
***NEMATODIRUS HELVETIANUS* :** **BIOLOGIE, EPIDEMIOLOGIE,** **ROLE PATHOGENE CHEZ LES BOVINS :** **Etude bibliographique**

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

Guillaume, Pierre BOIN
Né, le 16 février 1977 à AGEN (Lot-et-Garonne)

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
M. Philippe JACQUIET

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur par intérim	: M.	G. BONNES
Directeurs honoraires.....	: M.	R. FLORIO
	M.	R. LAUTIE
	M.	J. FERNEY
	M.	G. VAN HAVERBEKE
Professeurs honoraires.....	: M.	A. BRIZARD
	M.	L. FALIU
	M.	C. LABIE
	M.	C. PAVAU
	M.	F. LESCURE
	M.	A. RICO
	M.	A. CAZIEUX
	Mme	V. BURGAT
	M.	D. GRIESS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **CHANTAL Jean**, *Pathologie infectieuse*
- M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
- M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **GUELFY Jean-François**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **EECKHOUTTE Michel**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
- M. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie -Toxicologie*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEUR ASSOCIE

- M. **HENROTEAUX Marc**, *Médecine des carnivores*
- M. **TAMZALI Youssef**, *Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES 1^{ère} CLASSE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOUCRAUT-BARALON Corine**, *Pathologie infectieuse*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme **BRET-BENNIS Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MESSUD-PETIT Frédérique**, *Pathologie infectieuse*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **RAYMOND-LETRON Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mlle **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. **VALARCHER Jean-François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES 2^e CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
Mlle **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme **COLLARD-MEYNAUD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie du Bétail*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Productions animales*
Mlle **HAY Magali**, *Zootecnie*
M. **MARENDA Marc**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*

MAITRES DE CONFERENCES 2^e CLASSE

- M. **GRANDJEAN Christophe**, *Gestion de la santé en élevage des ruminants*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mme **MEYNADIER-TROEGELER Annabelle**, *Alimentation*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **MONNEREAU Laurent**, *Anatomie, Embryologie*

A notre jury de thèse :

Monsieur le Professeur FONVIEILLE
Professeur des universités
Praticien hospitalier
Zoologie-Parasitologie

*Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommage respectueux*

Monsieur le Professeur DORCHIES
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Parasitologie et maladies parasitaires

*Qui a accepté avec bienveillance notre sujet de thèse, en remerciement de son soutien et de ses précieux conseils.
Qu'il trouve ici l'expression de notre vive gratitude et de notre profond respect.*

Monsieur le Docteur JACQUIET
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Parasitologie et maladies parasitaires

*Qui nous à fait l'honneur d'examiner ce travail.
Hommage respectueux.*

A mes parents,
qui m'ont aimé et soutenu pendant toutes ces années.

A mon frère et à ma sœur,
qui se sont toujours sacrifiés pour « le petit dernier ».

A tous mes amis de Toulouse et d'ailleurs,
Pour les bons moments passés ensemble et ceux à venir.

Table des matières

INTRODUCTION	13
PREMIERE PARTIE : ETUDE DU PARASITE	14
1 TAXONOMIE	15
A EMBRANCHEMENT DES « VERS ».....	15
B SOUS-EMBRANCHEMENT DES NEMATHELMINTHES	15
C CLASSE DES NEMATODES	15
D ORDRE DES MYOSYRINGATA	15
E SOUS-ORDRE DES STRONGYLOÏDEA.....	16
F FAMILLE DES TRICHOSTRONGYLIDES	16
G SOUS FAMILLE DES NEMATODIRINAE, GENRE <i>NEMATODIRUS</i>	16
2 BIOLOGIE	17
A/ HOTES	17
B/LOCALISATION	
C/ MORPHOLOGIE, STRUCTURE	17
1/ <i>Aspect macroscopique</i>	17
2 / <i>Aspect microscopique</i>	18
α- Les vers adultes.....	18
β- Caractéristiques cuticulaires	20
γ- Les œufs	21
δ- Stades larvaires.....	21
D/ CYCLE EVOLUTIF	21
1/ <i>Description du cycle</i>	21
2/ <i>Chronologie de l'évolution</i>	23
3/ <i>Conditions nécessaires à l'accomplissement du cycle évolutif</i>	24
α- La température	24
β- L'humidité	25
γ- L'oxygénation.....	25

	10
δ- Facteurs mécaniques.....	25
4/ <i>Nutrition</i>	26
DEUXIEME PARTIE : EPIDEMIOLOGIE	27
1 EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE	28
A/REPARTITION GEOGRAPHIQUE	28
B/REPARTITION DANS L'ESPACE	28
C/SAISONNALITE	28
2 EPIDEMIOLOGIE ANALYTIQUE	29
A/CONTAMINATION DES PATURAGES PAR LES STRONGLES DIGESTIFS	29
α- <i>Facteur lié aux animaux</i>	29
β- <i>Le degré de contamination de la pâture est aussi fonction des conditions météorologiques</i>	29
B/ L'INFESTATION DE L'HOTE : MODALITES, FACTEURS FAVORISANTS, FACTEURS LIMITANTS	29
α- <i>Infestation d'animaux</i>	29
1- Les jeunes bovins	29
2- Les bovins adultes.	30
β- <i>Facteurs favorisant l'infestation de l'hôte</i>	31
1-Facteurs liés aux conditions d'élevage	31
1-1 Chargement excessif des pâturages.....	31
1-2 Gestion du pâturage.....	31
1-3 Type d'élevage : allaitant, laitier.....	31
2-Variation du pouvoir infestant du parasite.....	31
3-Influence de l'état de santé de l'hôte.....	32
γ- <i>Facteurs limitant l'infestation</i>	32
1-Résistance de l'hôte	32
2- Réponse immunitaire : phénomène de « self-cure », hypersensibilité	33
TROISIEME PARTIE : POUVOIR PATHOGENE	34
1 PATHOGENIE.....	35
A/ ACTION SUR L'INGERE – MALABSORPTION	35

B/ MODIFICATION DES METABOLISMES – PERTE DE PRODUCTION.....	35
C/ EFFETS MECANQUES ET TRAUMATIQUES.....	36
D/ COINFESTATIONS PARASITAIRES ET ACTION FAVORISANT LES INFECTIONS.....	36
2 CONSEQUENCES CLINIQUES	37
A/ SIGNES GENERAUX.....	37
B/ SIGNES LOCAUX - SYNDROME GASTRO-ENTERITIQUE.....	37
C/ MODIFICATION DES PARAMETRES HEMATOLOGIQUES	37
D/ EVOLUTION.....	38
3 LESIONS.....	38
A/ LESIONS MACROSCOPIQUES	38
B/ LESIONS MICROSCOPIQUES	38
QUATRIEME PARTIE : STRATEGIES DE LUTTE.....	40
1 STRATEGIES ZOOTECHNIQUES ET AGRONOMIQUES.....	41
A GESTION DES PATURAGES	41
B IMMUNISATION NATURELLE	42
2 STRATEGIES THERAPEUTIQUES	42
A- MOLECULES DISPONIBLES ET MOINDRE SENSIBILITE DE <i>NEMATODIRUS HELVETIANUS</i>	42
B- MISE EN ŒUVRE DES TRAITEMENTS.....	45
Conclusion.....	46
BIBLIOGRAPHIE :.....	47

Table des illustrations

FIGURE 1 : <i>NEMATODIRUS SPP</i> : VUE MACROSCOPIQUE (GROSSISSEMENT 2 FOIS), LA FEMELLE ADULTE MESURE DE 18 A 25MM ET LE MALE, DE 10 A 17 MM DE LONGUEUR. D'APRES (52).	18
FIGURE 2 : EXTREMITÉ ANTERIEURE DE <i>NEMATODIRUS</i> , EXTREMITÉ POSTERIEURE DE LA FEMELLE. D'APRES (33).....	18
FIGURE 3: <i>NEMATODIRUS</i> : VUE MICROSCOPIQUE DE LA BOURSE CAUDALE, (A) INDIQUE LES DEUX PAIRES DE RAYONS PARALLELES DE CHAQUE LOBE. D'APRES (33).....	19
FIGURE 4: <i>N. HELVETIANUS</i> : ASPECT MICROSCOPIQUE: DE GAUCHE A DROITE: LA POINTE DES SPICULES EN VUE VENTRALE PUIS LATERALE ET LA QUEUE DE LA FEMELLE. D'APRES (19). 19	19
TABLEAU I. CARACTERES DIFFERENTIELS DE <i>NEMATODIRUS SPP</i> DE RUMINANTS. D'APRES (19)	20
FIGURE 5: (A) ŒUF DE TRICHOSTRONGYLIDE, (B) ŒUF DE <i>NEMATODIRUS SPP</i> . D'APRES (52) ...	21
FIGURE 6 : CYCLE EVOLUTIF DE <i>NEMATODIRUS HELVETIANUS</i> , (A) INDIQUE LE LIEU DE LIBERATION DE LA L3 DE SES ENVELOPPES. D'APRES (33).....	22
FIGURE 7: VUE EN MICROSCOPIE ELECTRONIQUE DES LESIONS TISSULAIRES OCCASIONNEES PAR <i>N. HELVETIANUS</i> . D'APRES (50)	39
FIGURE 8: ASPECT MICROSCOPIQUE DES LESIONS DE DESQUAMATION EPITHELIALE DES VILLOSITES INTESTINALES. D'APRES (11).	39
TABLEAU II. COMPTAGE POST MORTEM (<i>N. HELVETIANUS</i> ADULTES ET LARVES DE 4 ^{EME} ET 5 ^{EME} AGE) ET EFFICACITE DE TRAITEMENTS ANTIPARASITAIRES. D'APRES (18).....	44
TABLEAU III : COMPTAGE POST MORTEM (<i>N. HELVETIANUS</i> ADULTES ET LARVES DE 4 ^{EME} ET 5 ^{EME} AGE) ET EFFICACITE DU TRAITEMENT PAR L'OXFENDAZOLE. D'APRES (9).....	44

Introduction

Nematodirus helvetianus est un strongle parasite du tube digestif de nombreux ruminants, très présent en France.

