

# Survie des larves de protostrongles dans les fèces et infestation dirigée des mollusques, à Rabat (Maroc)

J. Cabaret<sup>1</sup>

**D**urant un an, des échantillons fécaux de 10 brebis infestées ainsi qu'un échantillon représentatif de mollusques terrestres hôtes intermédiaires ont été collectés mensuellement. Ils étaient ensuite introduits dans des bouteilles plastiques perforées et laissés en place durant trois semaines à chaque essai ; tout l'ensemble des bouteilles était disposé sur un pâturage protégé à Rabat.

La survie des larves n'est pas corrélée aux paramètres climatiques à l'exception de la température moyenne mensuelle. L'infestation des mollusques est liée à la pluviométrie durant la période d'observation. L'infestation de chaque espèce de mollusque (*Otala lactea*, *Theba pisana* et *Cochlicella* sp.) est reliée à la température moyenne mensuelle et au stade de croissance des mollusques (adulte ou juvénile). *Mots clés* : Protostrongles – *Muellerius capillaris* – *Neostongylus linearis* – Helminthose – Mollusque nuisible – Maroc.

L'infestation des mollusques dépend de l'espèce de gastéropode (3, 5, 7, 17, 18, 20), de leur âge (5, 14, 21) et de marqueurs externes comme les caractéristiques de l'ornementation de la coquille (8, 10). Les conditions de survie des larves L1, source d'infestation pour les mollusques, ont fait l'objet de peu d'études (15, 22, 23, 24). Les données obtenues sont le plus souvent issues d'expérimentations en conditions contrôlées ; lorsqu'il s'agit d'études en conditions naturelles (23), l'environnement est très différent de celui des zones méditerranéennes. Nos objectifs seront donc :

- de mesurer la réceptivité potentielle (contact obligatoire fèces-mollusque) des principales espèces présentées à Rabat lorsqu'elles sont soumises aux aléas climatiques ;
- de préciser la hiérarchie des facteurs de variation tant liés aux mollusques qu'au matériel infestant (L1) ou à la climatologie ;
- d'estimer la survie des larves L1 au cours de l'année.

## INTRODUCTION

Les protostrongles sont des nématodes dont l'hôte définitif est un petit ruminant et l'hôte intermédiaire un mollusque terrestre. Les fèces émises par les ovins ou les caprins contiennent des larves du premier stade (L1) et les mollusques s'infesteront par contact avec ces mêmes fèces ; la larve L1, après pénétration, évolue dans la sole pédieuse en stade 2 puis 3 (L3) qui est le stade infestant pour les petits ruminants. Ces derniers ingéreront des mollusques de petite taille infestés ou des larves L3 libérées sur l'herbe après la mort du mollusque (9). On conçoit ainsi que l'estimation de l'infestation des mollusques puisse être utile pour prévoir le risque encouru par les ovins et les caprins.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Obtention de larves L1

Au sein d'une exploitation située à Oued-Akrech (10 km de Rabat), les fèces de 10 brebis numérotées sont prélevées mensuellement. La technique d'extraction des larves a déjà été décrite (12) et les déterminations sont faites sur au moins 200 larves (mélange de fèces) selon BOEV (2).

### Obtention de mollusques non infestés

Ils sont prélevés sur une parcelle indemne, située au sein de l'Institut agronomique et vétérinaire, avant la mise en place de chaque essai. Nous avons tenté, pour chaque récolte, de prendre un échantillon

1. INRA, Station de Pathologie Aviaire et de Parasitologie, Unité d'Ecologie parasitaire, 37380 Monnaie.

## J. Cabaret

représentatif de la population des mollusques terrestres, en tenant compte des espèces présentes et de leur stade ; chaque modalité espèce ou stade devait être au moins égale à cinq individus. La détermination est faite selon GERMAIN (16) et ADAM (1).

