien adapté aux conditions de terrain. Ce test est indiqué pour les parasites non adaptés aux autres tests, comme les strongles du genre *Nématodirus*, dont les œufs n'éclosent pas facilement.

Cette technique est classique, rapide à effectuer, de coût limité et particulièrement adaptée aux enquêtes épidémiologiques. Cette méthode répondait à l'objectif de notre étude puisqu'elle nous permettait de repérer les fermes présentant des résistantes et de mettre en place l'emploi d'un autre anthelminthique.

Elle possède néanmoins certains inconvénients, comme le mélange d'espèces de prolificité différente et les variations naturelles de l'excrétion des œufs par les parasites. Pour déterminer l'espèce résistante et le type de résistance (simple, de famille ou croisée), il faut avoir recours à d'autres tests de laboratoire plus longs à mettre en oeuvre et coûteux, en particulier des tests in vitro.

Au cours de notre étude, le FECRT a été calculé dans les différents élevages après avoir informé les éleveurs des bonnes pratiques d'utilisation des anthelminthiques et après avoir vérifié qu'elles étaient bien appliquées. Ceci nous a permis d'éviter les erreurs d'interprétation du FECRT qui auraient pu être liées à une mauvaise utilisation des produits, en particulier aux sous-dosages. Ainsi, lorsque les résultats du FECRT témoignaient d'une mauvaise efficacité d'un produit, seul un problème de résistance semblait devoir être mis en cause.

b) L'enquête parasitaire

A la fin de l'année 1998, une enquête parasitaire a été réalisée dans chaque élevage afin de cerner les habitudes de chaque élevage en terme de gestion du parasitisme et d'utilisation des anthelminthiques. (Cf. annexe 4)

c) Les outils statistiques

Quelques paramètres statistiques de nature descriptive ont été calculés au cours de cette étude. Ils nous ont permis de vérifier les différentes hypothèses de travail formulé dans le paragraphe « objectif de l'étude ».

- L'aspect de la répartition des données :

Afin de vérifier si les données coproscopiques recueillies dans les élevages suivaient une répartition de type binomiale négative (selon les constatations faites par Hoste et coll (2001a et 2002a) lors d'infestations naturelles dans différents troupeaux), nous nous sommes intéressés à leurs répartitions.

Les logiciels Statview et SYSTAT ont été utilisés. Toutes les statistiques descriptives ont été réalisées sur Statview.

Une description graphique de la répartition des données a été réalisée par l'intermédiaire d'histogrammes réalisés sur Statview. La caractérisation de cette répartition a été évaluée par le calcul d'un coefficient de skewness et par le calcul du rapport Sd^2 / m (Sd : écart type, m : moyenne) qui permettent de comparer la similitude avec une distribution normale.

- Relation entre les mesures coproscopiques : calcul des coefficients de corrélation entre les mesures coproscopiques de 1998 et de répétabilité de ces mesures.

Afin de savoir si l'on pouvait identifier les animaux forts excréteurs dans chaque troupeau et si cette caractéristique se retrouvait chez les mêmes animaux d'une date de coproscopie à l'autre, deux calculs statistiques ont été réalisés. Nous avons, tout d'abord, choisi de calculer les coefficients de corrélation de spearman entre chaque date de prélèvement coproscopique dans chaque troupeau (pour les 4 dates de passage, un premier coefficient a été calculé entre la date 1 et 2, un deuxième entre la date 2 et 3, un troisième entre la date 3 et 4). Ces coefficients ont été calculés par l'intermédiaire du logiciel : SYSTAT (coefficient de Spearman). Une table de coefficient de corrélation a été utilisée pour lire la signification de chaque coefficient (d'après Fischer et Yates, extrait de « Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, Schwartz, 1993).

Dans un deuxième temps, des coefficients de répétabilité ont été calculés. Pour cela, les valeurs d'OPG ont d'abord été transformées selon la formule $\log(X+1)$ afin de stabiliser la variance. Les coefficients ont ensuite été calculés de la façon suivante (Gruner et coll, 1998) :

$$\frac{(\text{Variance entre chèvres})}{(\text{Variance entre chèvres} + \text{Erreur résiduelle})}$$

Ces calculs de répétabilité ont été réalisés grâce au logiciel SYSTAT.

B/ 1998 : IDENTIFIER LES PROBLÈMES PARASITAIRES; VALIDER LES HYPOTHESES DE TRAVAIL

Au cours de l'année 1998, nous avons cherché à cerner les problèmes parasitaires et à évaluer le statut de chaque élevage vis-à-vis des résistances aux benzimidazoles. Pour cela, le suivi parasitaire a été mené pendant toute la période de pâturage en laissant les éleveurs gérer le parasitisme comme ils avaient l'habitude de le faire.

Cette première année d'étude nous a également servi à vérifier si les hypothèses de travail (sur lesquelles nous souhaitons nous appuyer pour l'essai de traitement sélectif de 1999) concordent avec les résultats obtenus précédemment.

1/ Résultats de l'étude en 1998

a) Résultats du suivi parasitaire

a-1) Les niveaux parasitaires des différents élevages : résultats des coproscopies

Le suivi coproscopique durant la saison de pâturage a permis de réaliser un "état des lieux" du niveau des infestations parasitaires dans chaque élevage. Quatre dates ont été choisies :

- **date 1 : Mai (début de printemps)**
- **date 2 : Juin (fin de printemps)**
- **date 3 : Septembre (début d'automne)**
- **date 4 : novembre (fin d'automne)**

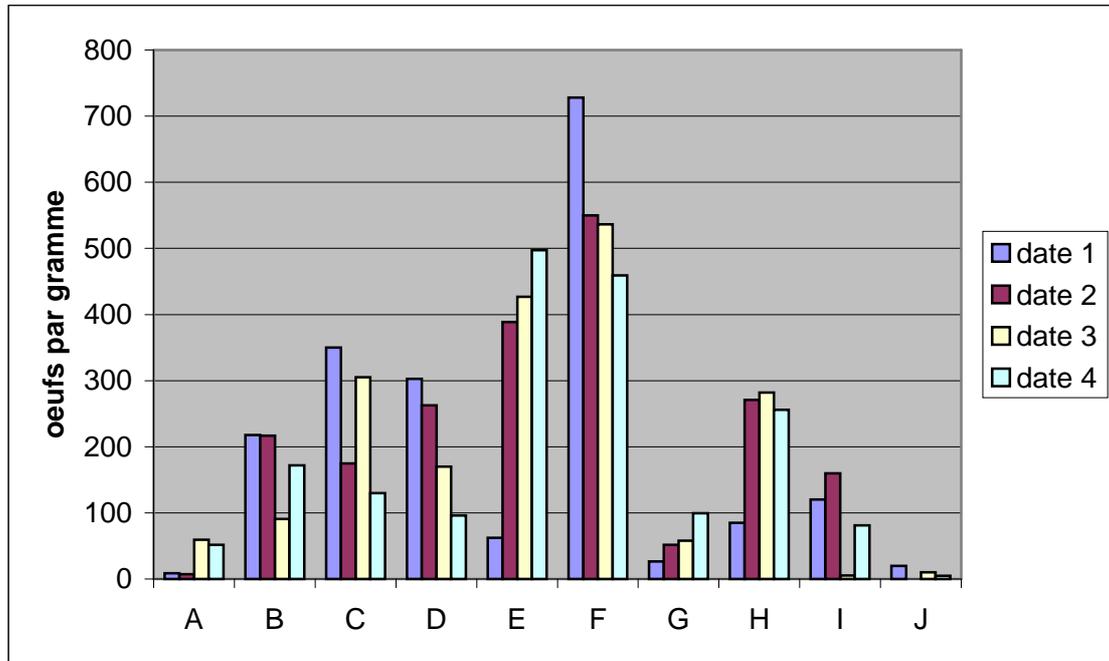


Figure 4 : Résumé des données coproscopiques des 10 élevages pour 1998.

Quatre élevages (A,G,I,J) ne présentent au cours de l'enquête aucun prélèvement supérieur à 200 OPG . Cinq autres (B,C,D,E,H) ont des niveaux d'excrétion qui se situent entre 200 et 500 OPG pour chacun des 4 prélèvements. Il faut noter que le niveau d'excrétion augmente au cours de la saison de pâturage.

Un seul élevage (F) présente des niveaux d'excrétion pour les 4 prélèvements qui sont supérieurs ou voisins de 500 OPG.

a-2) Les espèces parasitaires identifiées

Les coprocultures ont permis d'identifier les espèces parasitaires majoritaires dans les différents élevages. Elles ont été réalisées à la fin du printemps et au début de l'automne (date 2 et date 3). On retrouve principalement quatre genres : *Teladorsagia* et *Trichostrongylus*, *Haemonchus* et *Oesophagostomum*.

Nous avons choisi de regrouper *Teladorsagia* et *Trichostrongylus* car le critère de diagnose (différence de longueur de la pointe de la queue des larves L3) est souvent difficile à apprécier pour distinguer ces deux espèces.

Tableau 9 : Les principaux genres parasites rencontrés dans les 10 élevages en 1998
(Dénombrement réalisé sur 100 larves).

Eleveur	Période	<i>Teladorsagia/Trichostrongylus</i>	<i>Haemonchus</i>	<i>Oesophagostomum</i>
Eleveur B	Printemps 1998	69,3	30,3	0,5
	Automne 1998	96	0	4
Eleveur C	Printemps 1998	20,9	76,5	2,6
	Automne 1998	79	1	20
Eleveur D	Printemps 1998	97,7	2,3	0
	Automne 1998	100	0	0
Eleveur E	Printemps 1998	22,4	72,7	0
	Automne 1998	64	35,7	0
Eleveur F	Printemps 1998	76,7	23,2	0
	Automne 1998	10	84	6
Eleveur H	Printemps 1998	55,2	34,3	10,4
	Automne 1998	71,1	25	3,9
Eleveur I	Printemps 1998	100	0	0
	Automne 1998	100	0	0

L'absence de donnée pour les élevages A, G et J s'explique par la faible excrétion et la difficulté d'obtenir des larves après coproculture pour les deux dates.

a-3) Dépistage des résistances aux anthelminthiques dans les élevages.

Au cours du suivi parasitaire de 1998, deux élevages ont été repérés comme suspects de résistances aux benzimidazoles (selon les résultats de la méthode Fecal Egg Count Reduction Test).

Avant le calcul du FECRT, on a remarqué que ces élevages présentaient une augmentation du niveau parasitaire au cours de la saison de pâturage et cela malgré les traitements antiparasitaires administrés. L'un de ces deux élevages utilisait le PanacurND (fenbendazole) depuis des années et n'avait jamais changé de molécule. Chez l'autre éleveur, la résistance portait sur le SynanthicND (oxfendazole) mais l'éleveur avait utilisé d'autres molécules appartenant aux benzimidazoles.

Suite à ces résultats, les éleveurs ont été orientés vers l'utilisation d'une autre famille d'antiparasitaire compatible avec la lactation (le Tartrate de pyrantel, VermirantelND, autorisé à cette époque).

Aucune résistance aux ivermectines n'a été décelée.

a-4) Résultats de l'enquête parasitaire

Le questionnaire a été remis aux éleveurs à la fin de l'année 1998 afin de connaître leurs habitudes en matière de gestion du parasitisme.

Tableau 10 : Résultats de l'enquête de 1998 concernant les habitudes de traitements anthelminthiques dans les élevages

Elevage	Nombre de traitement par an	Nombre de familles employées	Résistance au Benzimidazoles	Doses	Mois													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Eleveur A	1	1	Non	Dose Ovine		*												
Eleveur B	2	1	Non	Dose Ovine			*											*
Eleveur C	2	1	Oui	Dose Ovine					*						*			
Eleveur D	5	2	Non	2 Doses Ovine					*	*	*	*						Δ
Eleveur E	3	1	Non	Dose Ovine				*	*									*
Eleveur F	1	1	Non	Dose Ovine		*												
Eleveur G	1	1	Non	Dose Ovine														*
Eleveur H	2	1	Oui	Dose Ovine			*						*					
Eleveur I	5	2	Non	2 Doses Ovine		*		*	*		*							Δ
Eleveur J	2	1	Non	Dose Ovine				*										*

* : Benzimidazoles
Δ : Avermectine

La moyenne du nombre des traitements est de 2,4 par an. Sept éleveurs remplissent la charte biologique du point de vue du nombre de traitements antiparasitaires; ils n'en font pas plus de deux par an (3 éleveurs n'appliquent même qu'un seul traitement par an).

Concernant les conditions d'utilisation des produits, les éleveurs les emploient à la dose ovine préconisée à l'exception de deux d'entre eux qui utilisent la double dose ovine. Ces deux éleveurs pratiquent une alternance des familles sur l'année puisqu'ils emploient les benzimidazoles pendant la saison de pâturage et les ivermectines à l'entrée en chèvrerie. Les autres élevages utilisent uniquement les benzimidazoles et cela depuis plusieurs années.

Enfin, tous les éleveurs nous ont révélé qu'ils ne réalisaient pas de pesée des animaux et ne se basait pas sur l'animal le plus lourd du lot de chevrettes et du lot de chèvres adultes avant d'administrer les vermifuges.

b) Résultats concernant la validation des hypothèses de travail

b-1) Etude de la distribution des mesures coproscopiques de l'année 1998

(Cf. tableaux 14 à 20)

L'étude de la distribution des mesures coproscopiques dans les élevages était destinée à vérifier l'hypothèse de Hoste et Chartier (2001a et 2002a) suivante : lors d'une infestation naturelle dans un élevage caprin, les valeurs de coproscopies suivent une répartition de type binomiale négative ce qui signifie que seule une faible partie du troupeau possède des niveaux d'excrétion importants. Les individus représentant une source de contamination pour le reste du cheptel sont donc peu nombreux.

D'un point de vue général, les résultats illustrés par les histogrammes et le calcul du coefficient de skewness montrent que les données coproscopiques ne suivent pas une répartition de type gaussien.

Le calcul du rapport Sd^2/m nous a permis de caractériser ce type de répartition. En effet, les rapports Sd^2/m calculés pour chaque élevage et pour chaque date de prélèvement sont tous très supérieurs à 1 ce qui témoigne d'une répartition des données de type binomiale négative (encore appelée agrégative).