Il se situe dans l'intestin grêle où il exerce son pouvoir pathogène, entraînant pertes de production, voire diarrhée et amaigrissement.

En élevage laitier et allaitant, l'enjeu économique du contrôle du parasitisme est fondamental. Le parasitisme clinique génère des pertes directes : mortalité, saisie d'abats, avortements, diminution nette des performances zootechniques. Des pertes indirectes peuvent également lui être attribuées, liées à l'altération du système immunitaire des animaux, devenant sensibles aux maladies métaboliques et infectieuses intercurrentes.

Il existe également, un parasitisme latent, sub-clinique, sous estimé dans la plupart des régions de France, ayant comme manifestation une baisse des performances zootechniques : altération de la fertilité, diminution quantitative et qualitative de la production laitière, chute du gain moyen quotidien.

Ce travail se limite à *Nematodirus helvetianus*, espèce très surveillée par les parasitologues en raison de sa moindre sensibilité aux nouvelles molécules antiparasitaires. On envisagera en premier lieu l'étude du parasite, sa place dans la classification taxonomique, ainsi que sa biologie, nous présenteront ses particularités par rapport aux autres espèces de *Nematodirus*, ensuite nous aborderons l'épidémiologie du parasite et son action sur l'hôte. Enfin, nous évoquerons sa sensibilité aux anthelminthiques ainsi que les stratégies potentielles de lutte.

Première partie :
Etude du parasite

1 Taxonomie (20 ;29)

A/ Embranchement des « vers »

Les vers parasites des animaux et de l'homme appartiennent à deux sous-Embranchements :

- les Plathelminthes, vers plats dépourvus de cavité générale habituellement hermaphrodites.
- les Némathelminthes, vers à corps cylindrique possédant une cavité générale, bissexués.

B/ sous-Embranchement des Némathelminthes

Il comprend trois classes :

- Les Acanthocéphales, dépourvus de tube digestif et caractérisés par une trompe garnie de crochets et enveloppée d'une gaine.
- Les Gordiens, vers très allongés dont le tube digestif est atrophié chez les adultes, ce sont des pseudo-parasites.
- Les Nématodes sont pourvus d'un tube digestif complet et ne possèdent pas de trompe céphalique épineuse.

C/ Classe des Nématodes

Cette classe comprend deux ordres :

- Ordre des Trichosyringata : ils possèdent une extrémité antérieure amincie dotée d'un œsophage très effilé.
- Ordre des Myosyringata : ils présentent un œsophage musculueux.

D/ Ordre des Myosyringata

Il comprend plusieurs sous Ordres classés suivant l'aspect de l'orifice buccal.

- Bouche trilabiée, absence de bourse caudale chez les mâles : Ascaroïdea
- Bouche non trilabiée
- Mâles dépourvus de bourse caudale mais possédant une queue spiralée ou en vrille : Filaroïdea et Spiruroïdea .
- Mâles pourvus d'une bourse caudale sans côte : Dioctophymoïdea.

- Mâles pourvus d'une bourse caudale soutenue par des côtes rigides : Strongyloïdea.

E/ Sous-ordre des Strongyloïdea.

Il comprend 5 familles, différenciées par l'aspect de leur capsule buccale.

- Vers possédant une capsule buccale bien développée, pourvue sur son bord antérieur de lames ou de crochets: Ankylostomidés
- Vers possédant une capsule buccale dépourvue de lame ou de crochet :
- Capsule buccale cupuliforme, à bords libres épais et sans denticule: Syngamidés.
- Capsule buccale globuleuse ou annulaire, à bords minces parfois pourvue d'une couronne de denticules: Strongylidés.
 - Vers dépourvus de capsule buccale ou dotés d'une capsule buccale très réduite :
- Individus longilignes parasites de l'appareil respiratoire, du cœur droit, de l'artère pulmonaire, premier stade larvaire de type strongyloïde: Métastrongylidés
- Individus brévilignes parasites du tube digestif, premier stade larvaire de type rhabditoïde : Trichostrongylidés.

F/ Famille des trichostrongylidés

Elle comprend 4 sous familles :

- Individus possédant une capsule buccale développée et chitinoïde, parasites des oiseaux : Amidostominés.
- Individus possédant une capsule buccale absente ou vestigiale, parasites des mammifères :
- Mâle à spicules longs et filiformes, parasites des mammifères herbivores : Nématodiriné
- Mâle à spicules courts et épais
 - Extrémité antérieure enroulée : Ollulaninés
 - Extrémité antérieure rectiligne : Trichostrongylinés

G/ Sous famille des Nématodiriné, genre *Nematodirus* .

On ne considère en Europe, chez les ruminants domestiques, que le genre *Nematodirus*.

Ses représentants ont une taille de 10 à 30 mm de long sur 150 à 500 µm de large. Ils présentent une dilatation cuticulaire céphalique, des lobes latéraux de la bourse caudale très

développés, un aspect filiforme des spicules longs, accolés l'un à l'autre, et l'absence de gubernaculum.

Différentes espèces sont recensées : *N.filicollis* ; *N.helvetianus* ; *N.spathiger* ; *N.battus*.

2 Biologie

A/ Hôtes

Nematodirus helvetianus est communément rencontré chez les bovins, surtout les jeunes ; on le rencontre également chez les caprins et ovins (33).

B/ Localisation

Nematodirus est un parasite de l'intestin grêle avec une localisation privilégiée au niveau duodénal et jéjunal, mais lors d'infestation massive, tous les segments de l'intestin grêle peuvent être atteints. Le parasite adulte se localise à la surface de la muqueuse, entre les villosités. Les jeunes adultes ainsi que les stades larvaires L4 et L5 se nourrissent plus en profondeur dans la muqueuse, et sont de ce fait responsables de l'essentiel du pouvoir pathogène (29).

C/ Morphologie, structure

1/ Aspect macroscopique

N. helvetianus est un ver relativement long, comparé aux autres trichostrongylidés, il est blanchâtre et communément appelé « thin necked intestinal worm » du fait de sa partie antérieure plus fine que le reste du corps ; les femelles mesurent de 18 à 25 mm et les mâles de 10 à 17 mm de longueur (52).

Le corps du ver est toujours très pelotonné et les parasites sont enroulés les uns avec les autres dans l'intestin grêle. L'extrémité postérieure des femelles est épaissie et contient l'utérus rempli d'œufs.

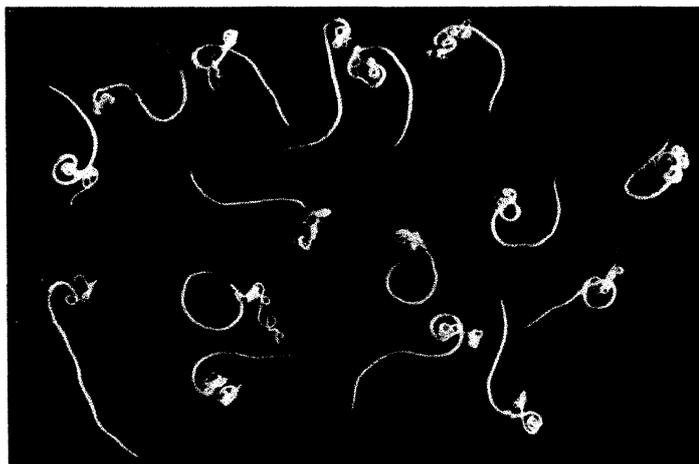


Figure 1 : *Nematodirus* spp: vue macroscopique (grossissement 2 fois), la femelle adulte mesure de 18 à 25mm et le mâle, de 10 à 17 mm de longueur. D'après (52).

2 / Aspect microscopique

α- Les vers adultes

On peut observer une petite dilatation céphalique de la cuticule qui, dans la région antérieure, est striée transversalement. Le stoma est armé d'une dent triangulaire dorsale, la région antérieure du ver est généralement enroulée.

L'extrémité postérieure des femelles présente un aspect mousse muni d'une pointe, l'utérus contient des œufs très gros (11;52; 25).

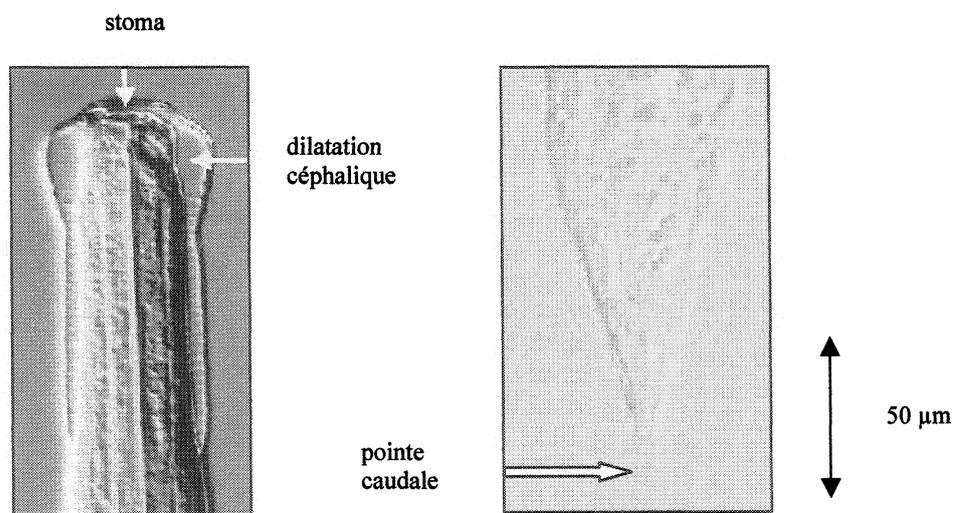


Figure 2 : extrémité antérieure de *Nematodirus*, extrémité postérieure de la femelle d'après (33)

Les mâles possèdent des spicules longs, doubles et effilés se rejoignant à leur extrémité.
Chaque lobe de leur bourse caudale présente deux paires de côtes parallèles.