### Préessai

Un préessai a été réalisé au cours de la saison sèche (mai, juin, juillet) en 1979, afin de fixer la durée de séjour convenable des fèces et des mollusques en bouteilles perforées fixées dans le sol, lesquelles permettent le maintien des gastéropodes à proximité du matériel infestant. Il s'agissait de juvéniles de *Theba pisana* en contact avec 5 et 6 g de fèces (140 L1/g) ; les durées de séjour étaient de 30, 60 et 75 jours. L'examen de 6 à 8 répétitions par période permettait de constater que :

- les pourcentages de larves L1 récoltées étaient respectivement de 0,8 p.100 (1 mois), 0,1 p.100 (2 mois) et nul ensuite ; aucune larve n'est récupérée sur le sol environnant ;
- la mortalité des mollusques était respectivement de 30, 40 et 60 p.100.

Un séjour de trois semaines paraît donc être convenable.

### Protocole

Des mollusques indemnes des différentes espèces (*Otala lactea*, *Theba pisana*, *Cochlicella* sp.) sont récoltés mensuellement de novembre 1979 à octobre 1980. Les fèces issues des ovins de l'exploitation sont déposées sur le sol, les mollusques sont posés sur les fèces et l'ensemble est recouvert par une bouteille en plastique perforée (diamètre 9 cm, hauteur 25 cm). Une bouteille est utilisée pour chaque espèce ; l'ensemble, localisé sur une prairie à Rabat, est protégé par une cage (1,5 × 1,5 m au sol) recouverte en voile de nylon. Les mollusques et les fèces sont prélevés et examinés après trois semaines de séjour. Les larves de protostrongles infestant les mollusques sont visualisées après écrasement du pied pour les petites espèces de mollusques (*Cochlicella* sp., juvénile de *T. pisana*) ou après digestion pepsique pour les grosses espèces (3). Les mesures climatologiques sont issues de la station de Rabat.

### Analyse des données

Les données sont normalisées par transformation

logarithmique (rapport variance sur moyenne supérieur à 1), racine carrée (rapport variance sur moyenne peu différent de 1), arc, sinus, racine carrée (pourcentage). Les techniques de régression linéaire sont classiques. Les régressions multiples (moindres carrés) sont effectuées selon LEBART *et al.* (19).

## RÉSULTATS

### Survie des larves L1 dans les fèces (Tabl. I)

Il s'agit de *Muellerius capillaris* et *Neostrongylus linearis*. La survie est faible : 7,6 p.100 des larves sont encore présentes en moyenne, trois semaines après le dépôt. La variabilité est très forte à une même période, de 1 à 45 p.100 en janvier et de 5,8 à 80 p.100 en octobre. Trois périodes semblent présenter une meilleure possibilité de survie : janvier-février, juin-juillet et octobre. Les paramètres liés à l'espèce (p.100 de *Muellerius*) ou au nombre de larves et à la climatologie interviennent peu. La meilleure corrélation est obtenue avec la température minimale ( $R^2 = 0,28$  ;  $P = 0,10$ ).

### Variations de l'infestation moyenne des mollusques et climat

Les données sont présentées dans le tableau II. L'infestation moyenne (L3/mollusque) est établie sur une population théorique comportant en parties égales *Otala lactea*, *Theba pisana* et *Cochlicella* sp. Le nombre moyen est de 10,7 larves/mollusque, le pourcentage de L3 (L3/larves à tous les stades), au bout de trois semaines de contact, est de 15 p.100. L'infestation est très faible durant la saison sèche (juin-juillet) et les pourcentages de L3 particulièrement faibles en saison humide et fraîche. Les équations de régression présentées dans le tableau VI indiquent que le nombre moyen de jours de pluie et accessoirement la température moyenne mensuelle jouent un rôle important : ils permettent de prévoir environ 60 p.100 ( $R^2 = 0,56$  à  $0,61$ ) de la valeur de cette infestation. Le pourcentage de L3 obtenues est lié à la quantité moyenne de larves excrétées dans les fèces des ovins donneurs et surtout à la température (moyenne ou minimale).

**TABLEAU I** Cinétique mensuelle (novembre 1979 à novembre 1980) de la survie des larves L1 (*M. capillaris* et *N. linearis*) après un séjour de 3 semaines dans le milieu extérieur à rabat.