Tableau 11 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage B

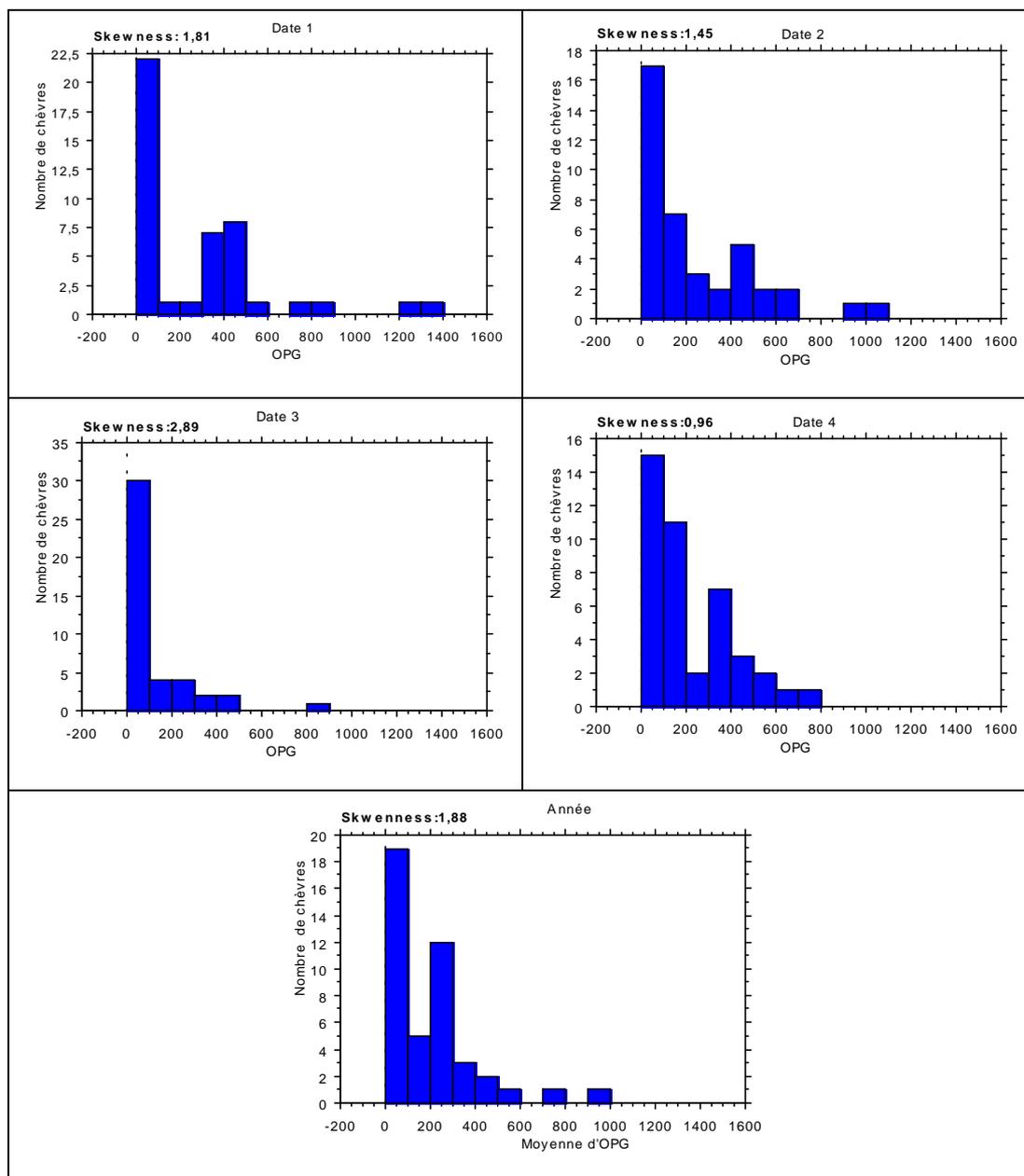


Tableau 12 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage C

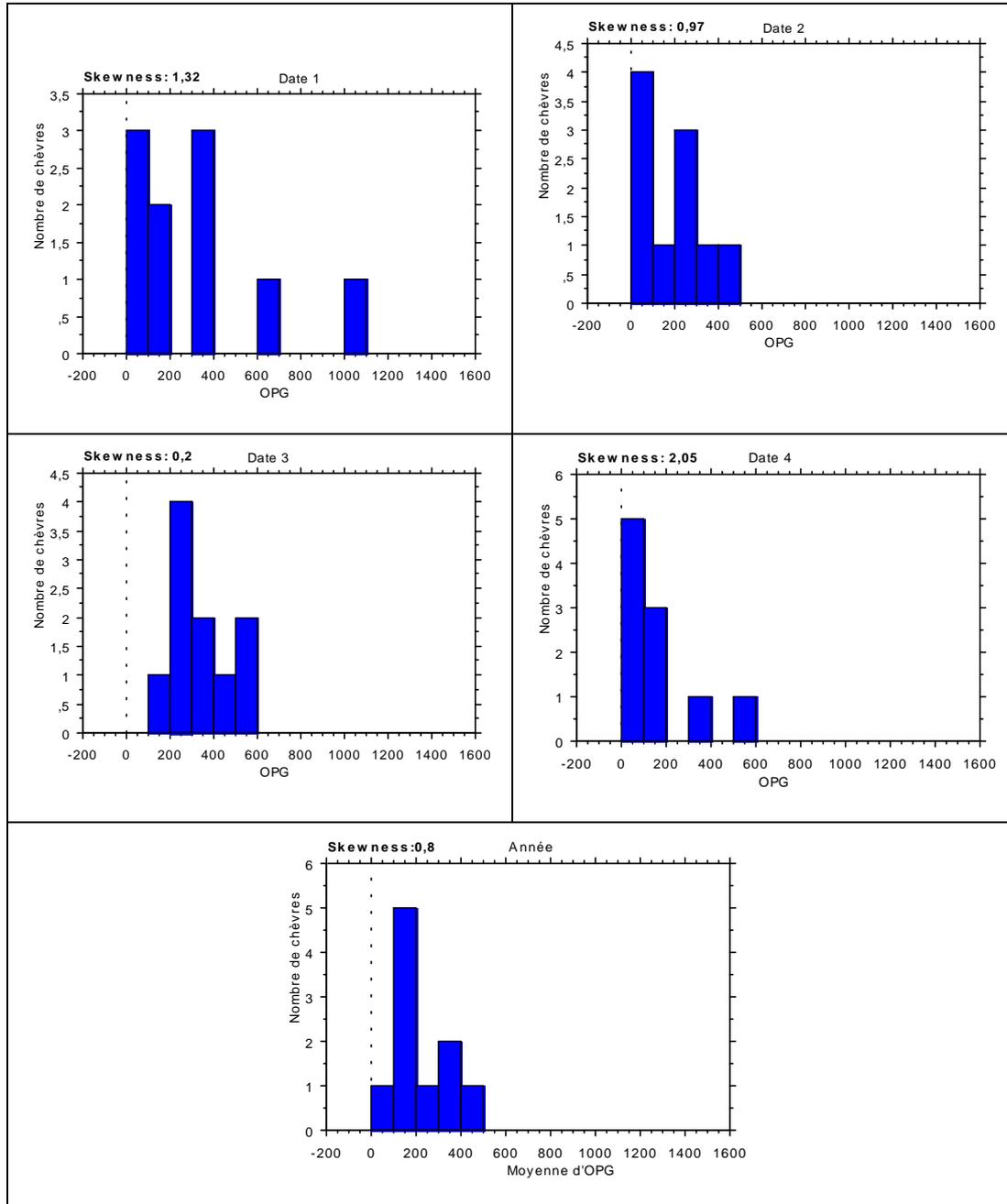


Tableau 13 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage D

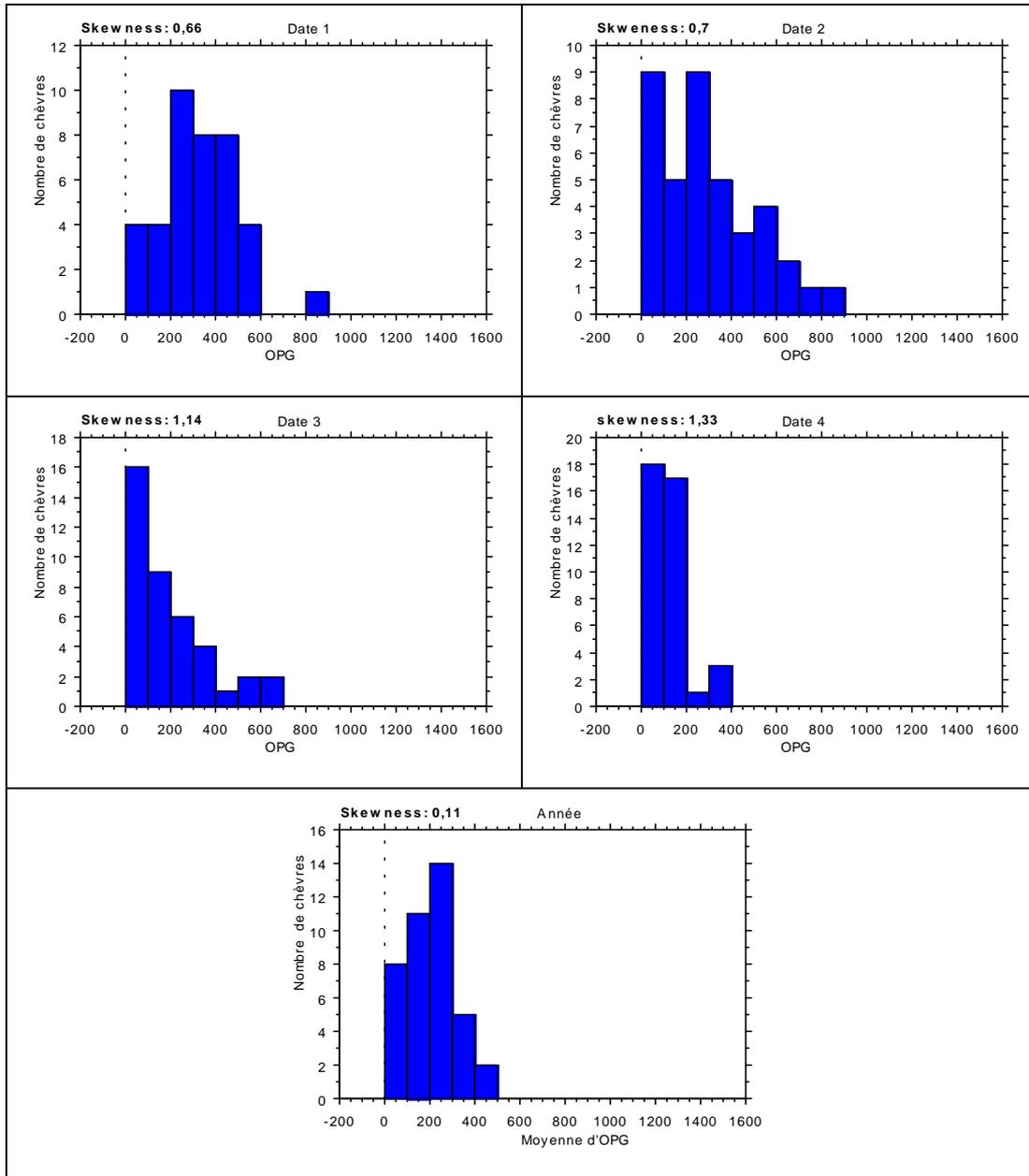


Tableau 14 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage E

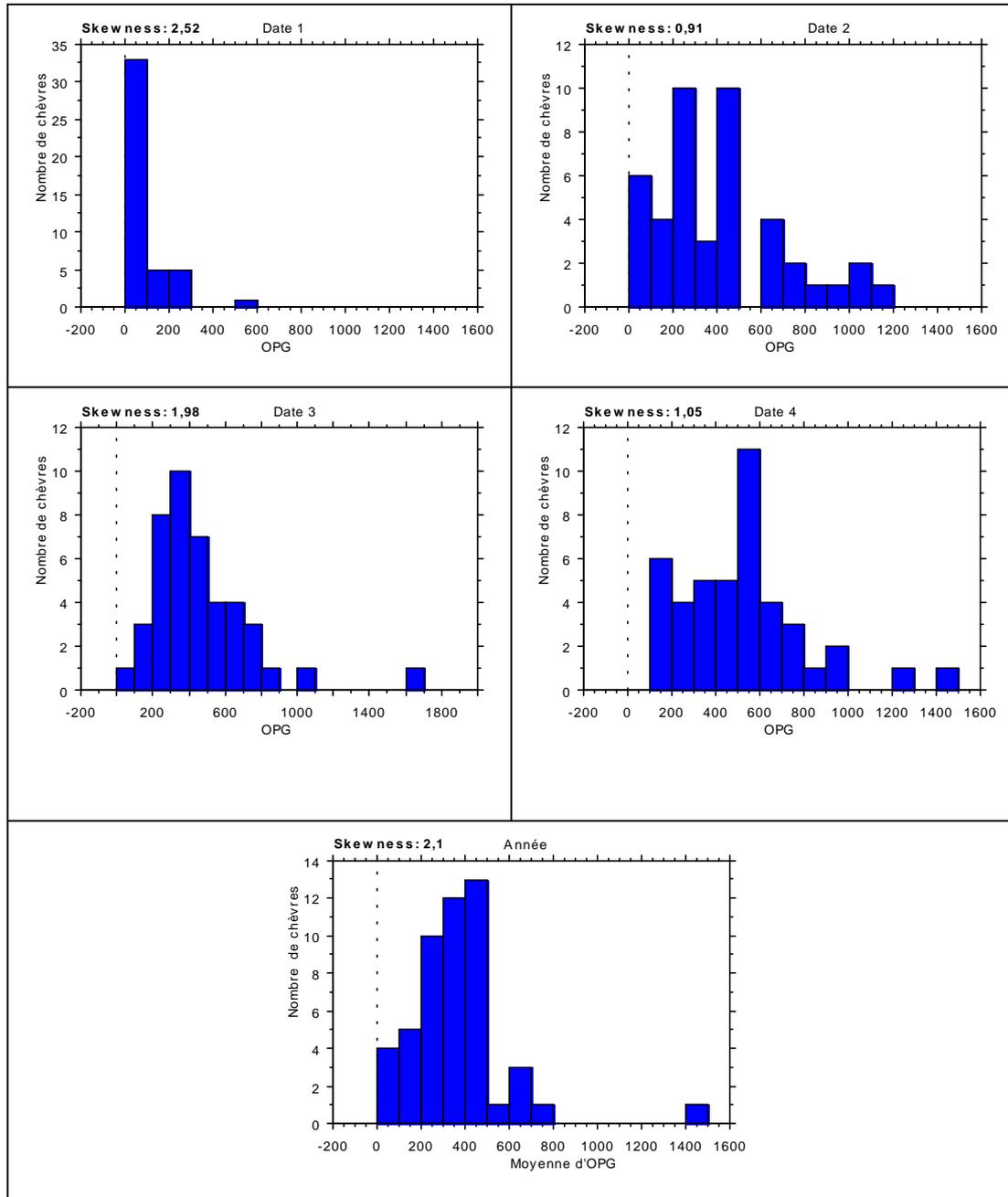


Tableau 15 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage F

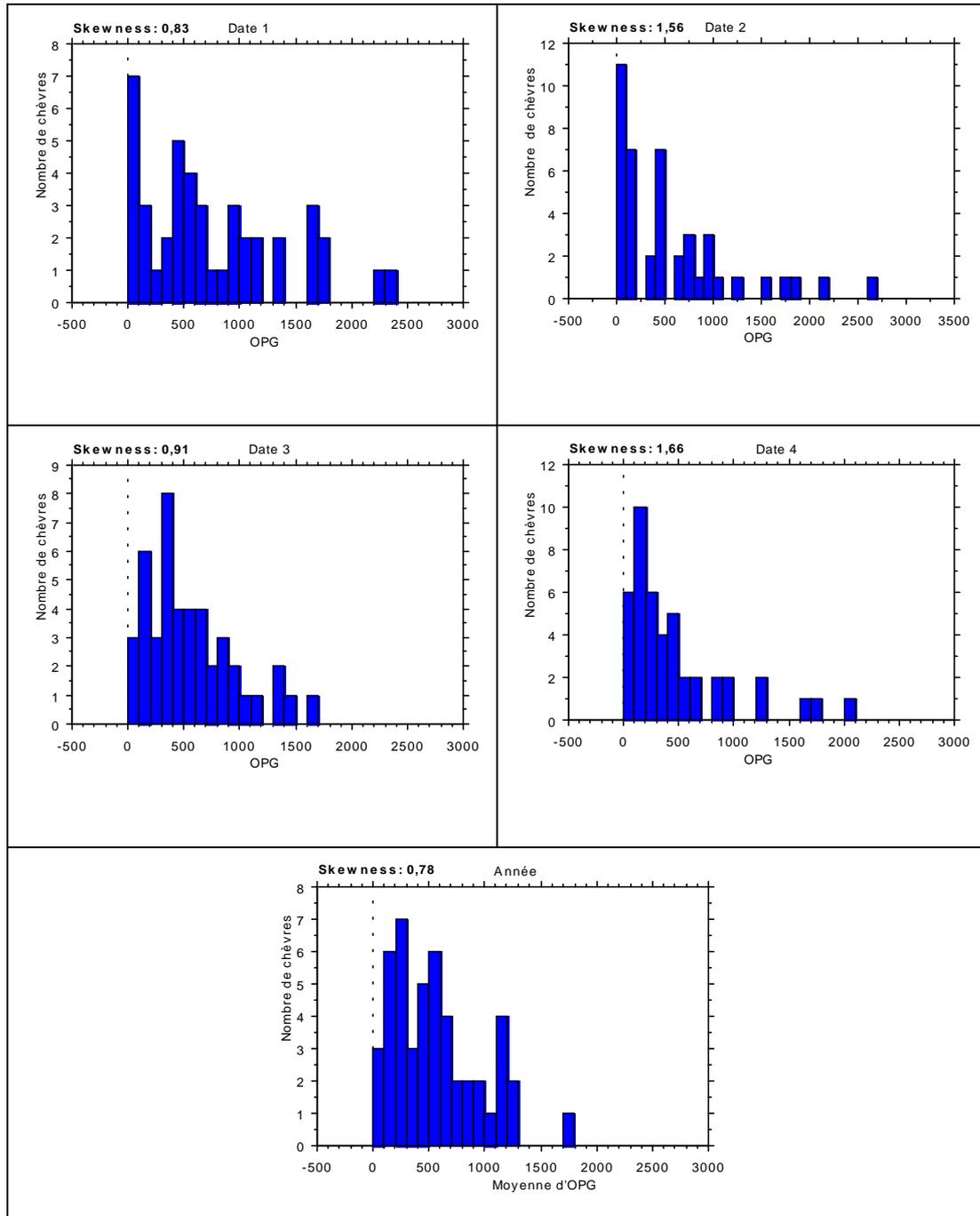


Tableau 16 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage H

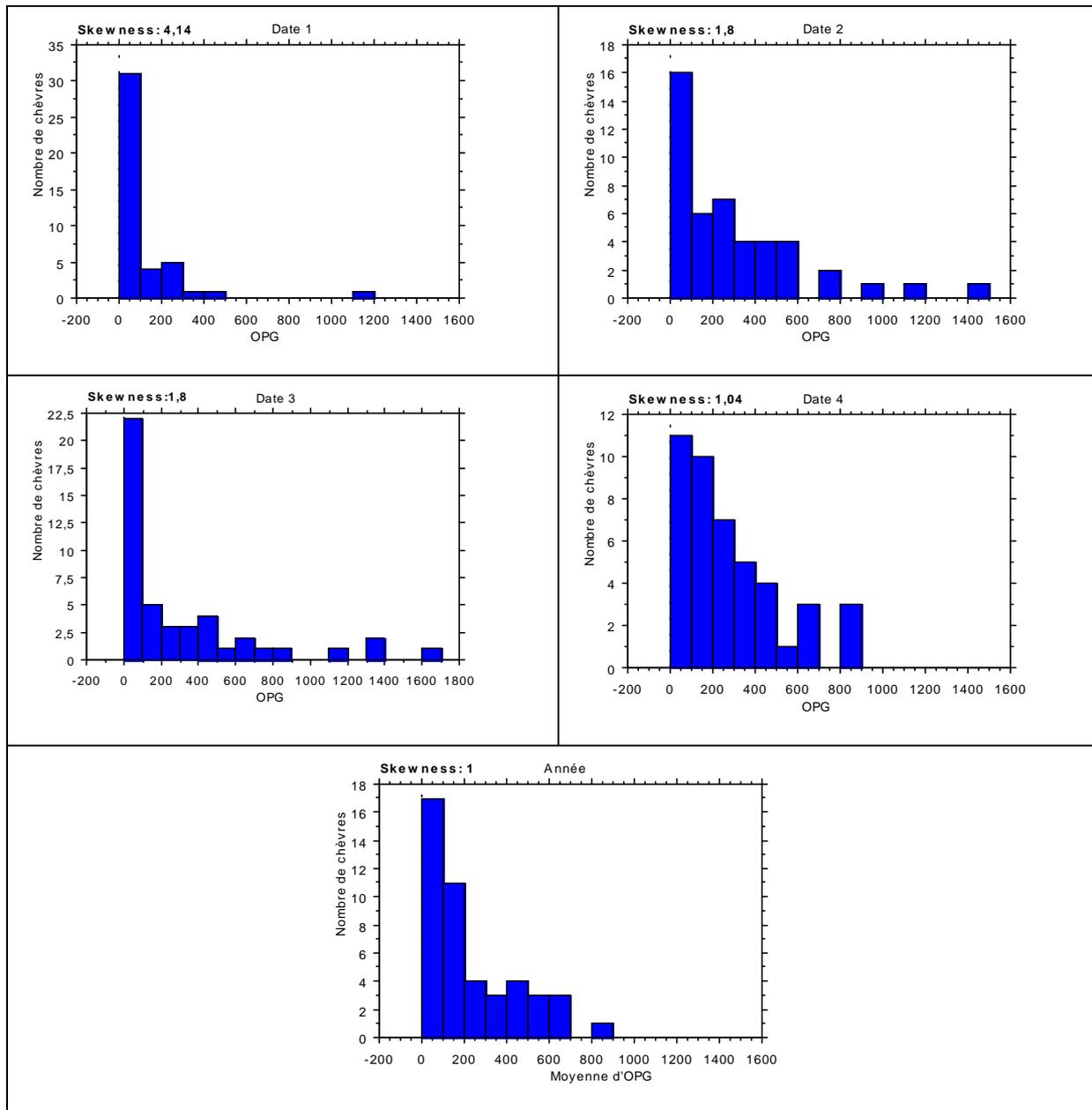
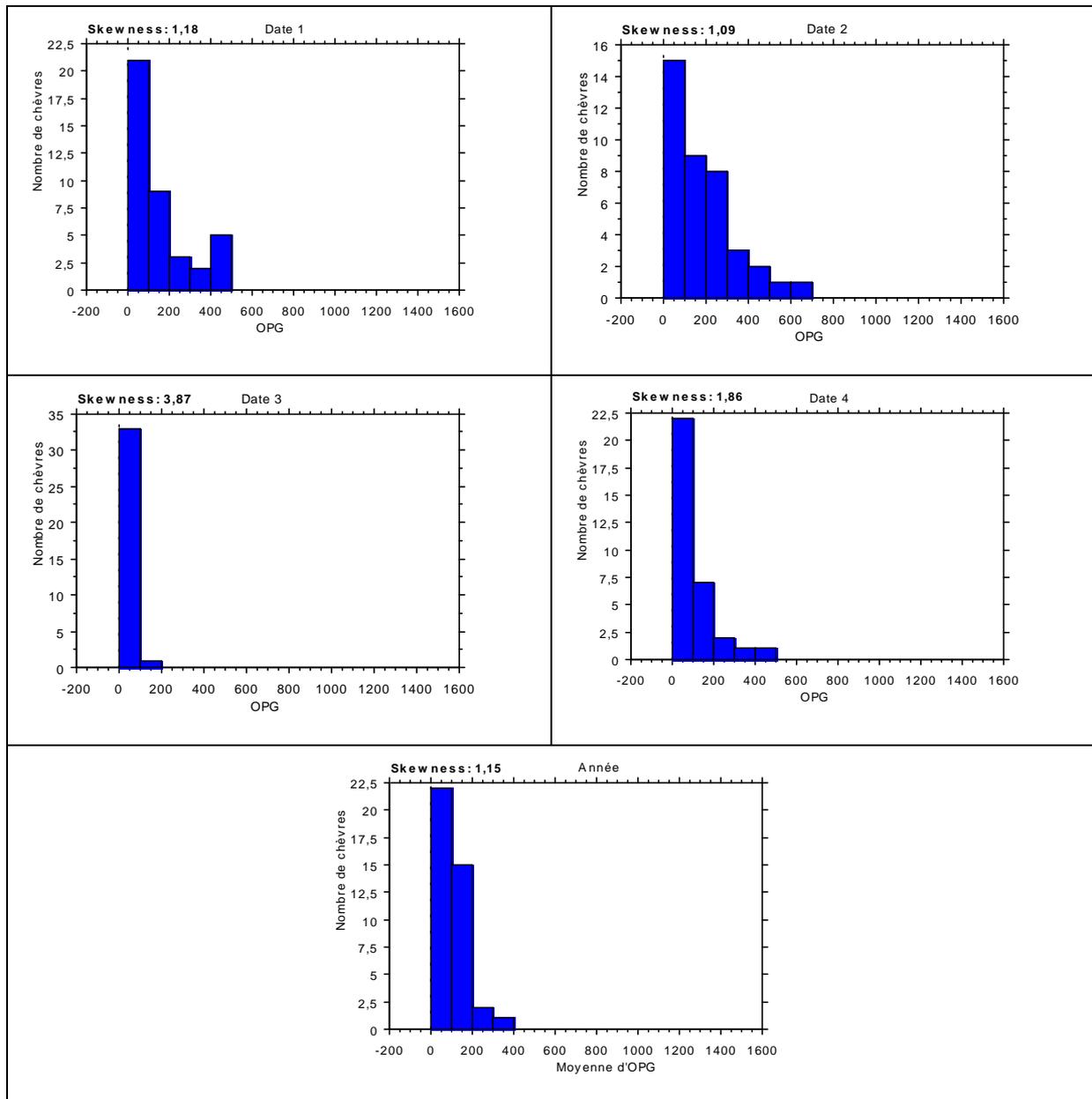


Tableau 17 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage I



b-2) Corrélation entre mesures coproscopiques et répétabilité des valeurs

Ces paramètres ont été calculés afin de vérifier si, au cours de la saison de pâturage, les individus fort excréteurs d'un troupeau étaient reconnaissables et identiques, d'une mesure coproscopique à l'autre.

Nous avons réalisé les calculs uniquement pour les élevages qui présentaient des niveaux parasitaires supérieurs ou égaux à 200 OPG pour chacun des 4 prélèvements.

Deux élevages (B et H) présentent des valeurs très significatives pour les trois coefficients de corrélation calculés. Un élevage (F) ne donne quant à lui que des résultats partiellement significatifs sur l'ensemble de l'année : seuls, les coefficients calculés entre les dates 1-2 et 3-4 ont des valeurs significatives.

Enfin, pour l'éleveur (D), seul le coefficient calculé entre date 1 et 2 présente une valeur significative.

En ce qui concerne les coefficients de répétabilité, leurs valeurs sont significatives pour 4 élevages sur 6.

On peut noter qu'il existe une relative cohérence entre les résultats de corrélation et les résultats de répétabilité.

Tableau 18 : Coefficients de corrélation entre les mesures coproscopiques successives pour l'année 1998.

Elevéurs	Corrélation de Spearman			ddl (n-2)
	Date 1-2	date 2-3	date 3-4	