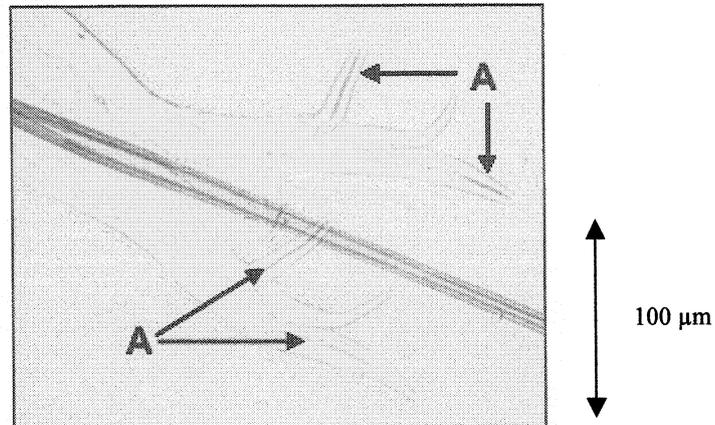


Figure 3: *Nematodirus*: vue microscopique de la bourse caudale, (A) indique les deux paires de côtes parallèles de chaque lobe (2-3 et 5-6). D'après (33)

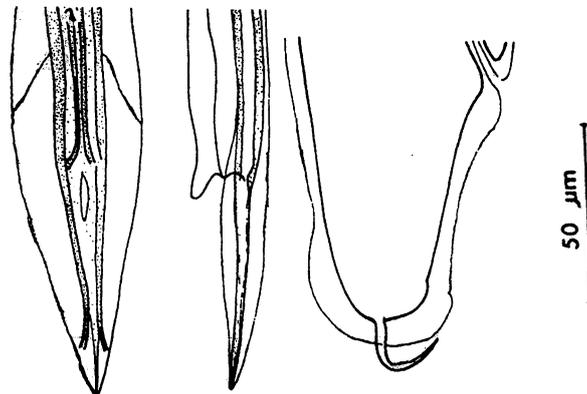


Figure 4: *N. helvetianus*: aspect microscopique: de gauche à droite: la pointe des spicules en vue ventrale puis latérale et la queue de la femelle. D'après (19).

La figure 4 montre l'allongement très important de la pointe des spicules de *Nematodirus helveticus*, la forme des spicules est un des critères de diagnose d'espèce.

Le tableau 1 résume les principaux critères de diagnose.

	<i>N. filicollis</i>	<i>N. spathiger</i>	<i>N. helveticus</i>	<i>N. battus</i>
Nombre de denticules entourant le stoma (corona radiata)	30 denticules	50 denticules	60 denticules	35 denticules
Nombre de crêtes ♂ v= ventrales d= dorsales	7v, 7d	9v, 9d	15v, 15d	9v, 9d
	7v, 7d	9v, 9d	16v, 17d	10v, 10d
Gradient de taille crêtes cuticulaire	fort gradient médio-latéral	gradient médio-latéral	absence de gradient	léger gradient médio-latéral
Lobe dorsal	non divisé en 2 lobules	divisé en deux lobule marqués	divisé en 2 lobules marqués	divisé en 2 lobules peu marqués
Longueur des côtes 2 à 6	équivalente	inégaie	inégaie	équivalente
Côtes dorsales 5 et 6	légèrement divergentes à leur extrémité	non divergentes à leur extrémité	non divergentes à leur extrémité	très divergentes à leur extrémité
Longueur pointe des spicules	16µm	16µm	35µm	15µm
Pointe des spicules	allongée	spatulée	très allongée	en cuiller
Queue de la femelle	arrondie avec pointe caudale	arrondie avec pointe caudale	arrondie avec pointe caudale	pointue

Tableau 1. Caractères différentiels de *Nematodirus spp* de ruminants. D'après (19)

β- Caractéristiques cuticulaires

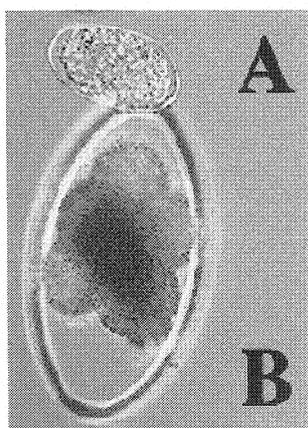
N. helveticus présente des striations en région cervicale et post cervicale. On observe également 60 denticules périorales.

Le nombre de stries à mi longueur (entre 30 et 36), supérieur à toutes les autres espèces, est tout à fait caractéristique. Enfin, les mâles ne présentent pas de striation ventrale dans le quart postérieur (39).

γ - Les oeufs

Les œufs très grands, mesurent 160 à 230 μm de long et 85 à 121 μm de large. Ils sont de forme ovale et leur taille les différencie des autres trichostrongylidés.

Ils présentent une morula à 8 blastomères volumineux remplissant incomplètement la coque assez épaisse, claire et à pôle étroit (10;52).



— 50 μm
Figure 5: (A) œuf de trichostrongylidé, (B) œuf de *Nematodirus* spp. D'après (33)

δ - Stades larvaires

Les larves L1 et L2 sont de type rhabditoïde et les larves L3 infestantes sont de type strongyloïde.

Les larves L1 et L2 et les jeunes L3 sont contenues dans l'œuf. La larve L3 infestante est dépourvue d'appareil valvulaire, elle est facilement reconnaissable à sa grande taille nettement supérieure aux autres larves infestantes de trichostrongylidés et comporte un long et fin filament par lequel se termine la queue de gaine régulièrement effilée. Elle mesure environ 1100 μm de long et 30 μm de large (52).

D/ Cycle évolutif

1/ Description du cycle

α - Les œufs rejetés par les ruminants parasités doivent subir une évolution qui les conduit à la formation de la larve de troisième âge : la L3 de *Nematodirus* se distingue par son développement larvaire à l'intérieur de l'œuf et par la résistance de sa larve infestante,

supérieure à celle de tous les autres strongles (33;45). Cette évolution s'accomplit en passant successivement par les stades larvaires intermédiaires L1 et L2.

La larve L1 de *Nematodirus* est rhabditoïde pourvue d'un appareil valvulaire oesophagien de type rhabditiforme. Sa forme est variable selon l'espèce, mais elle est souvent pourvue d'une longue queue. La longueur moyenne de L1 est de l'ordre de 350µm.

La larve L2 résulte d'une mue subie par la larve précédente. L'appareil rhabditiforme est moins marqué que celui de L1 et sa longueur moyenne est de 500µm.

Après une nouvelle mue la larve L2 se transforme en L3 (38) de type strongyloïde, dépourvue d'appareil valvulaire. Elle est caractérisée par son inclusion dans l'exuvie de L2, ce qui en facilite la diagnose.

La larve L3 de *N. helvetianus*, logée dans l'œuf avant son éclosion, est enveloppée de deux dépouilles exuviales (celle de la larve L1 et celle de L2) mais au moment de l'éclosion qui intervient lorsque les conditions de température et d'hygrométrie sont optimales (cf C/3/), la première enveloppe est abandonnée.

L'importance des L3 est très grande puisque elles représentent l'élément infestant pour un animal réceptif.

Bien qu'enveloppées dans une dépouille exuviale, les larves L3 n'en demeurent pas moins mobiles et sont capables de se déplacer à la surface du sol ou sur les végétaux.

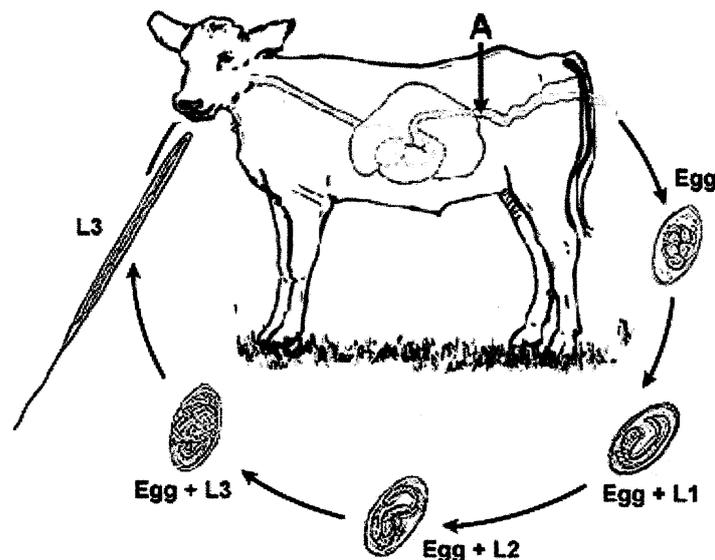


Figure 6 : cycle évolutif de *Nematodirus helvetianus*, (A) indique le lieu de libération de la L3 de ses enveloppes. D'après (33).

Les déplacements des larves sont orientés par divers tropismes : hygrotropisme positif, phototropisme négatif et géotropisme négatif (12;13). Il apparaît d'autre part que les larves de *Nematodirus* recherchent surtout la partie inférieure des plantes (20).

β- Le stade infestant acquis, le cycle est provisoirement interrompu et ne peut se poursuivre que si les larves L3 pénètrent chez un hôte réceptif, par voie buccale.