Mois	Pourcentage de <i>M. capillaris</i>	Nombre de L1 /dépôt	Nombre de dépôts fécaux	Pourcentage de L1 récupérées (étendue)	Pourcentage de larves L1 mobiles récupérées	L.P.G. moyen du troupeau donneur
N	82	1 550	4	2,8 (1,1-9,0)	0,26	202 ± 92
D	87	2 940	4	1,6 (0,5-5,1)	0,59	328 ± 116
J	76	3 850	6	21,6 (1,0-45,0)	7,73	561 ± 173
F	79	3 750	7	8,3 (3,6-11,8)	4,15	519 ± 172
M	83	1 625	8	3,5 (1,1-8,5)	0,86	475 ± 152
A	85	3 325	6	3,2 (2,0-5,2)	1,43	483 ± 177
M	74	3 960	6	0,6 (0,2-1,0)	0,16	656 ± 204
J	79	5 880	6	7,8 (1,1-20,4)	3,17	840 ± 214
Jt	84	5 460	5	12,4 (9,1-26,2)	3,34	549 ± 151
S	87	3 510	5	12,5 (1,2-15,3)	0,33	235 ± 86
O	91	1 820	4	42,9 (5,8-80,0)	12,87	614 ± 206
N	—	4 440	2	1,9 (0,6-2,2)	0,91	807 ± 315

**TABLEAU II** Cinétique de l'infestation (novembre 1979 à septembre 1980) des mollusques après un séjour de 3 semaines sur des fèces infestés dans le milieu extérieur et paramètres climatiques (Rabat).

Mois	Degré d'infestation moyen des mollusques*	Nombre moyen de L3 /mollusque	Biomasse des mollusques utilisés	Nombre de mollusques vivants examinés	Pourcentage de mollusques morts	** Pluviométrie mensuelle (mm)	** Nombre de jours de pluie	** Température moyenne mensuelle (° C)	Température minimale moyenne mensuelle (° C)
N	33,5	14,5	31,3	24	—	69	7	18	15
D	3,2	0,02	32,6	40	17	13	2	12	9
J	21,1	0,4	35,9	41	21	34	4	11	8
F	14,7	0	34,0	58	10	24	3	12	7
M	5,6	0,02	44,7	70	13	51	5	15	12
A	2,5	0,06	36,2	79	25	68	6	19	16
M	9,8	2,3	35,3	62	15	27	3	19	15
J	0,0	0	18,4	43	14	7	1	21	15
Jt	0,1	0	10,7	72	48	0	0	22	17
S	11,5	8,3	31,4	32	30	17	3	24	19

\* Nombre moyen de larves/mollusque, ramené à une malacofaune comprenant *O. lactea*, *T. pisana* et *Cochlicella* sp. en proportions égales.

\*\* Moyenne de moyennes mensuelles en t et t - 1.

**TABLEAU III Variations des caractéristiques de l'infestation par les protostrongles selon l'espèce de mollusque.**

Espèces de mollusques	Nombre de mollusques examinés	Nombre maximal de larves dans un individu	Degré d'infestation moyen (larves/mollusq.)	Taux d'infestation (p. 100 de mollusques infestés)	Coefficient d'agrégation (k)
<i>Cochlicella acuta</i>	117	18	1,7 ± 0,3	46,7	0,26
<i>Cochlicella conoidea</i>	194	14	1,5 ± 0,2	38,3	0,46
<i>Otala lactea</i>	69	127	9,1 ± 1,8	74,2	0,32
<i>Theba pisana</i>	132	130	16,7 ± 2,4	60,5	0,35

### Facteurs de variations de l'infestation des mollusques selon leurs caractéristiques

Trois espèces ont été testées de façon occasionnelle : *Limax maximus* (janvier-mars, 12 exemplaires), *Ceruella virgata* (juin-juillet, 10 exemplaires), *Cochlicella ventricosa* (octobre, 38 exemplaires). Une autre espèce, *Helicella conspurcata* (novembre à mars, 51 exemplaires) ne s'est que très peu infestée (1 larve pour tous les exemplaires).