Eleveur B	0,8 S (P<0,01)	0,34 S (P<0,05)	0,43 S (P<0,01)	40
Eleveur C	Trop peu d'animaux suivis			
Eleveur D	0,38 S (p<0,05)	0,29	0,16	37
Eleveur F	0,33 S (p<0,05)	0,11	0,35 S (P<0,05)	41
Eleveur H	0,38 S (p<0,05)	0,47 S (p<0,01)	0,66 S (P<0,01)	41
Eleveur I	-0,28	-0,06	-0,015	32
Eleveur E	0,001	-0,03	0,159	41

Tableau 19 : Coefficients de répétabilité entre les mesures coproscopiques successives pour l'année 1998

Eleveurs	Coefficient de répétabilité	Signification
Eleveur B	0.85	S (p<0.001)
Eleveur C	Trop peu d'animaux suivis	
Eleveur D	0.58	NS
Eleveur F	0.72	S (p<0.001)
Eleveur H	0.73	S (p<0.001)
Eleveur I	0.404	NS
Eleveur E	0.6	S (p<0.05)

b-3) Comparaison des niveaux d'excrétion parasitaires des primipares et des bonnes laitières par rapport à la moyenne du troupeau

Afin de vérifier les hypothèses de Hoste et Chartier (1993 et 1994) et de Hoste et Coll (1999) qui ont mis en évidence que les « primipares et les bonnes productrices présentaient les niveaux parasitaires les plus élevés au sein d'un troupeau », nous avons calculé pour chaque élevage au moment du **pic parasitaire et pour les moyennes annuelles du troupeau**, les rapports suivants :

- Moyenne des œufs excrétés chez les premières lactations

Moyenne des œufs excrétés chez les multipares

- Moyenne des œufs excrétés chez les hautes productrices

Moyenne des œufs excrétés chez le reste des multipares

Le pic parasitaire correspond à la date de prélèvements coproscopiques donnant des résultats d'OPG les plus élevés pour l'ensemble du troupeau.

Les hautes productrices de chaque troupeau ont été désignées de la façon suivante : les primipares ont été écartées (en effet la première année de lactation n'est pas représentative des capacités de production de l'animal car celui-ci n'a pas encore exprimé ses pleines capacités). Pour chaque multipare, la moyenne laitière a été calculée sur la moyenne des productions des deux premiers mois de lactation (cette période durant laquelle la pression parasitaire est faible voir absente). Le quartile supérieur du troupeau de multipares a été retenu comme représentant les hautes productrices du troupeau.