γ- Dans le tube digestif de l'hôte, les larves infestantes se libèrent d'abord de l'enveloppe qui les contenait. Ce désenkystement s'opère dans la portion du tube digestif qui précède le segment où vivent les vers adultes : la caillette pour *N. helvetianus*, parasite de l'intestin grêle (29;31).

Ce désenkystement dépend de « facteurs dialysables » agissant sur la larve. Celle-ci élabore un fluide doué de propriétés antigéniques dont l'action sur l'enveloppe larvaire entraîne la libération de L3. La larve pénètre alors dans la muqueuse de l'intestin grêle (52) et se développe entre les villosités : elle doit encore subir 2 mues avant de devenir un ver adulte.

2/Chronologie de l'évolution

α- Dans le milieu extérieur, de l'expulsion de l'œuf à la formation de la larve infestante, il s'écoule un temps variable en fonction de facteurs climatiques.

Pour *Nematodirus*, dans les conditions optimales, l'évolution est plus longue que pour les autres trichostrongylidés : 18 à 30 jours contre 3 à 10 jours (29).

β- D'autre part la durée de la période patente de *N. helvetianus* varie de 2 à 19 semaines, de nombreux facteurs influent sur la longévité des vers : l'âge des animaux infestés, les phénomènes de résistance et de self-cure, facteurs que nous envisagerons par la suite.

γ- Chez l'hôte, après pénétration de la larve infestante L3, celle-ci mue en larve L4 en 8 jours. Puis 14 jours après l'infestation, la larve L4 mue en L5. A ce moment, elle émerge de la muqueuse puis évolue en adulte.

La période prépatente de *N. helvetianus* est de 20 à 26 jours alors qu'elle est d'environ 15 jours pour les autres espèces de *Nematodirus* (20;46;52).

δ- L'hypobiose correspond à l'arrêt du développement du parasite lorsque les conditions extérieures sont défavorables. La reprise et l'achèvement du développement sont subordonnés à la réapparition ultérieure de conditions favorables (12).

Ainsi dans les régions tempérées d'Australie, les œufs de *Nematodirus* éclosent toute l'année sauf durant les mois d'été chauds et secs (52). Dans les régions tempérées d'Europe, les œufs embryonnés et les larves présents dans les pâturages à la fin de l'été et à l'automne résistent en hypobiose aux conditions hivernales et ne reprennent leur développement que lorsque la température s'élève (20;47).

Ainsi, les œufs et les larves L3 de *Nematodirus* offrent aux agents physiques une résistance supérieure à celle de la plupart des trichostrongylidés : les œufs sont capables de résister pendant 3 semaines à des températures de -10°C et sont les plus aptes à résister aux températures élevées et à la sécheresse de l'été.

D'autre part les larves infestantes de *Nematodirus* sont capables de supporter des cycles successifs de congélation / décongélation, très nocifs pour la plupart des œufs et des larves L3 (20).

3/ Conditions nécessaires à l'accomplissement du cycle évolutif

α- La température.

Elle constitue un facteur dynamique déterminant la vitesse d'évolution.

La température optimale de développement des œufs de la plupart des trichostrongylidés se situe aux environs de $22-25^{\circ}\text{C}$. A des températures plus basses, le développement est toujours possible mais plus lent.

On observe un pic d'éclosion de *N. helvetianus* à 11°C (28).

Contrairement aux œufs de *N. filicollis* et *N. battus*, ses œufs ne nécessitent pas une baisse de la température hivernale pour l'évolution et l'éclosion ultérieures (16).

En effet les larves infestantes de *N. battus* doivent subir une exposition au gel suivie d'une hausse de température pour que l'éclosion ait lieu. Cette particularité induit une concentration des éclosions de larves infestantes au printemps et une limitation du cycle de reproduction à une seule génération par an générant une seule vague d'infestation à la fin du printemps, à l'origine de strongyloses spécifiques à la saisonnalité marquée.

D'autre part, des études ont démontré l'existence d'une inhibition du développement des larves de *Nematodirus helvetianus* au début de l'automne, sur la côte Est du Canada, chez des veaux auparavant indemnes de parasite (54).

Une hypothèse d'explication de ce phénomène a été attribuée à la chute brutale des températures ainsi qu'à diminution du nombre d'heures d'ensoleillement. Néanmoins, chez *Nematodirus*, ce phénomène d'inhibition intervient plus tardivement que chez *Cooperia* et ne touche jamais plus de 60% des larves (54).

β- L'humidité

La sécheresse est un facteur limitant pour les stades libres de tous les strongles digestifs. L'humidité est indispensable au développement des œufs et des larves, mais dans une certaine limite car si la couche liquide dépasse quelques millimètres, la teneur en oxygène sera trop faible et défavorable au développement des œufs et des larves.

Ainsi une atmosphère saturée en vapeur d'eau est plus favorable que l'eau liquide exceptée la rosée qui facilite le déplacement des larves.

γ- L'oxygénation

Une oxygénation suffisante du milieu ambiant est nécessaire.

Ceci explique les difficultés de développement dans les litières de stabulation, les lisiers (où la chaleur de fermentation exerce sur les éléments parasitaires un effet létal), dans les milieux denses (où l'oxygène gazeux ne diffuse pas), les pièces d'eau profondes (16;20).

δ- Facteurs mécaniques

Il importe que les matières fécales émises par les individus infestés soient délitées pour permettre une bonne oxygénation et pour favoriser la libération des œufs ou des larves qui se trouvent dans la masse fécale.

Ce délitage des bouses peut se réaliser selon plusieurs processus : déplacement et piétinement des animaux, action des coléoptères coprophages et des oiseaux insectivores, action de la pluie.

4/ Nutrition

N. helvetianus est chymivore , son pouvoir pathogène s'exerce donc par la spoliation de l'hôte, plus qualitative que quantitative, et par les perturbations qu'il apporte à la digestion et à l'absorption des nutriments (20;29).

Deuxième partie :
Epidémiologie

1 Epidémiologie descriptive

A/Répartition géographique

N. helvetianus est ubiquiste, présent dans tous les pays d'élevage. Il se rencontre plus fréquemment comme tous les trichostrongylidés dans les régions humides. En milieu sec, une légère humidité au niveau du sol est suffisante à son développement (20;27).

B/Répartition dans l'espace

N. helvetianus se rencontre dans les pâturages et affecte donc les animaux vivant à l'extérieur. Mais des individus élevés en stabulation nourris de fourrages frais récoltés dans les pâturages contaminés peuvent également être infestés (20).

C/Saisonnalité

Les strongyloses digestives surviennent principalement en fin d'été et au début de l'automne, essentiellement en première année de pâture pour les élevages laitiers et en deuxième année de pâture pour les élevages allaitants (12). Ce sont donc des maladies à caractère estivo-automnal (20).

N. helvetianus et *N. spathiger* diffèrent de *N. battus* par la capacité des œufs émis durant le printemps et l'été à achever leur développement en larves infestantes. Ainsi seuls les œufs émis en fin de saison de pâture donneront lieu à des éclosions de printemps, et conduiront à une reprise de l'infestation lors de la mise à l'herbe, souvent sans conséquences cliniques. Leur modèle épidémiologique est semblable à celui de la majorité des trichostrongylidés et il font toujours partie de populations parasitaires mixtes lors d'infestation naturelles de jeunes bovins. En revanche, pour *N. battus*, dont les œufs doivent être soumis à des températures négatives pour achever leur développement, les éclosions sont concentrées au printemps générant des infestations massives aux conséquences cliniques graves notamment chez les agneaux (33).

2 Epidémiologie analytique

A/Contamination des pâturages par les strongles digestifs

α- Facteur lié aux animaux.

Elle est variable selon les animaux qu'elle héberge.

A la mise à l'herbe, les jeunes animaux peu ou pas immunisés sont confrontés à des larves âgées qui donneront des adultes très prolifiques : leurs fèces contiendront donc de nombreux œufs. La contamination près des bouses peut atteindre 2 000 000 L3 /kg/MS sur une prairie pâturée par des bovins de première année de pâture avec une moyenne de 2 à 5000L3/kg/MS lorsque les bovins adultes pâturent seuls. (12;20)

β- Le degré de contamination de la pâture est aussi fonction des conditions météorologiques

La contamination augmente avec la pluviosité et l'élévation de température. Au contraire, de fortes chaleurs, des pluies violentes diminuent le nombre des larves présentes sur la pâture. Ainsi dans les Pyrénées orientales, les *Nematodirus* apparaissent en Avril et leur nombre n'est élevé qu'en fin de saison (12;42).

D'une manière générale, lors d'étés et d'automnes humides, les animaux seront confrontés à de nombreuses formes infestantes, d'autant plus dangereuses lors du surpâturage. Après le pic estivo-automnal, les animaux sont retirés de la parcelle et celle-ci reste contaminée jusqu'au printemps suivant avec cependant une diminution progressive du nombre de larves, variable selon la rigueur hivernale. Si les animaux sont maintenus en automne sur la parcelle, ils accentuent la contamination du pâturage par l'excrétion d'œufs, des œufs évoluant en larves infestantes l'année suivante (47).

B/ L'infestation de l'hôte : modalités, facteurs favorisants, facteurs limitants

α-Infestation d'animaux

1- Les jeunes bovins

Les strongyloses digestives sont des maladies dont la morbidité est élevée lorsqu'elles apparaissent à la fin de l'été et au début de l'automne essentiellement en première année d'herbe en élevage laitier et en deuxième année en élevage allaitant.

- Infestation des jeunes bovins en première année d'herbe.

A la mise à l'herbe et jusqu'à juillet, les niveaux d'infestation sont très souvent faibles.

Les veaux laitiers peu ou pas immunisés vont être confrontés à des larves âgées qui donneront des adultes très prolifiques . Ces veaux présenteront donc des niveaux parasitaires élevés en fin d'été (12;41).