L'échelle de réceptivité croissante suivante peut être proposée dans nos conditions (Tabl. III) : *Cochlicella*, *Otala lactea* puis *Theba pisana*, *L. maximus* semblent très bien s'infester (maximum de 332 larves, moyenne de 93,3 larves/mollusque et 33 p.100 de larves L3), et *Cochlicella ventricosa* est située à un niveau proche des deux autres espèces de cochlicelles (maximum de 13 larves, moyenne de 3,2 larves et 47 p.100 de larves L3). L'ornementation de la coquille ne paraît pas être un facteur à considérer (Tabl. IV), aucun des morphes ne différant significativement des autres. Un autre polymorphisme, celui de la couleur du pied de *T. pisana*, a été observé. Cette pigmentation n'est pas liée au polymorphisme de la coquille, elle est surtout fréquen-

te en décembre et en janvier chez les adultes. L'infestation des individus à pied noir ou gris ( $49,3 \pm 8,7$  larves/mollusque ;  $n = 15$ ) est significativement plus élevée que celle des individus à pied non pigmenté ( $14,4 \pm 4,8$  larves ;  $n = 11$ ).

Le stade des mollusques (adultes *versus* juvénile) joue un rôle très important (Tabl. V) : les juvéniles sont beaucoup moins infestés que les adultes pour *C. acuta*, *C. conoidea*, *T. pisana* et l'inverse est observé pour *O. lactea*.

### Paramètres influant sur l'infestation respective des trois principaux groupes/espèces de mollusques (Tabl. VI)

L'infestation est liée pour l'essentiel au stade et à la température moyenne. Celle-ci n'intervient pas de la même façon chez les adultes et les juvéniles, au moins pour le groupe des cochlicelles : les régressions linéaires simples sont très différentes. La relation température moyenne - infestation des juvéniles est proche de la signification ( $R^2 = 0,52$  ;  $P = 0,08$ ) alors qu'aucune relation ne peut être mise en évidence chez les adultes ( $R^2 = 0,13$  ;  $P = 0,75$ ) des cochlicelles.

**TABLEAU IV Infestation des mollusques (adultes et pré-adultes) et polymorphisme de l'ornementation de la coquille.**

Espèces	Degré d'infestation		
	morphe rayé	flammé	non coloré
<i>Cochlicella acuta</i> et <i>C. conoidea</i>	3,1 ± 0,8 (22)*	2,6 ± 1,2 (14)	2,7 ± 0,7 (43)
<i>Otala lactea</i>	7,2 ± 5,3 (4)	11,1 ± 2,4 (28)	8,1 ± 3,0 (21)
<i>Theba pisana</i>	17,7 ± 5,9 (13)	11,1 ± 4,3 (11)	15,7 ± 3,5 (48)

\* Nombre d'individus examinés.

**TABLEAU V Infestation des mollusques et stade (juvénile versus adulte) à Rabat.**

Espèces	Degré d'infestation	
	Juvéniles	Adultes
<i>C. acuta</i>	0,1 ± 0,1 (117)*	5,0 ± 1,8 (33)
<i>C. conoidea</i>	0,3 ± 0,1 (134)	13,6 ± 1,5 (61)
<i>O. lactea</i>	17,1 ± 2,3 (26)	8,2 ± 4,1 (43)
<i>T. pisana</i>	0,4 ± 0,2 (59)	16,1 ± 3,3 (73)

\* Nombre total d'individus examinés de novembre 1979 à septembre 1980.

## DISCUSSION

Les conditions d'infestation dirigée permettent de situer dans le milieu extérieur les principaux paramètres importants. Il faut cependant signaler que les conditions restent encore artificielles par l'obligation de contact initial entre les fèces et les mollusques et l'effet de serre éventuel des récipients plastiques. Dans un premier temps, les facteurs affectant la survie (larves L1, mollusques) seront envisagés. Dans un second temps les variations de l'infestation des mollusques (L3/mollusque), nommée ici réceptivité potentielle, seront passées en revue. La description des périodes à risque constituera le dernier point.

**TABLEAU VI Infestation des mollusques selon l'espèce, l'âge et les paramètres climatiques.**

Variable dépendante	Équations de régression multiple	N° d'observations	R <sup>2</sup>	Probabilité
Infestation moyenne des mollusques	INF = + 1,93 + 1,33 NJP - 0,59 TMOY	10	0,61	0,04
	INF = - 0,75 + 1,47 NJP	10	0,56	0,01
Vitesse apparente d'évolution des larves au sein des mollusques	VITAL = + 12,41 - 2,60 LPGT + 1,29 TMIN	10	0,50	0,09
	VITAR = - 1,70 + 0,53 TMOY R	9	0,68	0,02
Infestation d' <i>Otala lactea</i>	INFO = + 873 - 1,60 AD - 1,56 TMOY	15	0,42	0,04
Infestation de <i>Theba pisana</i>	INFT + 1,20 + 3,86 AD - 0,63 TMOY	14	0,74	0,00
Infestation de <i>Cochlicella sp.</i>	INFC = + 1,96 + 2,55 AD - 0,86 TMOY	20	0,73	0,00