Pour apprécier la réelle implication des primipares et des hautes productrices dans le niveau parasitaire global de troupeau, une différence proportionnelle a été calculée pour ces deux catégories d'animaux par rapport au reste du troupeau. Les résultats sont présentés dans les tableaux 21-a et 21-b ci-dessous.

Ils n'ont pu être établis que pour les quatre élevages où nous disposions des données nécessaires concernant la production laitières.

Pour les hautes productrices, les résultats obtenus sur la moyenne de l'année ne mettent pas en évidence de réelle différence entre cette catégorie d'animaux et le reste du troupeau. Seul un éleveur présente une valeur différentielle supérieure à 20%. Par contre, les différences sont beaucoup plus marquées au moment du pic parasitaire. A cette période, trois éleveurs sur quatre présentent des pourcentages très supérieurs à 20%.

Pour les primipares, les résultats montrent une faible différence d'excrétion de cette catégorie avec le reste du troupeau et cela quelque soit la période de calcul. Seul un éleveur présente une valeur différentielle supérieure à 20% au moment du pic parasitaire.

Tableau 20 : Différences relatives d'excrétion d'œufs (exprimées en %) entre les hautes productrices et le reste du troupeau, au moment du pic parasitaire (A) et pour la moyenne annuelle (B). Valeurs calculées pour l'année 1998.

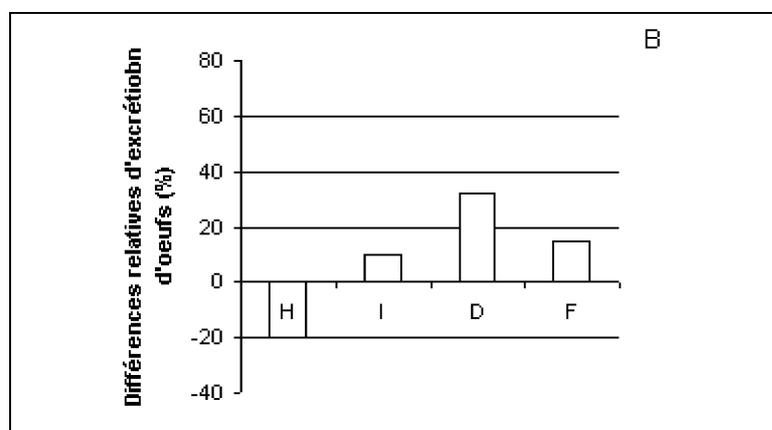
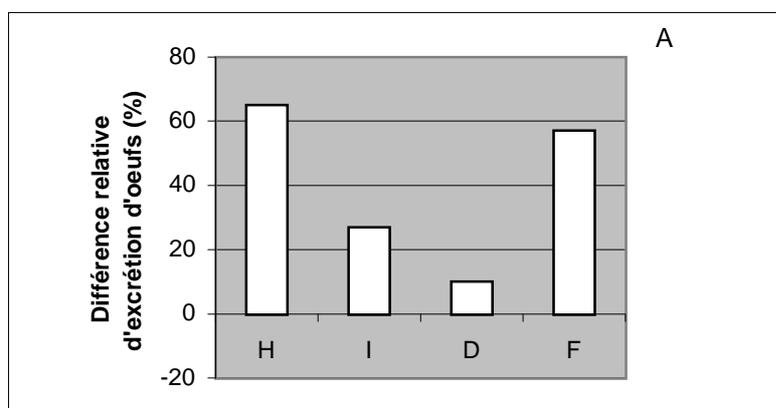
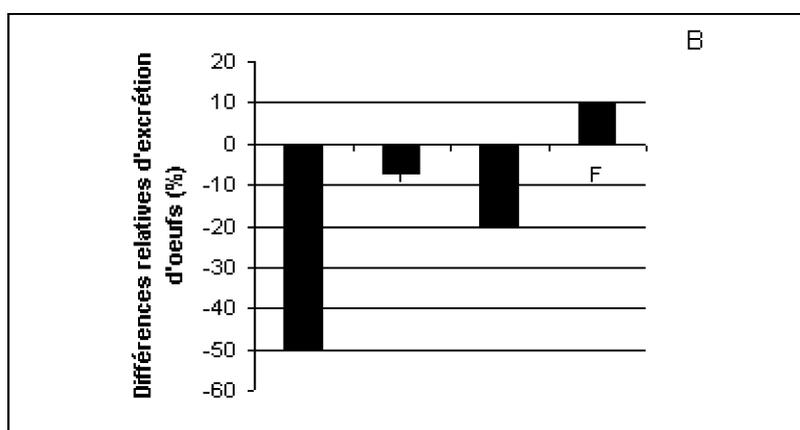
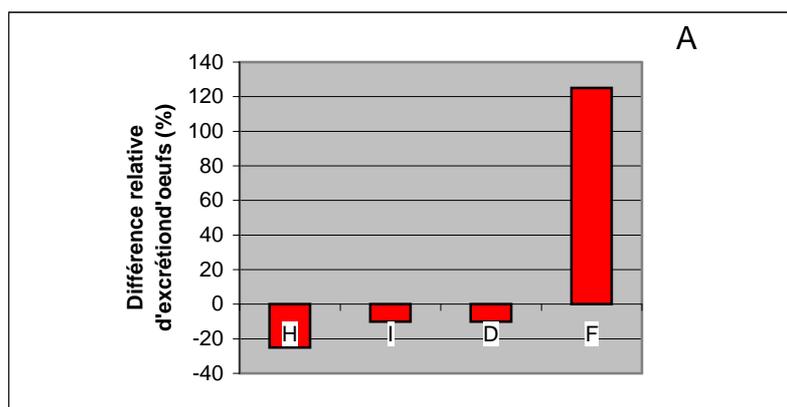


Tableau 21 : Différences relatives d'excrétion d'œufs (exprimées en %) entre les primipares et le reste du troupeau, au moment du pic parasitaire (A) et pour la moyenne annuelle (B). Valeurs calculées pour l'année 1998.



2/ Discussion

Les résultats de mon étude sur la région Centre seront comparés à ceux trouvés par Hoste et coll (2000) sur les autres régions (Poitou-Charentes, Rhône-Alpes, Midi-Pyrénées).

a) Le suivi parasitaire

La description des différents élevages sur lesquels nous avons travaillé, conduit à deux remarques. Tout d'abord, les 10 élevages retenus pour notre enquête présentaient des profils très diversifiés (taille des exploitations, niveau de production, conduite du troupeau, diversification des activités de l'exploitation...). Cette hétérogénéité des conditions expérimentales empêchait toute comparaison intra et inter-élevage par l'intermédiaire de tests statistiques.

Deuxièmement, on retrouve un parasitisme notable dans 6 élevages (B,C,D,E,F,H) sur les 10 sélectionnés même si les niveaux ne dépassent que rarement les 500 OPG (un seul éleveur, F). Les 4 autres élevages étaient peu affectés par le parasitisme (valeurs de coproscopies inférieures à 200 OPG pour les 4 prélèvements). En fait, pour ces 4 troupeaux, l'enquête parasitaire a révélé que 2 d'entre eux (G,J) ne répondaient pas à nos critères de sélection sur l'utilisation du pâturage car ils ne faisaient pas réellement pâturer leurs chèvres. Ils possédaient en fait des parcs d'exercice où les chèvres pouvaient se détendre mais ne s'alimentaient pas vraiment en raison de la rareté de l'herbe. L'ensemble de la ration était donc prise en chèvrerie sous forme de concentrés et de fourrages secs ce qui excluait l'ingestion de formes infestantes de strongles gastro-intestinaux. Un troisième éleveur (A) quant à lui, pratiquait vraiment le pâturage mais les chèvres étaient menées sur un parcours ce qui limite les risques de contaminations car cette pratique évite aux animaux de pâturer sur les zones de refus, souillées par les fèces. Le quatrième éleveur (I) est un cas un peu particulier. Le faible niveau parasitaire au sein de son élevage est à mettre en relation avec la fréquence très élevée des

traitements antiparasitaires (5 traitements dans l'année dont 4 au cours de la saison de pâturage). Même si les résultats de coproscopies n'indiquaient pas de réel problème parasitaire, il nous semblait judicieux de le conserver dans notre échantillonnage puisque les problèmes parasitaires de cet élevage semblaient masqués par la fréquence très élevée des traitements.

Au terme cette année 1998, trois élevages (A,G,J) ont donc été éliminés de notre étude en raison de leur gestion du pâturage un peu particulière. Un 4^{ème} éleveur (B) n'a pas souhaité poursuivre l'étude, la jugeant trop contraignante.

Les six élevages restants ont participé à l'essai de traitement sélectif programmé sur 1999.

L'enquête parasitaire, les coprocultures et le FECRT nous ont permis de mieux cerner le parasitisme dans ces différents élevages.

Les résultats des coprocultures ont mis en évidence une certaine uniformité dans la répartition des genres. *Teladorsagia* et *Trichostrongylus* sont dénombrés de façon importante au printemps et à l'automne dans tous les élevages. Ce résultat est en concordance avec les données antérieures (Kerboeuf et Godu, 1980 ; Cabaret et coll., 1984 ; Chartier et Réche, 1992). Il est également représentatif de ce que cette étude a révélé à l'échelle nationale (Etter et coll, 2000). La forte présence d'*Haemonchus contortus* dans 4 élevages sur 6, est plus inattendue. En effet, les diverses études réalisées sur la prévalence des espèces parasitaires chez les caprins, ne sont pas unanimes sur l'importance de ce parasite. En fait, comme le soulignent Kerboeuf et Godu, (1980), la présence et le développement de ce parasite sont liés aux conditions climatiques. Il se développe favorablement à la fin des étés chauds et pluvieux. Or, toutes ces conditions étaient réunies au cours de l'année 1998.

L'enquête parasitaire nous a permis de comprendre les habitudes de gestion du parasitisme dans nos différents élevages. Plusieurs peuvent être formulées :

- Bien que la fréquence des traitements observée dans mon étude (2,4) soit très inférieure à celle enregistrée dans certaines études (Kettle et coll, 1983 ; Chartier et coll 1998), presque un tiers des éleveurs effectuent au moins trois traitements par

an (de trois à cinq). Ces résultats sont légèrement inférieurs à ceux établis en 1986 par Cabaret et coll, en Touraine (3,2 traitements par an). Ils sont par contre très représentatifs de la situation nationale. L'enquête de Hoste et coll (2000) relate une moyenne des traitements annuels de 2,74, toutes régions confondues.

- Les habitudes de dosage des produits que nous avons pu mettre en évidence dans l'étude sur la région Centre, soulignent un important problème de sous-dosage lié à un manque d'information concernant les spécificités de traitements en élevage caprin (notamment le doublement de la dose ovine). Dans cette région, un seul éleveur multipliait par 2 les doses ovines. Cette situation se reflète dans les autres régions d'élevage caprin en France. Ainsi, Hoste et coll (2000) ont constaté que le lévamisole, le pyrantel et les avermectines étaient employés à dose ovine dans toutes les fermes étudiées (Ouest et Est de la France). Toutefois, les pratiques de traitements sont différentes selon la région pour les benzimidazoles. En effet, on constate qu'ils sont utilisés à dose ovine dans 50 % des fermes en région Ouest contre 33 % en région Est. Ces sous-dosages sont renforcés par des erreurs d'estimation du poids corporels des individus du troupeau puisque aucun éleveur de notre étude ne réalise de pesée. Maingi et coll en 1996, révèlent déjà que la plupart des éleveurs calculent les doses thérapeutiques par rapport au poids moyen estimé d'une chèvre. Dans leur étude, seuls 9% des éleveurs se réfèrent au poids de la chèvre la plus lourde du troupeau.

- Le choix des familles d'anthelminthiques a quelque peu évolué. Dans l'étude région centre, les benzimidazoles sont utilisés dans les 10 fermes et représentent 91,6% des traitements effectués tout élevages confondus, pour l'année 1998. Ce résultat est similaire à celui mentionné par Hoste et coll (2000) au niveau national : les benzimidazoles sont présents dans 97 % des fermes et représentent 84 % des traitements appliqués dans une année.

L'emploi des benzimidazoles s'est intensifié au cours des dernières années. En effet, en 1986, Cabaret et coll mentionnaient l'utilisation de cette famille dans seulement la moitié des 49 fermes étudiées. Le lévamisole était encore largement employé. L'augmentation de l'usage des benzimidazoles s'explique par les progrès

pharmaceutiques réalisés sur ces molécules (moins de toxicité et délai d'attente plus faible) mais aussi par l'interdiction récente de l'emploi du lévamisole pendant la lactation.

- Enfin, il faut signaler une absence d'alternance des familles d'anthelminthiques chez les éleveurs de la région Centre, d'une année sur l'autre. On constate uniquement une alternance des produits chez 2 éleveurs sur 10 (les traitements pendant la lactation et au tarissement sont alors différents). Ce constat se vérifie au niveau national : sur les 69 fermes testées par Hoste et coll (2000), aucun n'éleveur ne changeait de molécules entre les années et seulement 30,4% alternaient les produits au cours de l'année. Il faut préciser que bien souvent il règne une confusion entre famille d'anthelminthique et nom déposé du vermifuge. La plupart des éleveurs pensent qu'en changeant de nom d'antiparasitaire, ils changent de famille de molécules.

Ces mauvaises conditions d'utilisation, notamment la fréquence des sous-dosages et l'emploi systématique du même produit pendant plusieurs années, expliquent que deux élevages sur 10 soient résistants aux benzimidazoles. Ces résultats sont comparables à ceux de Kerboeuf et coll (1985, 1988) mis en évidence en Touraine. En 1985, ils mentionnent l'existence de 2 élevages résistants sur 7 testés (28,5%). L'un est résistant au PanacurND (fenbendazole), l'autre au fenbendazole et au SynanthicND (oxfendazole). En 1988, au cours d'une enquête réalisée sur 26 élevages, ils concluent que 20% des élevages sont résistants aux anthelminthiques, principalement aux benzimidazoles. Une enquête plus récente de Chartier et coll (1998), constatait une situation bien plus alarmante : les 15 élevages caprins testés présentaient tous une résistance potentielle aux benzimidazoles.

Ce résultat, bien plus important que celui de notre enquête, est à mettre en relation avec une fréquence de traitement très élevée (6,5 par an).

On peut donc souligner deux points. D'une part, les phénomènes de résistance depuis une quinzaine d'années semblent s'accroître. D'autre part, la comparaison de

notre étude avec celle de Chartier et coll (1998) met en évidence l'importance de la fréquence des traitements dans la prévalence des résistances aux anthelminthiques.