Les veaux allaitants mis à l'herbe avec leur mère vont consommer peu d'herbe en début de saison , l'essentiel de leur alimentation étant lactée, puis la saison s'avançant la consommation d'herbe augmente et aboutit à une contamination massive en fin de saison.

- Infestation des jeunes bovins en deuxième année d'herbe.

Pour les jeunes bovins allaitants, le faible contact avec le parasite la saison précédente et une faible immunité acquise expliquent le risque de contamination massive et l'apparition possible de signes cliniques et de répercussion sur la croissance en fin d'été.

Pour les jeunes bovins laitiers l'infestation parasitaire diminue au printemps (phénomène de self-cure) et demeure basse pendant une grande partie de la saison de pâturage.

Le nombre de parasites hébergés peut augmenter en septembre et octobre, mais n'a pas d'incidence significative sur la croissance des animaux du fait de l'immunité acquise en première année d'herbe (41;46).

2- Les bovins adultes.

Les individus adultes sont souvent porteurs latents de parasites et contribuent ainsi à la contamination des pâturages ; d'autre part ces animaux absorbent des larves infestantes vis à vis desquelles leur organisme est devenu résistant.

Ainsi on observe une diminution de l'infestation parasitaire après la mise à l'herbe : le phénomène de self-cure.

En Juin et début Juillet, le nombre de parasites est faible et augmente progressivement dès le début de l'automne mais dans des proportions moindres que celles observées chez le jeune (32;41). Néanmoins un animal adulte peut présenter une baisse de résistance immunitaire notamment en péri-partum et redevenir ainsi une source active de contamination (16).

β- Facteurs favorisant l'infestation de l'hôte.

1-Facteurs liés aux conditions d'élevage

1-1 Chargement excessif des pâturages

L'infestation a tendance à progresser avec l'augmentation du chargement mais la différence n'est pas aussi importante que cela a été avancé par certains auteurs et n'est sensible qu'entre les classes de chargement inférieures ou égales à 1 UGB et celles supérieures à 1.5 UGB (4000 vers totaux contre 7400) (40).

De plus l'infestation parasitaire augmente sensiblement dès que la durée de séjour des animaux sur une parcelle atteint 25 à 30 jours (40).

1-2 Gestion du pâturage

- La prairie est utilisée pour récolter de l'ensilage ou du foin

Si la prairie est sans animaux au printemps il ne subsiste pratiquement plus de larves infestantes en Juin, les repousses sont pratiquement saines et les jeunes bovins mis à l'herbe pour la première fois s'infestent très peu : la contamination de la prairie demeure à un niveau faible.

- La prairie est utilisée dès le mois d'avril par des bovins en première saison

Les larves résiduelles ingérées par les jeunes bovins donnent des adultes. En général la contamination qui s'en suit en août-septembre est très élevée.

Si des animaux sont maintenus en automne sur la parcelle, ils accentueront sa contamination.

- La prairie est utilisée dès le mois d'avril par des bovins ayant déjà une ou plusieurs saisons d'herbe

Ces catégories d'animaux, déjà en contact avec les strongles digestifs sont plus ou moins immunisés et résistants : l'excrétion d'œufs est très faible et le niveau de contamination de la prairie demeure généralement bas (41).

1-3 Type d'élevage : allaitant, laitier

Si aucune différence significative n'est à signaler concernant les adultes, l'épidémiologie pour les jeunes animaux laisse apparaître des différences (cf $b-\alpha -1$).

2-Variation du pouvoir infestant du parasite

Le vieillissement des larves entraîne une diminution du pouvoir infestant, et inversement une prolificité accrue des adultes qui en sont issus (36).

3-Influence de l'état de santé de l'hôte

- Les individus déprimés, atteints de diverses maladies intercurrentes ou de troubles nutritionnels sont très réceptifs.

- Certains états physiologiques augmentent les risques d'infestations : le sevrage chez le jeune, le péri-partum chez l'adulte.

γ - Facteurs limitant l'infestation

1-Résistance de l'hôte

Il a été démontré que les jeunes bovins développent une résistance vis à vis de *N. helvetianus* et ce, plus précocement que pour *Ostertagia ostertagi* et *Cooperia oncophora* (46).

Cette forme d'immunité acquise persiste après un premier contact avec le parasite et a pour résultat de protéger l'animal, d'accroître sa résistance (47).

D'autres formes d'immunité peuvent exister : elle peut être naturelle même sans contact préalable avec le parasite (différents animaux d'une même race peuvent s'avérer résistants), elle peut être acquise par prémunition (ne se manifester qu'en présence du parasite : phénomènes de compétition intraspécifiques) (24).

Il apparaît d'autre part que la résistance vis à vis de *N. helvetianus* est plus lente à s'établir chez les animaux traités.(53)

L'immunité de l'hôte augmente avec le nombre de saisons de pâture et entraîne :

- une inhibition de l'implantation des L3 jusqu'à 90%
- un allongement de la période prépatente
- une diminution de la prolificité et de la longévité des adultes jusqu'à les éliminer complètement.

En plus de facteurs immunitaires, il a été démontré que des facteurs environnementaux influençaient le développement larvaire : c'est le cas de l'abaissement de la température et de la photopériode à l'automne(54).

Enfin, l'immunité acquise lors de la première saison d'herbe a un effet sur la croissance générale dans la seconde année mais reste insuffisante pour prévenir la réduction de gain de poids.

2- Réponse immunitaire : phénomène de « self-cure », hypersensibilité

Le phénomène de self-cure s'exprime par un rejet accéléré, partiel ou total des populations parasitaires présentes dont le support semble être une réaction inflammatoire exacerbée de l'animal. Elle intervient surtout au printemps après quelques semaines au pâturage, s'accompagne parfois d'épisodes diarrhéiques aigus, et explique en partie la diminution du nombre d'œufs éliminés au début de l'été (50).

Ce phénomène est reproductible dans les conditions expérimentales lors d'une surinfestation massive des animaux : on observe alors une chute brutale du nombre d'œufs émis et un nombre réduit d'adultes retrouvés à l'examen nécropsique (29).

Des expériences ont étudié les conséquences de réinfestations chez des moutons rendus résistants au parasitisme à la suite d'infestations répétées. Dans certains cas ces réinfestations ont été associées à des pertes de production non négligeables, ces altérations étant particulièrement marquées chez les individus résistants. Ceci suggère fortement que certains composants de la réponse de l'hôte contribuent à les initier. Des phénomènes d'hypersensibilité, notamment de type 1, sont souvent évoqués (29;35).

Troisième partie :
Action du parasite sur l'hôte,
pouvoir pathogène

Contrairement à la nématodirose de l'agneau, reconnue comme une entité clinique distincte, les nématodiroses du veau à *N. helvetianus* ont fait l'objet de peu d'études. Généralement considéré comme peu pathogène, *N. helvetianus* est un parasite commun de l'intestin grêle des bovins, en particulier des jeunes animaux.

Dans des conditions expérimentales, il a été démontré que *N. helvetianus* pouvait être responsable de troubles sévères lors d'infestations massives (11;26).

1. Pathogénie

A/ Action sur l'ingéré – malabsorption

Comme tous les trichostrongylidés chymivores, *N. helvetianus* est responsable d'une spoliation plus qualitative que quantitative portant sur des éléments nutritifs essentiels : sels minéraux, vitamines (20).

Ces infestations s'accompagnent d'une réduction de la consommation d'aliments : baisse d'appétit progressive liée au nombre de vers présents (jusqu'à l'anorexie totale lors d'infestations massives).

A la sous-consommation, s'ajoute une malabsorption des nutriments due à la conjonction de plusieurs phénomènes qui affectent les structures et les fonctions physiologiques du tractus digestif.

La présence des vers est responsable de lésions des muqueuses en particulier des épithéliums (cf infra). Dans l'intestin grêle, la bordure en brosse des entérocytes est particulièrement affectée par la présence des vers, provoquant une profonde dépression des activités enzymatiques impliquées dans l'étape terminale de la digestion (29).

B/ Modification des métabolismes – perte de production

Les effets du parasitisme sur l'appétit et l'assimilation sont amplifiés par une réorientation du métabolisme : Chez l'animal parasité, les synthèses protéiques hépatiques et celles localisées au niveau des épithéliums digestifs sont fortement accrues afin de compenser les pertes, d'assurer l'homéostasie sanguine et de maintenir l'intégrité du tractus digestif ; ceci au détriment des sites habituels de synthèse protéique : muscle strié, acini mammaires, ce qui accroît les pertes zootechniques (29).

Il a été démontré que 38 jours après l'infestation de veaux sains par 25000 et 50000 larves, on observe un gain de poids inférieur de respectivement 33% et 72% par rapport aux veaux témoins (50).

C/ Effets mécaniques et traumatiques

Les vers sont capables de dissocier les tissus de l'hôte à l'aide de certaines structures anatomiques spécialisées : un contact étroit entre le parasite et les villosités favorise un effet abrasif de la cuticule du ver sur les cellules absorbantes ; les lésions sont d'autant plus prononcées chez *Nematodirus* que les crêtes cuticulaires font saillie à la surface du corps (29). La bordure en brosse des entérocytes est donc particulièrement affectée par la présence des vers : cette expansion de la membrane apicale des cellules absorbantes représente le support membranaire de nombreuses enzymes.

La présence des vers est également à l'origine de sévères perturbations de la motricité du tractus digestif et par conséquent sur le transit du chyme et sur le temps de contact des nutriments avec les épithélium.

En effet la présence de *Nematodirus* dans l'intestin grêle est associée à une inhibition du péristaltisme intestinal, son implantation dans le tractus digestif modifierait l'activité myoélectrique et le transit du contenu alimentaire. L'acétylcholinestérase, enzyme particulièrement abondante dans les produits d'excrétion – sécrétion des *Nematodirus*, joue un rôle d'anesthésique local en diminuant de façon significative les contractions (29).