INF : nombre de larves de tous les stades récupérées dans une population comportant à parts égales *Cochlicella sp.*, *O. lactea* et *Theba pisana* ( $\log x + 0,5$ ). INFO : nombre moyen de larves hébergées par *O. lactea* ( $\log$  népérien de : moyenne mensuelle + 0,1). INFT : id. pour *T. pisana*. INFC : id. pour *Cochlicella sp.* VIDAL : rapport L3/larve de tous les stades (en p. 100) ( $\log$  népérien de : moyenne mensuelle + 0,5). VITAR : id. mais transformation arc sinus racine et exclusion de l'infestation nulle en juin. AD : mollusque adulte (1) ou juvénile (0). NJP : nombre de jours de pluie mensuel (moyenne du mois de l'expérience et du mois précédent). TMOY : moyenne des températures moyennes mensuelles du mois de l'expérience et du mois précédent (transformation racine carrée). TMOY R : température moyenne mensuelle du mois d'expérience (transformation arc sinus racine carrée). TMIN : température minimale moyenne mensuelle du mois d'expérience. LPGT : nombre moyen mensuel de larves par gramme de fèces issues du troupeau donneur.

J. Cabaret

## Survie des L1 et des mollusques

Ce sont essentiellement les températures moyennes excessivement chaudes qui interviennent négativement. Il faut noter également que la survie des L1 est beaucoup plus faible dans nos conditions que dans celles de ROSE (23), les conditions de l'Angleterre étant sans doute plus favorables à *Muellerius capillaris*. Il est donc difficile de préciser si la température agit seule ou en interaction avec l'humidité ambiante comme l'a montré REGUERA-FERO (22) pour *M. capillaris* ou FORRESTER et SENGER (15) pour *Protostrongylus*. Etant donné la faiblesse du nombre de larves récupérées nous n'avons pas déterminé s'il s'agissait d'une sélection de *M. capillaris* ou de *Neostrongylus linearis*, bien que ces espèces aient des exigences différentes pour leur survie, d'après SATTLETEROVA (24). Les proportions initiales de *M. capillaris* (74 à 91 p.100) ne paraissent pas intervenir sur la survie ultérieure.

Le pourcentage de larves L1 mobiles récupérées est un indice de leur pouvoir infestant, mobilité et infestivité étant fortement liées (4). Trois semaines après leur dépôt, les fèces hébergent encore des larves ayant un pouvoir infestant net, en particulier en janvier-février et en octobre, période humide très fraîche ou fraîche.

La mortalité des mollusques est très importante en juin et en juillet (30 à 40 p.100), période sèche, tant en 1979 qu'en 1980, et apparaît liée à la chaleur excessive de l'été.

Lors d'un travail précédent (5) dans des conditions semi-expérimentales, les principaux facteurs d'évolution étaient pour les populations de *T. pisana* et *O. lactea* : la forte mortalité après la ponte des adultes (octobre à janvier), la forte mortalité des infantiles de février à mars et la survie relativement bonne des juvéniles en été. Les résultats obtenus sous bouteilles perforées semblent privilégier l'importance de la mortalité d'été (Tabl. II), soit par effet de serre qui accentue le stress thermique, soit par les manipulations préliminaires sur les mollusques avant leur introduction en expérience (remise en activité, présence de fèces). Il serait intéressant de vérifier à nouveau l'influence de l'été sur la survie dans les conditions naturelles, car pour *Cerņuella virgata*, un autre hélicidé, les mêmes évolutions saisonnières sont notées sur les pâturages de la région (5).