Au terme de cette première année d'étude, nous avons pu cerner ce qui conduisait le plus souvent les éleveurs à l'échec, dans leur gestion du parasitisme. Il s'agit d'un manque d'informations concernant l'usage des anthelminthiques. Bien avant d'évoquer des problèmes de résistances aux anthelminthiques au sein d'un élevage, il semble donc judicieux de vérifier la bonne utilisation des produits et en particulier l'application de posologies adaptées à la chèvre. Il serait souhaitable également d'insister auprès des éleveurs sur la différence entre la famille d'anthelminthiques et le nom déposé du produit afin de faire disparaître la croyance très répandue de "si je change de marque de vermifuge, je change forcément de famille". Cet effort d'information des éleveurs est capital en terme de prévention des résistances aux anthelminthiques.

b) Les hypothèses de travail

b-1) Répartition agrégative des valeurs coproscopiques

Les études sur la distribution des OPG ont été essentiellement réalisées chez le mouton (Barger et Dash, 1987; Sreter et coll, 1994; Stear et coll, 1998). Elles concluent toutes que lors d'une infestation naturelle, la distribution des OPG suit une répartition de type binomiale négative. Chez la chèvre, il existe peu de références sur le sujet. Toutefois, le résultat observé lors de notre étude semble concorder avec celui trouvé dans deux études récentes menées par Hoste et Coll (2001a et 2002a). La première a été réalisée sur un cheptel de 120 chèvres situé en Ardèche. A partir des valeurs d'OPG enregistrées sur deux années. Pour chaque date de prélèvements coproscopiques (un prélèvement par mois pour chaque année), le

coefficient de skewness a été calculé. Les valeurs trouvées étaient généralement proches ou supérieures à 1. La distribution des valeurs était de type agrégative.

La deuxième étude menée par Hoste et Coll (2002a) a été menée sur 14 élevages caprins du Sud-Est , du Sud-Ouest et du centre de la France. Elle aboutit aux mêmes conclusions.

Ces résultats confirment notre hypothèse de départ : « seul, un petit nombre d'individus présentent des OPG très élevés et, est responsable des fortes contaminations du milieu environnant ».

Pour pouvoir mettre un traitement sélectif en place, il nous faut toutefois identifier clairement ce petit nombre d'individus (quelle catégorie d'animaux ?) et vérifier que, lors de chaque contrôle parasitaire, ce sont toujours les mêmes animaux qui sont les plus infestés.

b-2) Coefficients de corrélation et coefficients de répétabilité.

On constate tout d'abord que les coefficients de corrélation ne sont pas statistiquement significatifs pour tous les élevages et pour toutes les dates de prélèvements. D'une manière générale, des corrélations positives et significatives se retrouvent entre les différentes mesures de coproscopies lorsque celles-ci n'ont pas été perturbées par les traitements anthelminthiques. En effet, on peut observer que les trois coefficients de corrélation sont positifs et statistiquement significatifs dans les élevages qui ont peu traité (2 traitements sur l'année). De plus, dans ces élevages, la répartition des traitements sur l'année ne vient pas « biaiser » les résultats des coproscopies (cf tableau n°11). En effet, le premier traitement dans les deux élevages intervient en mars (2 mois avant notre premier passage). Les animaux au cours de ces deux mois ont eu le temps de se réinfester. Le deuxième traitement intervient en novembre pour l'éleveur B, juste après notre dernier passage. Pour cet éleveur, les quatre prélèvements ont été réalisés pendant une période sans traitement (de mai à début novembre). Pour l'éleveur H, le deuxième traitement intervient en septembre, deux mois avant notre dernier passage. Là encore, on peut supposer que les animaux ont eu le temps de se réinfester. Ainsi,

lorsque les infestations parasitaires évoluent naturellement (sans facteurs extérieurs perturbateurs comme les traitements), on peut mettre en évidence des valeurs de corrélation positives et statistiquement significatives entre deux dates de prélèvements. L'interprétation de ces résultats semble la suivante : d'une part, les valeurs d'OPG augmentent d'une coproscopie à l'autre, d'autre part, ce sont toujours les mêmes animaux qui sont forts ou faibles excréteurs, d'un prélèvement à l'autre.

La mesure des coefficients de répétabilité nous a permis de confirmer ce résultat. Les valeurs trouvées (0,6 à 0,85) sont plus élevées que celles mises en évidence par Hoste et coll (2001a) en conditions naturelles. De plus, elles sont significative pour 4 éleveurs sur 6.

Ce résultat confirme que les animaux forts ou faibles excréteurs sont globalement les mêmes au cours du temps. Par conséquent, on peut conclure de cette étude, que les mêmes animaux sont régulièrement impliqués dans la contamination des prairies.

Nous avons ainsi pu mettre en évidence que seul un petit nombre d'individus était responsable des contaminations parasitaires (distribution agrégative) et que ces individus étaient globalement les même au cours du temps. Il restait à identifier les catégories d'animaux correspondant aux forts excréteurs.

b-3) Comparaison des niveaux d'excrétions des primipares/multipares par rapport au reste du troupeau

Les résultats obtenus dans notre étude sont identiques à ceux des autres régions étudiées par Hoste et coll (2002a). Pour les hautes productrices, les différences relatives par rapport au reste des multipares sont importantes, surtout au moment du pic parasitaire. Ces résultats indiquent que les meilleures productrices d'un troupeau sont moins résilientes et moins résistantes au parasitisme gastro-intestinal. Ils viennent confirmer les travaux de Hoste et Chartier (1993 et 1994) et Hoste et coll (1999). Les hypothèses avancées pour expliquer cette sensibilité au parasitisme sont d'ordre génétique ou physiologique. On évoque la possibilité d'une relation entre le gène de sensibilité au parasitisme et celui des bonnes laitières. Cette

relation n'est pas simple à établir et aucune étude jusqu'à présent n'est parvenue à la démontrer. La deuxième hypothèse serait liée au stress de production qui diminuerait les résistances de l'animal vis-à-vis des infestations parasitaires. Quoiqu'il en soit, il importe de maîtriser le parasitisme sur cette catégorie d'animaux afin de préserver leurs performances laitières. Dans l'optique d'une politique de traitement sélectif, les hautes productrices sont donc des cibles privilégiées.

En ce qui concerne les résultats obtenus pour les primipares, ils ne viennent pas confirmer l'idée d'une sensibilité plus forte de cette catégorie d'âge (Hoste et coll, 1999). Ceci s'explique par des particularités d'élevage. Certains éleveurs (comme l'éleveur B) sortent les primipares sur des pâturages différents des multipares, ce qui limite les phénomènes de contaminations. D'autres décalent la période de pâturage ; les primipares sont sorties plus tard et rentrées plus tôt que les multipares. Enfin, tous les éleveurs se basent sur le poids corporel moyen d'une chèvre adulte pour traiter les animaux : si les sous-dosages des multipares sont importants, ils sont plus légers chez les primipares qui n'ont pas encore atteints leurs poids adultes.

Malgré les résultats obtenus pour les primipares en 1998, il nous semblait difficile de ne pas les inclure dans le traitement sélectif. En effet, nous ne pouvions prendre le risque de ne pas traiter les primipares de 1999 et de les exposer à des infestations massives pouvant compromettre leurs futures performances laitières.

Au terme de cette première année d'étude, nous avons donc définis les deux catégories d'animaux qui seraient soumis à l'essai de traitement sélectif : les hautes productrices et les primipares.

C/ 1999 : ESSAI DE TRAITEMENTS SELECTIFS

1/ Application du protocole

Au vu des résultats de 1998, des listes ont été données aux éleveurs pour leur signaler quels étaient les animaux à traiter en 1999.

Ces listes regroupaient toutes les primipares et la moitié supérieure des multipares du troupeau classées suivant leur production laitière. Environ deux tiers de chaque troupeau étaient ainsi traités.

Un échantillon des groupes traités et non traités, était prélevé à chaque date de passage dans l'élevage (4 dates réparties comme en 1998).

Des colliers colorés d'identification ont été remis aux éleveurs qui le souhaitaient afin de faciliter la reconnaissance des différents groupes au moment des prélèvements.

Le choix de l'anthelminthique était libre à condition qu'aucune résistance n'ait été détectée dans l'élevage au cours de l'année 1998. En cas de résistance aux benzimidazoles avérée, du Tartrate de pyrantel était préconisé pour remplacer ces produits trop souvent utilisés et désormais insuffisamment efficaces.

Tous les éleveurs avaient été informés des bonnes pratiques d'utilisation des anthelminthiques. Chacun savait qu'il n'était pas nécessaire de traiter si les résultats parasitaires de chaque passage ne le justifiaient pas (OPG < 500).

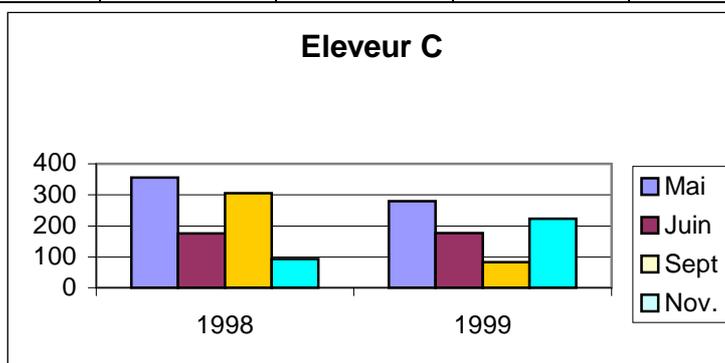
2/ Résultats parasitaires

On a pu constater d'un point de vue général que les moyennes parasitaires dans les différents élevages étaient sensiblement plus basses en 1999 qu'en 1998 sauf pour un éleveur (éleveur I). Tous les élevages sont considérés comme présentant des niveaux parasitaires bas puisque les résultats des OPG sont compris entre 200-500 OPG. L'élevage qui présentait de forts taux d'excrétion parasitaire en 1998 (éleveur F), a considérablement réduit son parasitisme. L'éleveur I, quant à lui, a connu une excrétion parasitaire très importante au cours de l'été 1999 mais le niveau d'excrétion est resté relativement bas puisqu'il ne dépassait pas les 400 OPG.

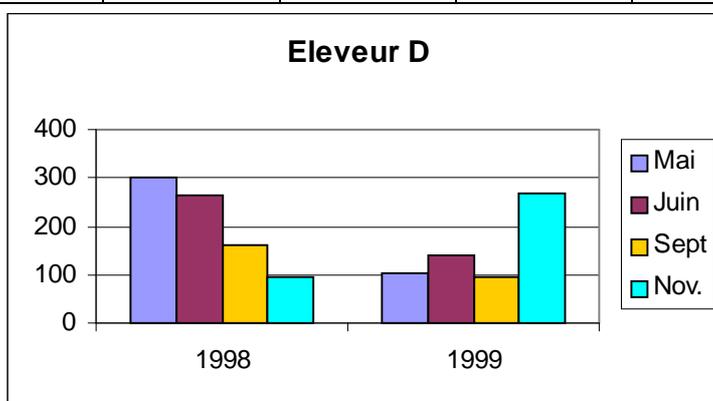
a) Résultats quantitatifs : maîtrise des niveaux parasitaires dans chaque élevage

Tableau 22 : Résultats comparés de l'excrétion des œufs de strongles en 1998 et 1999 (exprimés en opg)

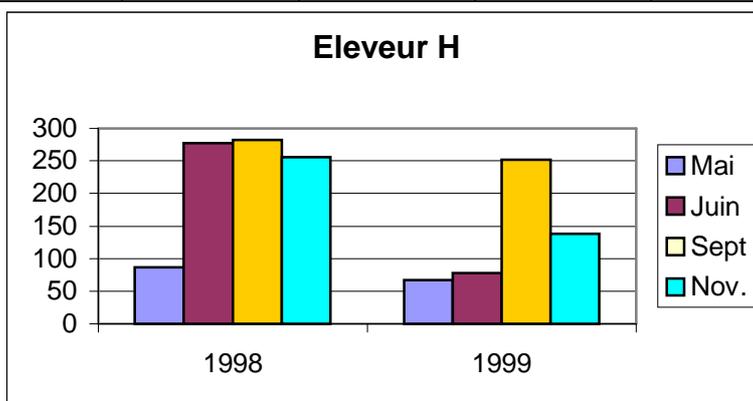
Eleveur	Année	Mai	Juin	Sept	Nov.	Moyenne sur l'année
Eleveur C	1998	355	175	305	93	232 (min: 93 ; max : 355)
	1999	279	177	83	224	190,8 (min: 83 ; max :279)



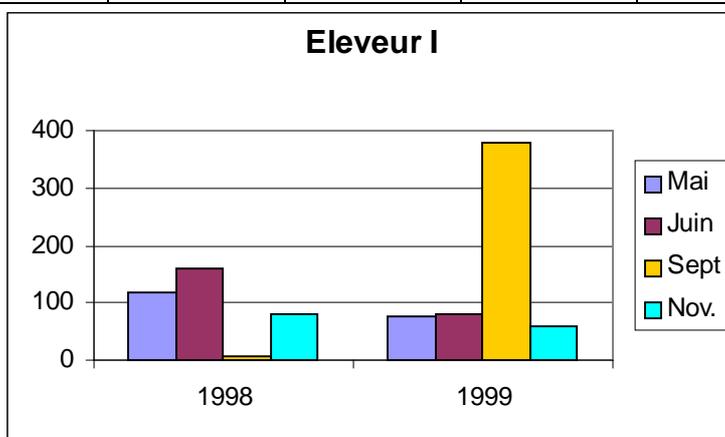
Eleveur	Année	Mai	Juin	Sept	Nov.	Moyenne sur l'année
Eleveur D	1998	302,6	262,8	159	95	204,9 (min: 95 ; max: 302,6)
	1999	102	141	93	267	150,8 (min: 93 ; max: 267)



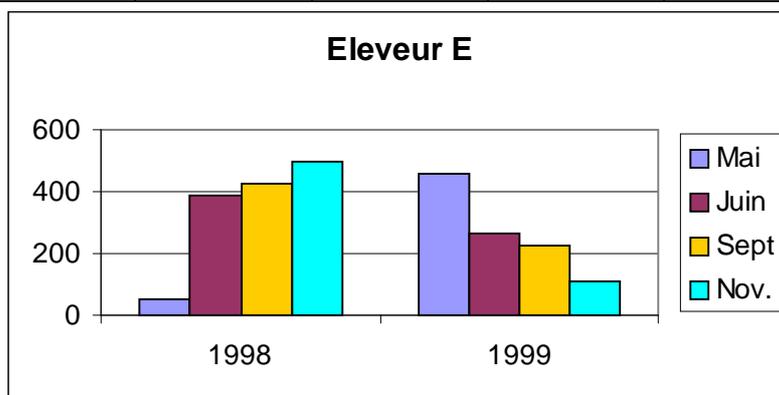
Eleveur	Année	Mai	Juin	Sept	Nov.	Moyenne sur l'année
Eleveur H	1998	87	277	282	256	225,5 (min: 87 ; max: 282)
	1999	67	78	252	138	133,8 (min: 67 ; max: 252)