De manière générale, ces substances contribuent à assurer le développement, la survie et la reproduction du parasite chez son hôte.

En outre, des produits d'excrétion-sécrétion dont l'acétylcholinestérase seraient doués de propriétés prolifératives vis à vis de lignées de cellules épithéliales digestives. Si ce résultat se confirme *in vivo*, cela suggère que *Nematodirus*, comme la plupart des nématodes parasites, dispose, par ses sécrétions, de moyens qui assurent un renouvellement constant des sources protéiques qui leur sont nécessaires.

D/ Coinfestations parasitaires et action favorisant les infections

Nematodirus, comme *Cooperia* n'est pathogène qu'en cas d'infestation importante. En revanche son parasitisme conjoint avec *Ostertagia* ou *Hoemonchus* en accentue le caractère pathogène : le parasitisme concomitant au niveau gastrique et intestinal est donc plus pénalisant.

L'affaiblissement de l'état général des animaux, les lésions traumatiques des muqueuses sont des facteurs favorables aux surinfections bactériennes (50): les toxiinfections à clostridies apparaissent chez les individus parasités par *Nematodirus*.

D'autre part les coccidioses secondaires sont fréquentes et aggraveront le tableau clinique (50).

2. Conséquences cliniques

A/ Signes généraux

Il a été démontré qu'aucun signe clinique n'était observé chez les veaux contaminés par quelques centaines de larves de *N. helvetianus*, en revanche, des retards de croissance ont pu être constatés lors de l'administration de plusieurs milliers de larves; enfin lors de contaminations massives, en plus du retard de croissance il a été signalé des baisses d'appétit allant jusqu'à l'anorexie, une faiblesse générale: l'animal présente des difficultés à se lever, une énophtalmie marquant une déshydratation liée sans doute au syndrome de gastroentérite. Un poil sec et ébouriffé, une légère hyperthermie pourront également être observés (26). Enfin l'émission d'œufs n'apparaît généralement que 10 à 15 jours après les premières manifestations cliniques ce qui démontre le pouvoir pathogène des formes pré-imaginale.

B/ Signes locaux - syndrome gastro-entérique

Parallèlement à la déshydratation on peut observer chez les veaux infestés expérimentalement un ramollissement des matières fécales et des épisodes de diarrhée profuse et fétide (50).

Ceci a pour conséquence une baisse significative dans l'efficacité digestive et une perturbation du métabolisme protéique (perte élevée de protéines plasmatiques dans le tractus gastro-intestinal).

C/ Modification des paramètres hématologiques

Il apparaît chez des individus massivement contaminés une hyperleucocytose associée à une éosinophilie et une baisse de l'hémoglobininémie attribuée aux troubles de l'absorption liés à l'épaississement sévère de la muqueuse duodénale et jéjunale; une hypoalbuminémie due aux pertes protéiques au niveau digestif est également observée.

D/ Evolution

L'évolution est généralement chronique et très lente jusqu'à la manifestation des symptômes généraux (amaigrissement, adynamie) d'autant plus sévères que les associations parasitaires et bactériennes sont fréquentes (coccidioses et toxiinfections) (29).

3. Lésions

Il a été démontré que *Nematodirus helvetianus* (26) était responsable de troubles principalement en période pré-patente : ceci peut s'expliquer par le fait que les larves L4 et L5 ainsi que les jeunes adultes ont une localisation plus profonde dans la muqueuse à l'origine de perturbations sévères des fonctions digestives.

A/ Lésions macroscopiques

La muqueuse jéjunale et duodénale est épaissie, oedémateuse et des plages de desquamation sont observées chez les veaux massivement infestés (11).

B/ Lésions microscopiques

Des lésions étendues de destructions tissulaires et de tunnelisation de la muqueuse ont été observées (48). L'action mécanique directe des vers (cf 1C/) n'est pas seule à occasionner les destructions tissulaires, les protéases contenues dans les produits d'excrétion- sécrétion du parasite participent à la dégradation des protéines tissulaires .

Les lésions traumatiques imputables à l'action directe des vers peuvent se distinguer en microscopie électronique, la photographie suivante montre la pénétration du parasite dans la muqueuse intestinale.

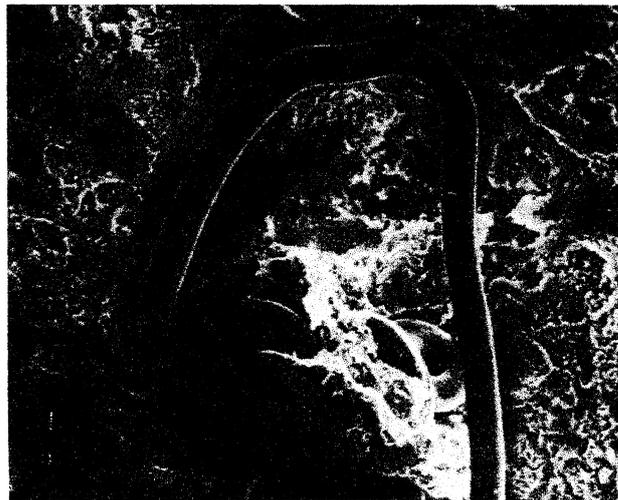


Figure 7: vue en microscopie électronique des lésions tissulaires occasionnées par *N. helvetianus*. D'après (50)



Figure 8: aspect microscopique des lésions de desquamation épithéliale des villosités intestinales. D'après (11).

L'examen histologique révèle des lésions semblables à celles observées lors de nématodirose de l'agneau mais moins sévères, à savoir une desquamation des cellules épithéliales, des infiltrations lymphocytaires, éosinophiliques et hystiocytaires. De plus, il apparaît que la réponse immunitaire à médiation cellulaire au niveau de la lamina propria soit responsable d'une atrophie sensible des villosités (11;29).

Quatrième partie :
Stratégies de lutte

Le pouvoir pathogène de *Nematodirus helvetianus*, s'exprime rarement de manière exclusive avec des conséquences cliniques, mais plutôt de manière insidieuse, préjudiciable aux résultats zootechniques et additive, en association avec les autres strongles gastro-intestinaux lors d'infestation mixte(2;8;33).

En cela, la lutte contre *Nematodirus helvetianus* sera rarement spécifique, elle s'intégrera au plan de lutte des autres parasitoses répondant aux principes suivants :

- Limitation des recyclages précoces de printemps, causes des principales pertes zootechniques voire des maladies de fin de printemps, d'automne et d'hiver.
- Limitation des sources de parasites en fin d'hiver et protection des jeunes en première saison de pâturage.

1. Stratégies zootechniques et agronomiques

A- Gestion des pâturages

Pour maintenir l'infestation parasitaire à un niveau tolérable, et développer une immunité protégeant l'animal, la prévention peut et doit passer par l'organisation des surfaces fourragères: la gestion des pâturages doit être systématiquement envisagée (40).

Les modalités pratiques sont variables et doivent être étudiées au cas par cas :

Le changement de pâturage en juillet semble être une pratique particulièrement judicieuse : les larves transhivernantes ont été recyclées par les bovins et on abandonne le pâturage au moment où les strongles adultes commencent à se reproduire activement et à recontaminer le milieu extérieur.

Il peut également être judicieux de conseiller d'avancer les dates de rentrée à l'étable pour éviter les recontaminations fortes de fin de saison, ou de réserver à l'automne des parcelles ayant servi à une récolte de regain et qui ne seraient pas utilisées jusqu'à la sortie du printemps suivant afin de laisser des périodes d'assainissement suffisantes.

B- Immunisation naturelle

Afin d'assurer une prévention efficace des strongyloses gastrointestinales, il semble intéressant d'augmenter la résistance individuelle des animaux pour améliorer leur statut immunitaire.

En terme de conduite des traitements antiparasitaires, l'attitude à adopter viserait l'harmonisation du niveau de sensibilisation des bovins à leur durée de vie économique (16;17) :

- Ceux qui ne vivront que peu de temps au pâturage pour intégrer ensuite un atelier d'engraissement devront être protégés très efficacement afin d'optimiser leur croissance et d'éviter toute interaction pathologique.
- Ceux qui auront une vie économique longue doivent développer dans leur jeunesse une immunité de protection par une limitation partielle des rencontres avec les parasites et cette résistance acquise doit être entretenue par une utilisation raisonnée des antiparasitaires.

2. Stratégies thérapeutiques

A- molécules disponibles et moindre sensibilité de *Nematodirus helvetianus*

- Avermectines et milbémycines

Les avermectines et les milbémycines représentent la classe la plus récente d'anthelminthiques large spectre, apparue après les benzimidazoles et le groupe des imidazothiazolés. Ce sont des composés GABA-ergiques, stimulant la libération du GABA, neuro-inhibiteur du système nerveux central chez les mammifères et des cordons nerveux chez les nématodes et les arthropodes. Avec la multiplication des cas de résistances pour les deux derniers groupes, les lactones macrocycliques demeurent la dernière classe d'anthelminthiques large spectre à laquelle les cliniciens et les éleveurs peuvent accorder leur confiance.

- Ivermectine

En prévention des infestations par *Nematodirus helvetianus* sur des animaux indemnes de strongles gastro-intestinaux, l'utilisation de bolus d'ivermectine à diffusion constante de 8 mg par jour est efficace à 100% jusqu'à 42 jours après contamination expérimentale (1;3).

En curatif, (injection sous-cutanée de 0.2mg/kg), une réduction de 82 % de la population de vers adultes a pu être observée (2;4). Une autre étude conclut à l'absence d'effet d'une telle dose sur *Nematodirus helvetianus* (17), l'excrétion d'œufs semble non affectée (17;22;23). En somme, il a été conclu que l'ivermectine présentait des résultats irréguliers vis à vis de *Nematodirus helvetianus* (22;58).