## Variations de la réceptivité des mollusques

La réceptivité potentielle présente les différences

suyantes par rapport aux mesures de réceptivité en conditions expérimentales : le contact est semi-obligatoire avec les fèces, l'attraction ou la répulsion des mollusques vis-à-vis des fèces est partiellement prise en compte et les phénomènes se déroulent dans le milieu extérieur, avec ses fluctuations d'hygrométrie, de température dont on connaît l'importance sur l'évolution de l'infestation (5). Inversement, dans les conditions habituelles sur les pâturages, la rencontre fèces-mollusques est plus rare, les caractéristiques de hasard, d'attraction ou de répulsion ayant une importance particulière (26). Ceci peut expliquer les différences observées entre les trois types d'infestations (expérimentale en laboratoire, semi-contrainte, naturelle).

Pour des infestations expérimentales, avec *M. capillaris* (65 p.100) et *N. linearis* (23 p.100), l'échelle de réceptivité croissante suivante était observée : *T. pisana*, *C. acuta*, *C. conoidea*, *O. lactea* (3). D'autres essais mettent en évidence l'échelle suivante : *C. ventricosa*, *C. conoidea*, *T. pisana*, *O. lactea* et *L. maximus* (5). Il apparaît ainsi que les méso-mollusques (3 à 10 mm de diamètre), les cochlicelles sont moins infestés que les macro-mollusques (taille supérieure à 1 cm). Dans les conditions naturelles (13), un groupe faiblement infesté (*T. pisana*, *Helicelles*, *Cochlicelles*, *Limax* sp.) s'oppose à *O. lactea*, fortement contaminé. Une autre étude met en évidence un groupe faible (*T. pisana*, *Helicelles*, *Cochlicelles*), moyen (*O. lactea*) et fort (*L. maximus*) (5). Les résultats obtenus quant à la réceptivité potentielle montrent que :

- l'infestation de *T. pisana* est, relativement aux autres espèces, beaucoup plus forte que ce qui était prévisible ;
- l'infestation de *O. lactea* est plus faible que prévu ;
- les autres espèces ont une infestation qui correspond aux observations en conditions expérimentales ou naturelles.

Les explications sont sans doute à chercher dans l'éthologie des mollusques. La rencontre avec les fèces est fonction de l'intensité des déplacements du mollusque, la durée du contact fèces-mollusque est liée à l'attractivité des fèces, ces deux comportements pouvant s'associer ou s'opposer. Les hypothèses pour *T. pisana* pourraient être que la sensibilité de l'espèce est moyenne (résultats expérimentaux), son activité de déplacement faible (résultats en conditions naturelles), l'attractivité pour les fèces forte (réceptivité potentielle). La faiblesse de l'attractivité de *O. lactea* pour les fèces serait une hypothèse à vérifier pour expliquer la faiblesse relative de la réceptivité potentielle.

L'âge ou le stade des mollusques exerce une influence importante sur la réceptivité (5, 18, 21). Selon CABARET (5, 10), *O. lactea* est plus réceptif à l'état juvénile alors que les *cochlicelles*, *T. pisana* le sont plus à l'état adulte ; les mêmes conclusions sont apportées dans les conditions naturelles. Les résultats concernant la réceptivité potentielle concordent également ; mais, pour *O. lactea*, les différences semblent plus discrètes.

Contrairement aux données expérimentales (8) ou obtenues dans les infestations naturelles (10), le polymorphisme de l'ornementation de la coquille ne signe pas de différences de susceptibilité. L'interprétation, là encore, ne peut être que d'ordre éthologique (déplacement, attractivité des fèces pour le mollusque), au moins pour *C. virgata*. VENDROUX (26) montre que le morphe le plus susceptible est celui qui est le moins attiré par les fèces contaminatrices.