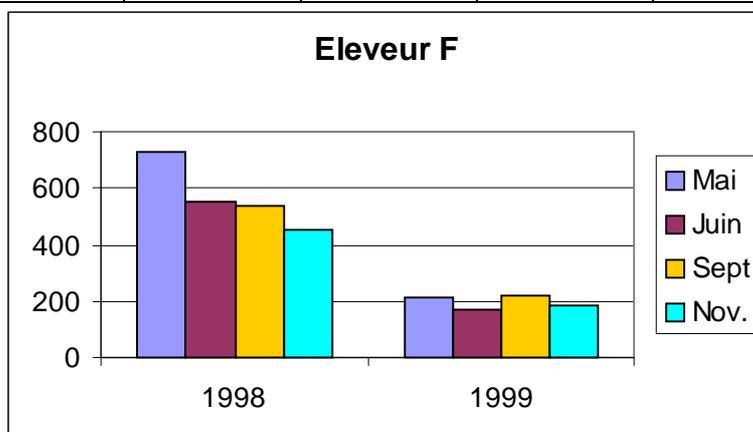
Eleveur	Année	Mai	Juin	Sept	Nov.	Moyenne sur l'année
Eleveur I	1998	120	159,7	5,5	80	91,3 (min: 5,5 ; max: 159,7)
	1999	78	79	380	59	149 (min: 59 ; max: 380)



Eleveur	Année	Mai	Juin	Sept	Nov.	Moyenne sur l'année
Eleveur E	1998	53	390	425	500	342 (min: 53 ; max: 500)
	1999	460	264	228	108	265 (min: 108 ; max: 460)



Eleveur	Année	Mai	Juin	Sept	Nov.	Moyenne sur l'année
Eleveur F	1998	732,5	550	537	451	567,6 (min: 451 ; max: 732,5)
	1999	214	167	217	186	196 (min: 167 ; max: 217)



b) Résultats qualitatifs : Réduction du nombre de traitements antiparasitaires

En 1999, les éleveurs ont traité lorsque les résultats de coproscopies étaient supérieurs à 500 OPG. Le suivi coproscopique de leurs élevages leur a permis de réduire considérablement la fréquence de traitements. Un éleveur a pu même s'abstenir de traitement tout au long de l'année.

De plus, les élevages pour lesquels des suspicions de résistance aux benzimidazoles avaient été mises en évidence, ont été orientés vers l'utilisation d'autres molécules en particulier le tartrate de pyrantel. En effet, cette molécule a l'avantage de pouvoir s'utiliser en lactation.

Enfin, les éleveurs ont intégré et respecté toutes les consignes de bonne utilisation des anthelminthiques. Ils semblaient tout à fait convaincus par ces conseils.

3/ Les résultats de production laitières

Ce paramètre a été difficile à chiffrer. En effet, seuls trois élevages ont pu nous fournir des données pour les deux années consécutives.

Tableau 23 : Comparaison du nombre de traitements annuels entre 1998 et 1999

Eleveur	Année	Janv	fév	mars	Avr	Mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Total
C	1998	-	-	-	Bz	-	Bz	-	-	Bz	-	Bz	-	4
	1999	-	-	-	-	Pyr	-	-	-	-	-	-	-	1
D	1998	-	-	-	Bz	Bz	Bz	Bz	-	-	-	-	Av	5
	1999	-	-	-	-	Bz	-	-	-	-	-	-	Av	2
H	1998	-	Bz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bz	2
	1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
I	1998	Bz	-	Bz	-	-	-	Bz	Av	-	-	Av	-	5
	1999	-	-	-	-	-	-	-	Av	-	-	-	-	1
E	1998	Bz	-	-	Bz	-	Bz	-	-	-	-	Bz	-	4
	1999	-	Bz	-	-	-	Pyr	-	-	Bz	-	-	-	3
F	1998	-	Bz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bz	2
	1999	-	-	-	-	Bz	-	-	-	-	-	-	-	1

Pyr : Tartrate de pyrantel

Bz : Benzimidazoles

Av : Avermectines

Tableau 24 : Comparaison des productions laitières entre 98 et 99

Eleveur	Moyenne de la production de lait / jour/ chèvre (en litre par jour) pour	Moyenne de la production de lait / jour/ chèvre (en litre par jour) pour
	1998	1999
Eleveur I	3,26	3,36
Eleveur D	2,74	2,84
Eleveur H	2,61	2,71

Au regard de ces résultats, on peut conclure que la mise en place des traitements anthelminthiques sélectifs n'a pas eu d'incidence sur la production laitière. Les niveaux de production dans les différents élevages se sont maintenus entre les deux années.

4/ Discussion

La grande majorité des éleveurs de notre étude s'est investie pleinement et semblait parfaitement satisfaite des résultats obtenus notamment en terme de productivité. Seul, un éleveur (E) s'est montré réticent et n'a pas respecté le protocole. Il n'acceptait pas, en effet qu'on lui impose quelques contraintes dans la gestion de son troupeau. Il a donc suivi les contrôles parasitaires réguliers mais a géré le parasitisme dans son troupeau comme bon lui semblait, en ne tenant absolument pas compte de la liste qu'on lui avait fourni. Toutefois, le fait de suivre régulièrement son troupeau par l'intermédiaire de coproscopies lui a permis de réduire le nombre de traitements qu'il effectuait, ne traitant ses animaux que lorsque le seuil critique d'OPG était dépassé.

Les 5 autres éleveurs ont respecté intégralement les règles du protocole et ont très vite pris le réflexe de ne traiter leurs animaux que lorsque les résultats coproscopiques l'exigeaient.

Cette expérience a montré qu'il existait une réelle demande des éleveurs concernant la gestion du parasitisme. Ils se sont parfaitement impliqués dans cette étude à partir du moment où une relation de confiance s'est établie et où un dialogue s'est instauré. Les résultats obtenus sur l'année 1999 sont très encourageants. Le parasitisme a été bien maîtrisé dans les différents élevages et les bilans de production laitière de l'année ont été tout à fait satisfaisants. Ces résultats ont également été retrouvés à l'échelle de notre enquête nationale (Hoste et coll, 2001 b). Outre la maîtrise du parasitisme et le maintien d'une bonne production laitière dans l'ensemble des régions, on enregistre une diminution de 40 % des traitements annuels.

D'autres études ont pu également mettre en évidence l'intérêt d'une telle méthode. Plusieurs expériences de traitements sélectifs ont été menées sur les équidés (Deschamp, 1997 ; Krecek et coll, 1994 ; Duncan et Love, 1991 ; Gomez et Georgi,

1991). Elles démontrent toutes, la possibilité de juguler le parasitisme (objectivé par des coproscopies) et de réduire considérablement le nombre de traitements annuels. En élevage caprin, une expérience similaire a été menée sur un troupeau expérimental de 120 chèvres, suivi durant deux années consécutives (Hoste et coll, 2002b). Deux groupes de traitement ont été réalisés. Dans le premier, tous les animaux étaient traités ; dans le second, seules les primipares et les meilleures productrices étaient traitées. Ces deux groupes ont été menés sur des prairies différentes. Les résultats obtenus étaient concordants pour les deux années de suivi : aucune différence d'infection parasitaire n'a été enregistrée entre les deux groupes et aucune différence significative de production laitière n'a été observée.

Le traitement sélectif semble donc constituer une réponse aux problèmes de chimiorésistances pouvant être développée à court terme. Il présente divers intérêts : concilier la maîtrise du parasitisme avec le maintien de la production laitière et la prévention des résistances aux anthelminthiques.

Toutefois, il reste à vérifier qu'il n'existe pas d'effets néfastes pouvant se révéler après plusieurs années d'application de cette méthode. Même si les premiers résultats obtenus sur un troupeau expérimental après un recul de deux années semblent encourageants (Hoste et coll, 2002b), cette méthode de gestion du parasitisme doit encore faire ces preuves. Il est notamment nécessaire de préciser la proportion exact d'animaux à traiter afin d'obtenir le meilleur compromis entre la maîtrise du parasitisme et la prévention des résistances.

La mise en place du traitement sélectif en routine, implique également la mise au point de méthodes qui permettent de repérer facilement et rapidement les animaux les plus parasités, dans les élevages. Ces méthodes doivent être peu onéreuses. Enfin, l'intégration de cette méthode en élevage ne pourra se réaliser convenablement sans des connaissances solides des éleveurs sur le parasitisme caprin et ses conséquences sur la production laitière. Ainsi, concernant la détermination des individus forts producteurs au sein du troupeau, l'éleveur devra prendre garde à calculer ces résultats laitiers sur une période où l'infection parasitaire est faible voir nul (les estimations laitières peuvent être considérablement biaisées par les infections parasitaires d'où des erreurs importantes dans le choix des animaux à traiter).

CONCLUSION

Le problème de l'élevage caprin au pâturage réside principalement dans le parasitisme. Cela incite les éleveurs à gérer leur troupeau en « zéro-grazing ».

Pourtant, le pâturage est intéressant à exploiter pour plusieurs raisons : tout d'abord, l'alimentation y est de bonne qualité et très économique pour l'éleveur. Ensuite, une telle pratique répond au cahier des charges de bon nombre d' « Appellation d'Origine Contrôlée » (AOC). Enfin, le retour à des méthodes d'agriculture plus raisonnées et plus traditionnelles semble plébiscité par les consommateurs. L'élevage caprin au pâturage s'inscrit pleinement dans cette optique.

Au vu de ces constatations, le but de cette thèse était de montrer que le parasitisme au pâturage peut être correctement maîtrisé par l'intermédiaire d'une bonne connaissance des problèmes parasitaires (bilan parasitaire des élevages, détection des phénomènes de résistance, information des éleveurs sur les bonnes pratiques d'utilisation des produits anthelminthiques) ainsi que par la mise en place d'un traitement sélectif. Ce type de traitement présente plusieurs avantages : outre le contrôle du parasitisme, il permet également de modérer l'emploi des molécules et donc de limiter les phénomènes de résistances. Par ailleurs, l'économie de produit est importante.

Ce type de gestion du parasitisme permet également de maintenir des niveaux de production satisfaisants.

Une telle politique de gestion du parasitisme impose une implication importante des vétérinaires praticiens. Elle ne peut réussir sans la volonté de l'éleveur et du vétérinaire praticien d'engager un travail d'équipe et d'établir une relation de confiance. Le vétérinaire devra transmettre à l'éleveur, les connaissances nécessaires à la mise en place du traitement sélectif. Il devra également l'aiguiller dans le choix des animaux à traiter et des molécules à utiliser. Enfin, il devra

également faire prendre conscience aux éleveurs que cette méthode s'intègre dans une démarche d'agriculture raisonnée. En effet, le problème de résistance aux anthelminthiques rejoint sur beaucoup de points celui des résistances aux antibiotiques mais à sa différence, il reste encore assez mal connu et sous-estimé.

BIBLIOGRAPHIE

I.A. Barger, K. M. Dash : « Repeatability of ovine faecal egg counts and blood packed cell volumes in *Haemonchus contortus* infections » *Int. J. Parasit.*, **1987**, 17, 977-980

I.A. Barger, K. Siale D.J.D. Banks, L.F Lejambre : « Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment » *Vet. Parasitol.*, **1994**, 53: 109-116

E.H. Barnes, R.J. Dobson, I.A. Barger : « Worm control and anthelmintic resistance : adventures with a model » *Parasit. Today*, **1995**, Vol. 11 : 56-63

C. Beaumont-Scwartz, D. Kerboeuf, J. Hubert : « Méthodes de mise en évidence de souches de strongles gastro-intestinaux résistantes aux anthelminthiques » *Rec. Méd. Vet.*, **1987**, 163 (6-7) : 683-688

F. Beugnet, D. Kerboeuf : « La résistance aux antiparasitaires chez les parasites des ruminants » *Le Point Vétérinaire*, **1997**, Vol. 28 167-174

Ch. Brard, Ch. Chartier : « Quand suspecter une strongylose digestive chez les ovins et les caprins et conduite à tenir » *Le Point Vétérinaire*, **1997**, Vol 28 : 83-88

J. Bussierras, R. Chermette : « Abrégé de Parasitologie, Fascicule III, Helminthologie vétérinaire » *Service de Parasitologie d'Alfort*, **1995** : 67-82 et 127-135

J. Bussierras, R. Chermette : « Abrégé de Parasitologie, Fascicule I, Parasitologie générale » *Service de Parasitologie d'Alfort*, **1991** : 12

J. Cabaret, N. Anjorand : « Comparaison de l'infestation naturelle par les strongles et *Moniezia* Sp. chez les races caprines Alpines et Saanen » Bull de la société française de Parasit., **1984**, n°2 : 42-52

J. Cabaret, N. Anjorand, C. Leclerc : « Le parasitisme helminthique des chèvres laitières en Touraine » Bull. soc. Vét. Prat. de France, **1984**, T.68, n°5 : 285 - 298

J. Cabaret, N. Anjorand, C. Leclerc : « Les élevages caprins en Touraine ; I. Mode d'élevage, parasitisme et estimation des pathologies chez la chèvre adulte » Rec. Med. Vet. **1986a**, 162(5) : 575-585

J. Cabaret, N. Anjorand, C. Leclerc, G. Baril : « Les élevages caprins en Touraine ; II. L'utilisation des anthelminthiques chez les chèvres adultes » Rec. Med. Vet. **1986b**, 162(8-9) : 979-987

J. Cabaret, J.P. Devillard, S. Richard : « Traitements anthelmintiques et qualité des fromages de chèvres fermiers » Bull. GTV, **1987**, n°4 : 88-90

J. Cabaret, N. Gasnier, P. Jacquiet : « Faecal eggs counts are representative of digestive-tract strongyle worm burdens in sheep and goats » Parasite, **1998**, 5: 137-142

C. Chartier, E. Etter, I.Pors, M.Alvinerie : « Activity of eprinomectin in goats against experimental infections with *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*» Vet. Rec, **1999**, 144 : 99-100

C. Chartier, H. Hoste : « La thérapeutique anthelminthique chez les caprins » Le Point Vétérinaire, **1997**, Vol. 28 : 125-131

C. Chartier, H. Hoste : « Impact des stongyloses gastro-intestinales sur la physiologie digestive et sur la production laitière chez les caprins » Bulletin GTV, **1996**, 109 : 85-93

C. Chartier, H. Hoste : « Anthelmintic treatments against digestive tract nematodes in grazing dairy goats with high and low levels of milk production » Vet. Res., **1994**, 25 : 450-457

C. Chartier, Y. Lefrileux, I. Pors, M.C Chardes : « Influence du mode d'élevage des chevrettes sur le parasitisme gastro-intestinal ; comparaison des conduites au pâturage et en chèvrerie » Rev. Méd. Vét, **1992**, 143, 6, 523-528