Des nématodiroses ont pu être constatées sur des veaux pourtant traités en début de saison à l'ivermectine (23).

- Doramectine

Le spectre d'efficacité de la doramectine couvre toutes les espèces de nématodes et d'arthropodes présentant une importance économique chez les bovins, mais *Nematodirus helvetianus* apparaît être l'espèce limitante : 74 à 84% d'efficacité (55).

Une autre étude fait apparaître, après injection sous-cutanée à raison de 0.2mg/kg, une réduction de 56,5% de la population de vers adultes et de 93.2% des larves 4, et pas d'effet apparent sur la production d'œufs (34;57;59).

- Eprinomectine

A 500µg /kg il a été démontré une efficacité supérieure à 99% contre les *Nematodirus* adultes et les immatures. (44;51)

- Abamectine

Des études ont montré une efficacité de 100% à 200µg/kg (5;7).

- Moxidectine

L'efficacité de traitements pour-on à raison de 0.5mg/kg, permet une réduction des population parasites, (adultes et larves de 4^{ème} âge) supérieure à 99.9% (30;43).

Parmi les lactones macrocycliques, classe de molécules pour lesquelles *N. helvetianus* apparaît être l'espèce limitante, la moxidectine semble présenter la plus grande efficacité aussi bien pour les formes adultes que larvaires(30). Le tableau suivant résume les efficacités comparées des principales avermectines et de la moxidectine vis à vis de *Nematodirus helvetianus*.

	Moyenne géométrique des comptages	Efficacité (%)
Groupe témoin non traité	1244	–
Groupe traité par moxidectine 1% Injectable (0.2 mg/kg)	13	98.95
Groupe traité par moxidectine 0.5% Pour-on (0.5 mg/kg)	0	100
Groupe traité par ivermectine 1% Injectable (0.2 mg /kg)	694	44.21
Groupe traité par doramectine 1% Injectable (0.2 mg/kg)	865	30.62

Tableau 2. Comptage post mortem (*N. helvetianus* adultes et larves de 4^{ème} et 5^{ème} âge) et efficacité de traitements antiparasitaires. D'après (24)

- Benzimidazoles

- Oxfendazole

Cet antiparasitaire large spectre présente une efficacité supérieure à 94% à la dose de 4.5mg/kg (6; 9; 56).

	Moyenne géométrique des comptages	Efficacité (%)
Groupe témoin non traité	4061.4	–
Groupe traité par oxfendazole Injectable (4.5mg/kg)	235.6	94.2

Tableau 3 : Comptage post mortem (*N. helvetianus* adultes et larves de 4^{ème} et 5^{ème} âge) et efficacité du traitement par l'oxfendazole. D'après (9)

- Fenbendazole

Cette molécule, administrée à une dose de 5mg/kg présente une efficacité de 97.4% contre les adultes de *Nematodirus helvetianus*, et permet un arrêt de l'émission d'œufs en 72 heures (49).

- Imidazothiazolé

- Levamisole

Les études indiquent une bonne efficacité des formulations pour-on (dose de 10mg/kg) : réduction de l'excrétion d'œufs de 94% (37), efficacité de 99, 9% vis à vis des *Nematodirus helvetianus* adultes (17;21).

Ainsi, il apparaît que la sensibilité plus faible de *Nematodirus helvetianus* vis à vis d'antiparasitaires couramment utilisés, met en avant un pouvoir pathogène que l'on avait cru, à tort, pouvoir négliger.

B- Mise en œuvre des traitements

Des mesures, parfois contraignantes, dans la gestion de l'herbe doivent être prises pour renforcer l'action des médicaments en rendant les conditions d'environnement animal et extérieur défavorables à la survie et à l'évolution des larves.

Ainsi, un traitement antiparasitaire associé au passage sur un pré assaini par l'hiver précédent apparaît comme une excellente solution : pratique du « dose and move ». Mais dans certains cas, ce serait favorable à la sélection de souches résistantes (15).

Le traitement des animaux à la mise à l'herbe, notamment préconisé lors d'utilisation de lactones macrocycliques (Doramectine, Ivermectine, Moxidectine), ou de formes galéniques à libération lente de principes actifs, semble très satisfaisant car c'est au début du printemps que se joue le statut parasitaire des bovins et du pâturage pour toute la saison d'herbe et l'hiver qui suit.

Dans tous les cas, une surveillance du parasitisme et une vérification régulière des traitements entrepris, par la pratique de coprologies de contrôle dans les 10 jours qui suivent le traitement semble être une précaution indispensable dans le suivi de l'efficacité du traitement et un indice d'éventuelles populations parasitaires résistantes.

Conclusion

L'évolution de l'élevage en France a modifié l'importance économique du parasitisme. La pression des charges de production, en réduisant les marges bénéficiaires, ne permet plus de supporter des baisses de performances.

Dans ce contexte, *Nematodirus helvetianus*, du fait de sa moindre sensibilité aux anthelminthiques couramment utilisés, de ses capacités élevées de résistance dans le milieu extérieur, constitue un risque parasitaire de tout premier ordre.

L'utilisation raisonnée de moyens agronomiques, zootechniques et thérapeutiques doit permettre, associée à la connaissance de l'épidémiologie du parasite, de réaliser des plans de lutte adaptés, ce qui justifie pleinement ce travail.

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, M. BONNES, Directeur par intérim de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

M. BOIN Guillaume, Pierre

a été admis(e) sur concours en : 1996

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 9 juillet 2001

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Ph. DORCHIES, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

autorise la soutenance de la thèse de :

M. BOIN Guillaume, Pierre

intitulée :

"*Nematodirus helvetianus* : biologie, épidémiologie, rôle pathogène chez les bovins : étude bibliographique"

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse**



Professeur Philippe DORCHIES

**Vu :
Le Directeur par intérim
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse**



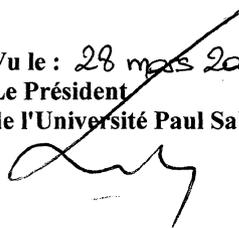
Professeur Gilbert BONNES

**Vu :
Le Président de la thèse :**



Professeur Jean-Louis FONVIEILLE

**Vu le : 28 mars 2002
Le Président
de l'Université Paul Sabatier**



Professeur Raymond BASTID



Références bibliographiques

1. **Agneessens, J., P. Dorny, W. Hollanders, E. Claerebout, and J. Vercruyse.** 1997. Epidemiological observations on gastro-intestinal nematode infections in grazing cow-calf pairs in Belgium. *Vet. Parasitol.* **69** (1, 2) :65-75.
2. **Almeria, S., M.M. Llorente, and J. Uriarte.** 1996. Monthly fluctuations of worms burden and hypobiosis of gastro-intestinal nematodes of calves in extensive management systems in the Pyrenees (Spain). *Vet. Parasitol.* **67** (3-4):225-236.
3. **Alva-valdes, R., D.H. Wallace, J.R. Egerton, G.W. Benz, S.J. Gross, J.W. Wooder, and V.E. Reuter.** 1988. Prophylactic efficacy of an ivermectin sustained-released bolus against challenge exposure with gastro-intestinal and pulmonary nematode infective larvae in calves. *Am. Jour. of Vet. Res.* **49**:1726-1728.
4. **Armour, J., K. Bairden, and J.M. Preston.** 1980. Anthelmintic efficiency of ivermectin against naturally acquired bovine gastro-intestinal nematode. *Veterinary Record.* **107**:226-227.
5. **Arru, E., G. Garripa, and B.H. Contin.** 1993. Treatment of endo and ectoparasitoses in cattle with abamectin injectable solution. *Atti della Società Italiana di Buiatria.* **25**:413-417.
6. **Baker, N.F., R.A. Fisk, and J.E. Miller.** 1978. Anthelmintic efficacy of oxfendazole in calves. *Am. J.Vet. Res.* **39**:1258-1261.
7. **Basano, F.S., C. Genchi, G. Traldi, M. Rota, and R. Colombo.** 1997. Efficacy of abamectin against gastro-intestinal nematodes in cattle. *Obbiettivi e Documenti Veterinari* **18**:55-58.
8. **Bernard, Y. and G. Levasseur.** 1985. Le parasitisme en troupeau allaitant. *Bull. G.T.V.* **3**:72-83.
9. **Bliss, D.H.** 1993. Efficacy of oxfendazole against a natural *Nematodirus* infection in dairy calves. *Agri-Practice* **14**:36-38.
10. **Bussieras, J. and R. Chermette.** 1988. Abrégé de parasitologie vétérinaire. Helminthologie. *Inf. Tech. Vet.*

11. **Campbell, D.J., D.L. Diamond, and A.A. Kingscott.** 1960. Nematodiriasis in calves. *Can. Vet. Journal*
12. **Camuset, P.** 1991. Epidémiologie des strongyloses bovines. *Bull. G.T.V* 6:31-47.
13. **Camuset, P., J.P. Alzieu, and P. Dorchies.** 1997. Quand suspecter une strongylose digestive chez les bovins et attitude à adopter. *Point Vét.* 28:75-82.
14. **Coles, G.C., K.A. Stafford, and P.H.S. Mackay.** 1998. Ivermectin-resistant *Cooperia* species from calves on a farm in Somerset. *Vet. Rec.* 10:255-256.
15. **Dorchies, P.** 1993. La lutte contre les helminthes: le présent et le futur. *Point Vét.* 25:451-459.
16. **Dorchies, P.** 1999-2000. Cours d'helminthologie. ENV T D3.
17. **Dorchies, P., M. Franc, et J. Ducos de Lahitte.** 1981. Contrôle de l'activité anthelminthique du lévamisole administré par voie transcutanée aux bovins. *Revue de Médecine Vétérinaire.* 132:341-347.
18. **Dorchies, P., M. Franc, et J. Ducos de Lahitte.** 1982. Le traitement antiparasitaire des bovins par les ivermectines. *Revue de Médecine Vétérinaire.* 133:709-713.
19. **Durette-Desset, M.C.** 1979. Les Nematodirinae (Nematoda) chez les ruminants et les lagomorphes. *Ann. Parasitol.* 313-329.
20. **Euzéby, J.** 1963. Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leur incidence sur la pathologie humaine.
21. **Euzéby, J.** 1981. Diagnostic expérimental des helminthoses animales. *Informations Techniques des Services Vétérinaires.*
22. **Eysker, M.** 1986. The prophylactic effect of ivermectin treatment of calves, three weeks after turnout, on gastro-intestinal helminthiasis. *Vet. Parasitol.* 22:95-103.