C. Chartier, A. Lespine, H. Hoste, M. Alvinerie : « Les endectocides chez les caprins : pharmacologie, efficacité et conditions d'utilisation dans le contexte de la résistance aux anthelminthiques » 3R, **2001**

C. Chartier, I. Pors, J. Hubert, D. Rocheteau, C. Benoit, N. Bernard : « Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France » Small Ruminant Research, **1998**, 29 : 33-41

C. Chartier et B. Réche : « Gastrointestinal helminths and lungworms of French dairy goats : prevalence and geographical distribution in Poitou-Charentes » Vet. Res. **1992**, 16 : 327-335

C. Deschamps : « La lutte contre les helminthoses équine par chimiothérapie sélective » **1997**, Thèse vétérinaire, 191 pages

J.L. Duncan, Love : « Preliminary observation on an alternative strategy for the control of horse strongyles » Equine Vet. J. **1991**, 23, 3 : 226-228

L. Elard, A.M. Comes, J.F. Humbert : « Sequences of b-tubulin cDNA from benzimidazole-susceptible and resistant strains of *Teladorsagia circumcincta*, a nematode parasite of small ruminants » Molecular and Biochemical Parasitology, 1996, 79: 249-253

E. Etter, C. Chartier, H. Hoste, I. Pors, Y. Lefrileux, C. Broqua, S. Vallade, C. Goudeau : « Parasitisme par les nématodes du tube digestif et utilisation du

pâturage : épidémiologie de l'infestation dans les troupeaux caprins laitiers en France » *Epidémiol. et Santé Anim.*, **2000**, 37, 75-86

P. Farizy : « Intérêt d'un traitement anthelminthique au thiabendazole chez la chèvre en lactation » *Rec. Med. Vet.* **1970**, 146 : 251-260

P. Galtier, L. Escoula, R. Canguilhem, M. Alvinerie : « Comparative bioavailability of levamisole in non lactating ewes and goats » *Annales de recherches vétérinaires*, **1981**, 12 : 109-115

H.H. Gomez, J.R. Georgi : « Equine Helminth infections : control by selective chemotherapy » *Equine Vet. J.* **1991**, 23 ,3 :198-200

W.N Grant, L. J. Mascord: « Beta-tubulin polymorphism and benzimidazole resistance in *Trichostrongylus colubriformis*» *Int. J. Parasitol.*,**1996**, 26 :71-77

L. Gruner, J. Bouix, J. Vu Tien Khang: « La résistance génétique aux parasitoses internes: exemple de travaux engagés en France et en Pologne» *Le point vétérinaire*, **1998**, 28 :1129-1137

J.A. Hawkins : « Economic benefits of parasite control in cattle » *Vet. Parasit.*, **1993**, 46 : 159-173

D.R. Hennessy, N.C. Sangster, J.W. Steel, G.H. Collins : « Comparatif pharmacokinetic behaviour of Albendazole in sheep and goats » *Int. J. Parasit.* **1993**, Vol. 23 : 321-325

H. Hoste : « Pathogenicity of parasitic nematode infections in ruminants » *Edit. Commission Européenne*, **1998** : 41-49

H. Hoste, Ch. Chartier : « Comparison of the effect on milk production of concurrent infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in high and low producing dairy goats » *Vet. Res.*, **1993**, Vol 54 :1886-1893

H. Hoste, C. Chartier : « Perspectives de luttres contre les strongyloses gastro-intestinales des ruminants domestiques » Le Point Vétérinaire, **1997**, Vol. 28 : 181-187

H. Hoste, C. Chartier : « Résistance des chèvres au strongyloses gastro-intestinales : différence avec les moutons » Le Point Vétérinaire, **1998**, Vol. 29 : 69-75

H. Hoste, C. Chartier, E. Etter, C. Goudeau, F. Soubirac, Y. Lefrileux : « A questionnaire survey on the practices to control nematode parasitism of the digestive tract in dairy goats farms in France » Vet. Res. Com., **2000**, 24: 459-469

H. Hoste, F. Huby, S. Mallet : « Strongyloses gastro-intestinales des ruminants : conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques » Le Point Vétérinaire, **1997**, vol. 28 : 53-59

H. Hoste, D. Kerboeuf, A.L. Parodi : « *Trichostrongylus colubriformis* : effects on villi and crypts along the whole small intestine in infected rabbits » Exp. Parasitol., **1988**, 67 : 39-46

H. Hoste, Y. Lefrileux, C. Chartier, C. Goudeau, C. Broqua, I. Pors, J.P Bergeaud, Ph Dorchies : « Efficacy of targeted application of anthelmintics to control trichostrongylosis in dairy goats » 18 th WAAVP meeting Stresa 26-30 August **2001b**

H. Hoste, Y. Lefrileux, C. Goudeau, C. Chartier, I. Pors, C. Broqua J.P Bergeaud : « Distribution and repeatability of nematode faecal egg counts in dairy goats : a farm survey and implications for worm control » Res. Vet. Science, **2002a**, 00 : 1-5

H. Hoste, Y. Lefrileux, A. Pommaret : « Distribution and repeatability of faecal egg counts and blood parameters in dairy goats naturally infected with gastrointestinal nematodes » Res. Vet. Science, **2001a** , 70: 57-60

H. Hoste, Y. Lefrileux, A. Pommaret : « Comparison of selective and systemic treatment to control nematode infection of the digestive tract in dairy goats» **2002b** (sous presse)

H. Hoste, Y. Lefrileux, A. Pommaret, L. Gruner, E. Van Quackebecke, C. Koch : « Importance du parasitisme par les strongles gastro-intestinaux chez les chèvres laitières dans le sud-est de la France » INRA Prod. Anim., **1999**, 12 (5) : 377-389

J.F Huntley, M. patterson, A. Mc. Kellar, F. Jackson, L.M Stevenson, R.L Coop: « Comparison of the mast cell and eosinophil responses of sheep and goats to gastrointestinal nematode infections » Res. Vet. Sc., **1995**, 58 : 5-10

D. Kerboeuf, C. Beaumont-Schwartz, J. Hubert, M. Maillon : « Résistance des strongles gastro-intestinaux aux anthelminthiques chez les petits ruminants » Rec. Med. Vet. **1988**, 164, (12) : 1001-1006

D. Kerboeuf, J. Godu : « Les strongyloses gastro-intestinales, données épidémiologiques et diagnostic chez les caprins » Bulletin des GTV, **1980**, 3 : 67-84

P.R. Kettle, A. Vlassoff, T.C Reid and C.T Horton : « A survey of nematode control measures used by milking goat farmers and of anthelmintic resistance on their farms » N.Z. Vet. J. **1983**, 31: 139-143

D. Kerboeuf, J. Hubert : « Benzimidazole resistance in field strains of nematodes from goats in France » Vet. Rec., **1985** : 116-133

R.C. Krecek, A.J. Guthrie, L.C Van Nieuwenhuizen, L.M Booth: « A comparison between the effects of conventional and selective antiparasitic treatments on nematode parasites of horses from two management schemes » J. South Afr. Vet., **1994**, 65 : 97-100

M.S Kwa, J.G Veenstra, M.H Roos : « Benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus* is correlated with a conserved mutation at amino acid 200 in b-tubulin isotype 1 » Mol. and bioch. Parasitol., **1994**, 63 : 299-303

M. Larsen : « Méthodes de contrôle biologique des helminthes: exemple de l'action de champignons prédateurs sur les larves de nématodes » International Journal for Parasitology **1999** 29: 139-146

L.F Lejambre : « Stocking rate effects on the worm burdens of Angora goats and Merino sheep » Aust. Vet. J., **1984**, 61: 280-282

N. Maingi, H. Bjørn, S.M. Thamsborg, A. Dangolla, N.C Kyvsgaard : « A questionnaire survey of nematode parasite control practices on goat farms in Denmark » Vet. Parasit., **1996**, 66: 25-37

C.A. Morris, B.C. Hosking, T.G. Watson, A.P. Hurford, B.J. Foote, J.F. Foote : « Genetic parameters for milk yield and faecal nematode egg count in Saanen does » N.Z.J. of Agric. Res., **1997**, Vol 40 : 523-528

W.E. Pomroy, W.A.G Charleston: « Failure of young goats to acquire resistance to *Haemonchus contortus* » N.Z. Vet. J., **1989**, 37 : 23-26

J.D Puyt: « La prescription hors RCP (hors AMM): droits et devoirs du prescripteur. L'aide du centre français du gFARAD » Journées nationales des GTV, 31 mai **2002**

Wahab A. Rahman and G.H. Collins : « Infection of goats with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* : Histopathology and pH changes » Br. Vet. J., **1991**, 147 : 569-573

J.P. Raynaud : « Les parasites internes de la chèvre (bilan d'examens coproscopiques, de coprocultures et d'autopsies) » Bulletin of the GTV, **1977** , 2-C-006 : 1-4

S. Richard, J. Cabaret, C. Cabourg : « Genetic and environmental Factors associated with nematode infection of dairy goats in Northwestern France » Vet. Parasit, **1990**, 36 : 237-243

N.C Sangster, J.M. Richard, D.R. Hennessy, J.W Steel, G.H Collins : « Disposition of oxfendazole in goats and efficacy compared with sheep » Res. In Vet. Science, **1991**, 51 : 258-263

Service de pharmacie et de Toxicologie d'Alfort : « Les médicaments anthelminthiques » Polycopié d'étude, **1995** : 90

D. Schwartz : « Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes », Medecine-Sciences, Flammarion, **1993**, 4^e édition

T. Streter, V. Molnar, T. Kassai : « The distribution of nematode egg counts and larval counts in grazing sheep and their implications for parasite control », Int. J. Parasitol., **1994**, 24: 103-108

M. J. Stear, K. Bairden, S; C. Bishop, G. Gettinby, Q. A. Mc Kellar, M. Park, S. Strain, D. S. Wallace : « The processes influencing the distribution of parasitic nematodes among naturally infected lambs », Parasitol., **1998**, 117: 165-171

S.F Sundlof, T.W Whitlock : « Clorsulon pharmacokinetics in sheep and goats following oral and intravenous administrations » J. of Vet. Pharmacology and therapeutics, **1992**, 15 : 282-291

L.E.A Symons, D.R Hennessy : « Cholecystokinin and anorexia in sheep infected by the intestinal nematode *Trichostrongylus colubriformis* » Int. J. Parasit. **1981**, Vol 11 : 55-58

S. Vallade, H. Hoste, C. Goudeau, C. Broqua, K. Lazard, Y. Lefrileux, C. Chartier, E. Etter : « relationship between nematode parasitism of the digestive tract and the characteristics of dairy goat farms in two French regions » Rev. Méd. Vét., **2000**, 151, 12, 1131-1138

J.A. Van Wyk, F.S. Malan : « Resistance of field strains of *Haemonchus contortus* to ivermectin, closantel, rafoxanide and the benzimidazoles in South Africa » Vet. Rec. **1988**, 123 : 226-228

J.A. Van Wyk, F.S Malan, H.H Gerber and Regina, M.R Alvès : « The problem of escalating resistance of *Haemonchus contortus* to the modern anthelmintics in south Africa » Onderst. J. Vet. Res. **1989**, 56 : 41-49

A.F. Vatta, B.A Letty, M.J. Van der Linde, E.F van Wijk, J.W Hansen, R.C Krecek : « Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. In goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using an eye colour chart developed for sheep » Vet. Parasit., **2001**, 99 : 1-14

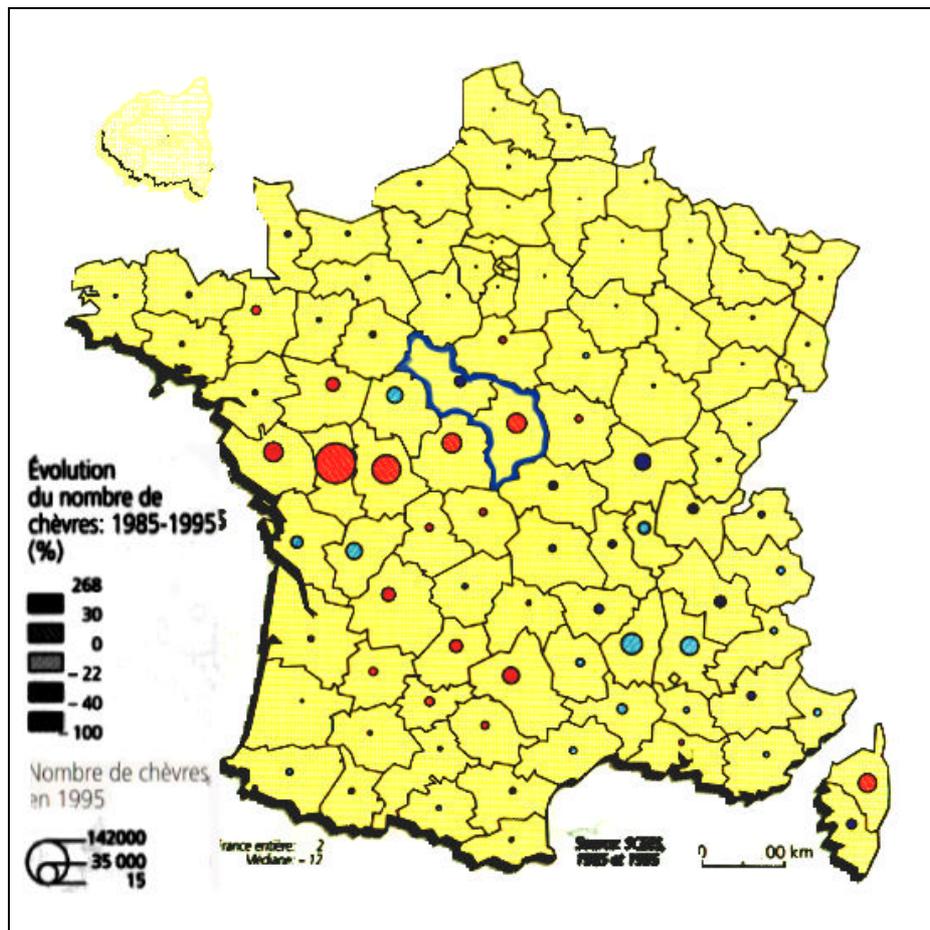
M. Xu, M. Molento, W. Blackhall, P. Ribeiro, R. Beech and R. Pritchard : « Ivermectin resistance in nematodes may be caused by alteration of P-glycoprotein homolog. » Mol. Biochem. Parasitol. **1998**, 327-335

P. Yvove, H. Hoste : « Parasitisme digestif et qualité des productions animales » Rev. Med. Vet. **1990**, 10 : 729-735

M. Zamri-Saad, P. Subramaniam, A.R Sheikh-Omar, R.A Sani, A. Rasedee : « The role of concurrent haemonchosis in the development of pneumonic pasteurellosis in goats » Vet. Res. **1994**, 18 : 119-122