23. **Eysker, M., F.N.J. Kooyman, and R. Wemmenhove.** 1988. The prophylactic effect of ivermectin treatments of gastrointestinal helminthiasis of calves turned out early on pasture or late on mown pasture. *Vet. Parasitol.* **27**:345-352.
24. **Flochlay, A. and E. Deroover.** 1997. Efficacy of four endectocides against *Nematodirus helvetianus* in cattle: moxidectin, ivermectin, doramectin 1 % injectable solutions and moxidectin 0,5 % Pour-on solution. *Revue Méd. Vét.* **148**:229-234.
25. **Georgie, J.R. and M.E. Georgie.** 1990. *Parasitology for veterinarians.* WB Saunders Company,
26. **Harry Herlich, B.S. and Sc.D. Dale A. Porter.** 1953. Experimental infection of calves with the Nematode, *Nematodirus helvetianus*. *Am. J. Vet. Res.* 198-201.
27. **Hastings, B.E. and R.A. Kock.** 1988. Rationale for control of nematode endoparasitisme of bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *Internationalen Symposium uber die Erkrankungen der Zoo und Wildtiere.* Sofia.
28. **Hollands, R.D.** 1991. *Nematodirus helvetianus* epidemiology. *Vet. Rec.* **24**:13-21.
29. **Hoste, H., F. Huby, and S. Mallet.** 1997. Strongyloses gastro-intestinales des ruminants: conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques. *Point Vét.* **28**:53-59.
30. **Hubert, J., D. Kerboeuf, J.P. Lestang, B. Cardinaud, and F. Blond.** 1995. Efficacy of moxidectin Pour-on against nematode infections in cattle. *Vet. Rec.* **136**:632-634.
31. **Jacquiet, P.** 1997. Les strongles digestifs des ruminants. *Point Vét.* **28**:20-21.
32. **Jeandel, F.** 1991. Importance économique du parasitisme: incidence du parasitisme chez les génisses laitières, incidence du parasitisme chez les vaches laitières, incidence économique du parasitisme en troupeau allaitant. *Bull. G.T.V.* **6**:17-29.
33. **Johnstone, C.** 1998. *Parasites and parasitic diseases of Domestic Animals.* University of Pennsylvania.

34. **Jones, R.M., N.B. Loghan, A.J. Weatherley, A.S. Little, and C.D. Smothers.** 1993. Activity of doramectin against nematode endoparasites of cattle. *Vet. Parasitol.* **49**:27-37.
35. **Jubbs, K.V.F., P.C. Kennedy, and N.C. Palmer.** Pathology of domestic animals.
36. **Kerboeuf, D.** 1979. Strongyloses gastro-intestinales des ruminants. Données nouvelles sur la physiologie des larves infestantes et leurs conséquences. *Bull. G.T.V.* **2**:33-42.
37. **Kerboeuf, D., M. Eysker, J. Hubert, and F. Ascher.** 1997. Efficacité du lévamisole Pour-on vis-à-vis des strongles gastrointestinaux et respiratoires des bovins. *Revue Méd. Vét.* **148**:131-136.
38. **Kerboeuf, D., J. Hubert, and H. Hoste.** 1997. le diagnostic de laboratoire des strongyloses des ruminants. *Point Vét.* **28**:89-96.
39. **Lichtenfels, J.R. and P.A. Pilitt.** 1982. Cuticular ridge patterns of *Nematodirus* parasitic in domestic ruminants of North America, with a key to species. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington.* **50**:261-274.
40. **Mage, C.** 1981. Etude du parasitisme en élevage de vaches allaitantes en Limousin. Note 2: épidémiologie des strongyloses gastro-intestinales chez les bovins adultes. *Revue Méd. Vét.* **132**:505-513.
41. **Mage, C.** 1986. Prévention zootechnique des maladies parasitaires en élevage bovin. *Point Vét.* **18**:457-466.
42. **Mage, C., P. Dorchies, M. Franc, and J. Ducos de Lahitte.** 1983. Etude épidémiologique des parasitoses chez les jeunes bovins en estive dans les Pyrénées Orientales. *Revue Méd. Vét.* **134**:103-106.
43. **Morin, D., R. Valdez, C. Lichtensteiger, A. Paul, J. Dipietro, and F. Guerino.** 1996. Efficacy of moxidectin 0,5 % Pour-on against naturally acquired nematode infections in cattle. *Vet. Parasitol.* **65**:75-81.

44. **Pitt, S.R., W.K. Langholff, J.S. Eagleson, and S. Rehbein.** 1997. The efficacy of eprinomectin against induced infection of immature and adult nematode parasites in cattle. *Vet. Parasitol.* **73**:119-128.
45. **Richard, C.** 1984. Le parasitisme interne et externe des bovins. Agri Nathan.
46. **Rose, J.H.** 1972. Observation on the transmission of *Nematodirus helvetianus* to calves at pasture. *Research in Veterinary Science.* **13**:362-366.
47. **Rose, J.H.** 1975. The significance of *Nematodirus helvetianus* eggs which have survived on a pasture throughout the winter in the transmission of the infection to calves. *Research in Veterinary Science.* **18**:175-177.
48. **Samizadeh-Yazd, A.** 1979. Experimental studies on *Nematodirus helvetianus*, a nematode parasite of cattle. *Dissertation Abstract International* **40 B**:1081-1081.
49. **Samizadeh-Yazd, A. and A.C. Todd.** 1978. Anthelmintic activity of fenbendazole against *Nematodirus helvetianus* in cattle: effect on egg production, embryogeny, and development of larval stages. *Am. J. Vet. Res.* **39**:1668-1670.
50. **Samizadeh-Yazd, A. and A.C. Todd.** 1979. Observation of the pathogenic effects of *Nematodirus helvetianus* in dairy calves. *Am. J. Vet. Res.* **48**:48-51.
51. **Shoop, W.L., J.R. Egerton, C.H. Eary, and H.W. Hains.** 1996. Eprinomectin: a novel avermectin for use as a topical endectocide for cattle. *International Journal for Parasitology.* **26**:1237-1242.
52. **Smeal, M.G.** 1995. Parasites of cattle. University of Sidney. 71-86.
53. **Smith, J.H.** 1974. Effects of anthelmintic treatments (with tetramisole) on the development of gastro-intestinal parasitism in calves. *Can. J. of Comp. Med.* **38**:139-144.
54. **Smith, J.H.** 1974. Inhibited development of *Ostertagia ostertagi*, *Cooperia oncophora*, and *Nematodirus helvetianus* in parasite-free calves grazing fall pastures. *Am. J. Vet. Res.* **35**:935-938.

55. **Traeder, W.** 1994. Pharmacological characteristics of doramectin, a new macrolytic lactone derivate of the group of avermectins. *Tierarztliche Umschau* **49**:465-469.
56. **Yazwinski, T.A., B.L. Presson, and H. Featherstone.** 1986. Efficacy of oxfendazole as administred by intraruminal injection to naturally infected calves. *Am. J. Vet. Res.* **47**:326-328.
57. **Yazwinski, T.A., C. Tucker, and H. Featherstone.** 1994. Efficacy of doramectin against naturally acquired gastro-intestinal nematode infections in cattle. *Vet. Rec.* **135**:91-92.
58. **Yazwinski, T.A., C. Tucker, and H. Featherstone.** 1995. A field trial comparison of two anthelminthics used in cattle. *Agri. Practice* **16**:17-19.
59. **Yazwinski, T.A., C. Tucker, H. Featherstone, and D.J. Walstrom.** 1997. Comparative therapeutic efficacy of doramectin and ivermectin against naturally acquired nematode infections in cattle. *Vet. Rec.* **140**:343-344.

Toulouse, 2002

NOM : BOIN

PRENOM : Guillaume

TITRE :

Nematodirus helvetianus : biologie, épidémiologie, rôle pathogène chez les bovins : étude bibliographique.

RESUME :

Nematodirus helvetianus, strongle gastro-intestinal de bovins, suscite un intérêt croissant en raison de sa résistance aux molécules anthelminthiques modernes.

Cette étude bibliographique traite de la biologie, de l'épidémiologie et du pouvoir pathogène de ce parasite mondialement répandu.

Le plan de lutte, les molécules disponibles ainsi que leurs efficacités comparées sont également envisagés.

MOTS-CLES :

Nematodirus, helvetianus, strongylose, bovin, biologie, épidémiologie, pathogénie, lutte, résistance.

ENGLISH TITLE :

Nematodirus helvetianus, biology, epidemiology, pathogenical effect on cattle: bibliographical study.

ABSTRACT :

Nematodirus helvetianus, a bovine gastro-intestinal strongylus, raises an increasing interest due to its resistance to modern anthelmintical molecules.

This bibliographical study deals with this wordly widespread parasite's biology, epidemiology and pathogenical power as well as the fighting strategy against it, and the available molecules studied and compared according to their efficiency.

KEY WORDS :

Nematodirus, helvetianus, strongylosis, bovine, biology, epidemiology, pathogeny, fight against disease, resistance.