ANNEXES

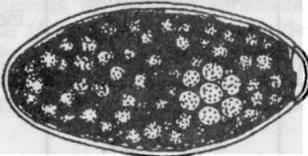
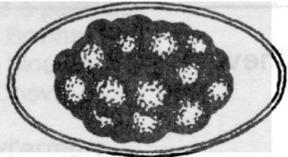
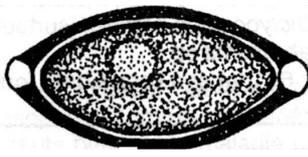
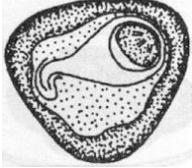
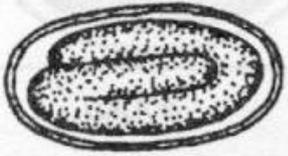
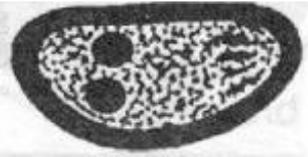
Annexe 1. Départements d'études : le Loir-et-Cher et le Cher
(délimités par un trait bleu sur le schéma)



Annexe 2. Exemple de liste établie pour réaliser le traitement sélectif

	Animaux non traités	Animaux traités
Animaux prélevés	315 705 614 702 616 714 621 719 713 718	314 518 807 817 319 509 809 819 410 605 811 821 506 803 813 823 514 805 815
Animaux non prélevés	402 602 406 708 413 712 604 716 608	322 512 804 814 414 623 806 816 401 612 808 818 511 701 810 820 523 720 812 822 824

Annexe 3. Critères de diagnose des oeufs d'helminthes

		Taille (en microns)	Coque	Contenu
Fasciola hepatica		130 - 150 x 70 - 80	mince jaune soufre 1 opercule	masse cellulaire peu distincte, emplissant totalement la coque
Trichostrong. & Oesophagost.		70 - 100 x 40 - 50	mince pôles assez étroits	morula à blastomères nombreux emplissant incomplètement la coque
Trichuris sp.		70 - 80 x 30 - 40	épaisse brun- jaunâtre 2 bouchons pôlaires réfringents	1 cellule
Moniezia expansa		55 - 65	épaisse complexe, un appareil piriforme	embryon hexacanthé
Strongyloides papillosum		40 - 60 x 20 - 25	mince	embryon
Dicrocoelium lanceolatum		40 x 25	épaisse brun noirâtre, operculée souvent asymétrique	miracidium avec 2 taches sombres et une couonne d'épines

Annexe 4. Questionnaire envoyé aux éleveurs pour réaliser notre enquête épidémiologique

QUESTIONNAIRE « PARASITISME CHEZ LES CHEVRES LAITIÈRES »

Ce questionnaire concerne les animaux adultes

Avez vous déjà constaté certains des signes suivants sur les animaux de votre troupeau qui peuvent évoquer du parasitisme ?

	oui	non	
- Poil piqué	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	période de l'année
- Baisse d'appétit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Amaigrissement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Diarrhée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Toux, jetage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Chute de production	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Mortalité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Demandez vous des examens coproscopiques pour repérer le parasitisme dans votre élevage ?

Qui les réalisent ?.....

Quel est le parasitisme dominant dans votre élevage ? Strongles digestifs Strongles respiratoires
 Petite douve Grande douve Autre Ne sait pas

Gérez vous le parasitisme uniquement par l'emploi des anthelminthiques ? oui non
 par d'autres techniques ? oui non

Si oui, précisez lesquelles ?.....

Traitements
 Traitez vous les animaux systématiquement (de manière stratégique) (indiquez le nombre) ?.....

Si oui, traitez vous la totalité ou une partie du troupeau ?.....
 Quand traitez vous ?.....

Traitez vous les animaux lorsque vous suspectez du parasitisme ?

Dans ce dernier cas, sur quels critères de décision ? A quels moments de l'année ?...

Les produits et les doses :

Citez les produits utilisés et les doses employées au cours des années précédentes

Produits (indiquez si possible le nombre de traitements par catégorie et par année)

	Benzimidazoles (produits « blancs »)	Levamisole pyrantel	Avermectines
en 1995			
en 1996			
en 1997.			

Doses ? Quelles doses appliquez vous ?

	Benzimidazoles (produits « blancs »)	Levamisole	Avermectines
Dose recommandée sur le bidon/flacon			
2 fois la dose			
4 fois la dose			

Quel animal vous sert de référence pour calculer la dose : établi pour chaque individu ?
 poids moyen des chèvres du troupeau ?
 la chèvre la plus lourde ?

Les poids des animaux sont ils estimés ou mesures par pesée ?

Utilisez vous des anthelminthiques « non conventionnels » ?

Produits homéopathiques ?
 Phytothérapie ?
 aromathérapie ? (huiles essentielles) ?
 autres produits

Qui vous a conseillé sur l usage et le choix de ces produits ?

Votre vétérinaire ? **oui** **non**
 Un technicien agricole ? **oui** **non**
 La presse professionnelle ? **oui** **non**
 Un autre éleveur ? **oui** **non**
 Autre ? **oui** **non**

Etes vous satisfait de votre mode de gestion du parasitisme ? **oui** **non**

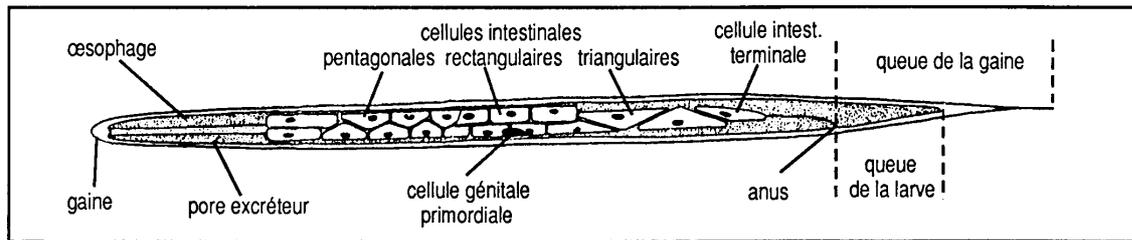
Si non, pourquoi ?

traitements pas assez efficaces **oui** **non**
 trop compliqué **oui** **non**
 trop de traitements **oui** **non**
 difficulté de commercialiser le lait **oui** **non**

Décrire vos pratiques de traitements sur les chevrettes

.....

Annexe 5. Tableau de diagnose et critères d'identification d'une L3 d'après J.Gevrey



Annexe 6. Nomenclature de reconnaissance des larves L3 des Nématodes de Ruminants
(Gevrey, 1971, Euzéby, 1981 cités par Chermette et Bussiéras, 1991)

A1) Pas de gaine

Strongyloides papillosus

A2) Une gaine

B1) Petite taille (L<600 µm, cellules intestinales peu nettes

Bunostomum sp.

B2) Grande taille (L> 1 mm), 8 cellules intestinales nettes, queue de la gaine très longue

Nematodirus sp.

B3) Taille moyenne (L=650 – 900 µm), cellules intestinales nettes

C1) 16 cellules intestinales

D1) 2 corps réfringents près de l'extrémité antérieure

Cooperia sp.

D2) Pas de corps réfringents près de l'extrémité antérieure

E1) Queue de la gaine courtes (30 µm)

Trichostrongylus sp.

E2) Queue de la gaine longue

F1) Une cellule intestinale terminale

Ostertagia sp.

F2) 2 cellules intestinales terminales

Haemonchus sp.

C2) Plus de 16 cellules intestinales

Chabertia ovina

Oesophagostromum sp.

A3) 2 gaines (pas toujours présentes), pas de cellules intestinales nettes, queue mousse

Distyocaulus sp.

Table des Tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif par espèce, des helminthes les plus fréquemment rencontrés dans le tube digestif des caprins.	9
Tableau 2 : Prévalence parasitaire des principaux helminthes des caprins en région Poitou-Charentes (d'après Chartier et Rèche, 1992)	15
Tableau 3 : Principaux anthelminthiques chez les petits ruminants et posologies spécifiques chez les caprins.	27
Tableau 4 : Spectre d'activité des différents anthelminthiques utilisables chez les caprins (d'après Bussièras et Chermette, fascicule 3 d'helminthologie vétérinaire, 1995).....	28
Tableau 5 : Typologie des élevages	51
Tableau 6 : Conditions de sortie des animaux au pâturage	52
Tableau 7 : Les types de pâturages.....	53
Tableau 8 : Concordance entre le niveau d'excrétion parasitaire et la charge parasitaire (d'après Brard et Chartier, 1997)	63
Tableau 9 : Les principaux genres parasites rencontrés dans les 10 élevages en 1998 (Dénombrement réalisé sur 100 larves).	71
Tableau 10 : Résultats de l'enquête de 1998 concernant les habitudes de traitements anthelminthiques dans les élevages.....	73
Tableau 11 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage B	76
Tableau 12 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage C	77
Tableau 13 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage D	78
Tableau 14 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage E	79
Tableau 15 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage F.....	80
Tableau 16 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage H	81
Tableau 17 : Distribution des OPG pour chaque date de prélèvement dans l'élevage I.....	82
Tableau 18 : Coefficients de corrélation entre les mesures coproscopiques successives pour l'année 1998.	84
Tableau 19 : Coefficients de répétabilité entre les mesures coproscopiques successives pour l'année 1998	85
Tableau 20 : Différences relatives d'excrétion d'œufs (exprimées en %) entre les hautes productrices et le reste du troupeau, au moment du pic parasitaire (A) et pour la moyenne annuelle (B). Valeurs calculées pour l'année 1998.	88
Tableau 21 : Différences relatives d'excrétion d'œufs (exprimées en %) entre les primipares et le reste du troupeau, au moment du pic parasitaire (A) et pour la moyenne annuelle (B). Valeurs calculées pour l'année 1998.	89
Tableau 22 : Résultats comparés de l'excrétion des œufs de strongles en 1998 et 1999 (exprimés en opg).....	99
Tableau 23 : Comparaison du nombre de traitements annuels entre 1998 et 1999	103
Tableau 24 : Comparaison des productions laitières entre 98 et 99	103

Table des figures

Figure 1 : Cycle parasitaire des strongles digestifs des caprins	12
Figure 2 . Conséquences physiopathologiques des strongyloses gastro-intestinales des ruminants ..	19
Figure 3 : Schéma d'une lame de Mc Master	58
Figure 4 : Résumé des données coproscopiques des 10 élevages pour 1998.	69

Table des Annexes

Annexe 1 . Départements d'études : le Loir-et-Cher et le Cher.....	117
Annexe 2 . Exemple de liste établie pour réaliser le traitement sélectif	118
Annexe 3 . Critères de diagnose des oeufs d'helminthes.....	119
Annexe 4 . Questionnaire envoyé aux éleveurs pour réaliser notre enquête épidémiologique	120
Annexe 5 . Tableau de diagnose et critères d'identification d'une L3 d'après J.Gevrey	122
Annexe 6 . Nomenclature de reconnaissance des larves L3 des Nématodes de Ruminants.....	122

Toulouse, 2001

NOM : Goudeau

PRENOM : Christèle

TITRE : Les résistances aux benzimidazoles chez les caprins : enquête épidémiologique et essais de traitement sélectif

RESUME : Les résistances aux anthelminthiques chez les nématodes du tractus digestif, représentent un problème majeur de gestion du parasitisme chez les caprins. Afin d'appréhender ce problème au sein des élevages, une enquête parasitaire suivi de la mise en place d'un essai de traitement sélectif ont été réalisés au cours de deux années d'étude portant sur dix élevages du centre de la France. Les résultats de l'enquête montrent que le mode usuel de maîtrise du parasitisme repose sur l'usage répété de molécules anthelminthiques mais qu'existe un manque d'informations des éleveurs sur les modalités appropriées d'utilisation des vermifuges chez cette espèce. Cette méconnaissance se traduit en pratique par des sous-dosages des produits. Associés à une fréquence élevée de traitements, ils sont à l'origine de l'émergence et du développement des résistances aux anthelminthiques. Ainsi, au cours de notre étude, deux élevages sur dix se sont révélés résistants aux benzimidazoles. Cette prévalence élevée des résistances oblige donc à rechercher d'autres modes de contrôle du parasitisme. Il est en effet, nécessaire de préserver l'efficacité des molécules anthelminthiques chez les caprins car dans cette espèce le choix reste limité. Une alternative possible pour lutter contre les chimiorésistances, est de traiter sélectivement les troupeaux ; le but étant de maintenir au sein des populations de vers des allèles de susceptibilité pour diluer ceux à l'origine de la résistance. Un traitement ciblé visant les seuls animaux les plus excréteurs, donc les plus contaminants permet d'atteindre cet objectif. Chez les chèvres laitières, notre étude a montré qu'il s'agissait essentiellement des hautes productrices et dans une moindre mesure des primipares. L'essai de ce type de traitements appliqué, dans les élevages, sur toute une année, a donné des résultats encourageants : tout en diminuant la fréquence d'emploi des anthelminthiques, les éleveurs ont maintenu un parasitisme faible au sein des troupeaux ainsi qu'un niveau de production satisfaisant.

MOTS-CLES : chèvre laitière ; anthelminthique ; résistance aux anthelminthiques ; strongle ; traitement sélectif

ENGLISH TITLE : Resistances to benzimidazoles in goat breeding : epidemiological survey and assay of selective treatments.

ABSTRACT : Resistance to anthelmintics in parasitic nematodes of the digestive tract is a major concern in goat breeding. In order to evaluate this problem within flocks, a survey on parasitism followed by a study on the potential of selective treatment were conducted for two successive years on ten dairy goats farms in the Centre of France. The results of survey show that the usual mode of control of these parasitic diseases is based, up to now, on repeated use of anthelmintics. Moreover, a lack of informations within the community of farmers on the pertinent use of these drugs in goats has also been underlined. In practice, this lack of knowledge leads to underdosing. This point, associated with a high frequency of treatments, could explain the development and the spread of in dairy goats. During this survey, benzimidazole resistances were identified in two flocks out of ten. Because of this high prevalence of resistances, it is crucial to preserve the efficiency of the anthelmintics currently available, particularly in dairy goats where the choice of molecules is limited due to lactation. An alternative to avoid chemoresistances is to give treatments on a selective basis, in order to maintain within worm populations, alleles of susceptibility which would dilute those involved in resistance. Ideally, within a flock, the treatments should target the animals with the highest level of egg excretion, responsible for most of the contamination of pastures. In dairy goat, the current study shows that those animals were mainly the highly productive individuals, and, to a lesser extent, the goats in first lactation. Such targeted treatment applied during one year in 8 farms of the study has provided encouraging results : while reducing the frequency of anthelmintics treatments and the pressure of selection for resistance, breeders were able to keep a low parasitic level in their flocks combined with a good milk production level.

KEY WORDS : dairy goats ; anthelmintic ; anthelmintic resistance ; trichostrongyles ; selective treatments