Parmi les facteurs liés aux mollusques, l'espèce et l'âge restent les plus importants. L'infestation d'une population de mollusques reste liée aux paramètres climatiques et en particulier à la pluviométrie exprimée en mm par mois ou en nombre de jours de pluie, comme cela a été mis en évidence dans les conditions naturelles (13). Curieusement, lorsque l'infestation de chaque espèce est considérée, la température moyenne semble être un paramètre plus intéressant comme l'a observé TRUSHIN (25) ; on notera cependant que les deux variables, pluviométrie et température, ne sont pas indépendantes. En fait, deux périodes extrêmes sont à considérer : l'hiver et l'été où la température sera le facteur limitant, et les saisons intermédiaires où la pluviométrie sera le facteur fondamental. Par ailleurs, les deux paramètres jouent des rôles différents : la pluviométrie (dans certaines plages de température) favorise l'activité des mollusques, la température interviendra directement sur la vitesse d'évolution des larves au sein des mollusques (5). Ainsi des températures moyennes mensuelles de 11 à 22 °C ne permettent pas une évolution convenable des L1 en L3 (Tabl. II), tout en favorisant l'infestation, mesurée par le nombre de larves à tous les stades. Il est évident que le mode d'analyse (régressions linéaires multiples) est assez frustré et ne prend pas en compte l'existence de seuil à partir duquel une variable intervient ; toutefois le faible nombre d'observations moyennes ne permet pas de construire des modèles plus élaborés.

## Détermination des périodes à risques

La connaissance des périodes à risques pour les mollusques permet de prévoir l'infestation ultérieure des ovins (5). Sa détermination intéresse donc le pathologiste. Deux méthodes sont offertes : la récolte des mollusques sur les pâturages ou la mesure de la réceptivité potentielle. La première est lourde à mettre en œuvre et sera surtout intéressante pour la mise en évidence de zones à hauts risques (11). La seconde est plus facile à réaliser et à interpréter ; les deux méthodes donnent des résultats similaires (6).

La période à risque sera caractérisée par :

- une pluviométrie forte ;
- une température basse ou moyenne ;
- la présence d'adultes de *T. pisana* ou secondairement de cochlicelles et, en période fraîche, celle de *L. maximus*, d'*O. lactea* jeunes ou adultes.

Ce risque est éventuel pour les ovins. Le décalage entre l'infestation des ovins et celle des mollusques sera évidemment fonction de l'utilisation des pâturages.

## CONCLUSION

La survie des L1 de protostrongles est très faible dans les conditions climatiques de la région de Rabat. Certaines périodes sont plus favorables à leur survie : le début de l'hiver, lors des premières pluies d'automne (octobre) et secondairement lors du début de l'été. Les paramètres climatiques rendent mal compte de ces fluctuations et des études complémentaires seraient souhaitables.

Les mollusques terrestres s'infestent tout au long de l'année mais la période estivale est très peu propice aux infestations. Le nombre de jours de pluie mensuel est un bon prédicteur de l'infestation. L'espèce et le stade des mollusques sont les facteurs principaux de réceptivité. Les juvéniles d'*Otala lactea* et les adultes de *Theba pisana* sont les plus réceptifs. Ces résultats ont été obtenus en conditions semi-expérimentales et devront être confrontés à ceux issus d'infestations naturelles. La méthodologie employée semble intéressante pour la prévision du risque encouru par les petits ruminants, hôtes définitifs. ■

**CABARET (J.).** Survival of first-stage protostrongylid larvae in faeces and directed infection of snails in Rabat (Morocco). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 323-331.

During one year, faecal samples of 10 infected ewes and representative samples of land snails intermediary hosts were collected monthly. They were then introduced into perforated plastic bottles and let to stay for three weeks on each occasion ; the whole set of bottles was disposed on a protected pasture in Rabat.

The survival of larvae was not correlated to any weather variable except to average monthly temperature. The infection of snails was related to the rainfall during the period of observation. The infection of each of the most important snails (*Otala lactea*, *Theba pisana* and *Cochlicella* sp.) was related to the average monthly temperature and to the stage of growth of the snails (adult versus juvenile). *Key words* : Protostrongylid - *Muellerius capillaris* - *Neostongylus linearis* - Helminthiasis - Noxious snail - Morocco.

**CABARET (J.).** Supervivencia de las larvas de protostrongilos en las heces e infestación dirigida de los moluscos, en Rabat, Marruecos. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 323-331.

Durante un año, se recogieron cada mes muestras fecales de 10 ovejas infestadas y una muestra representativa de moluscos terrestres huéspedes intermediarios. Después fueron introducidas en botellas de plástico perforadas donde permanecieron durante tres semanas a cada ensayo ; se dispusieron todas las botellas sobre un pasto protegido en Rabat.

La supervivencia no es en correlación con los parámetros climáticos con excepción de la temperatura media mensual. La infestación de los moluscos esta ligada con la pluviometría durante el periodo de observación. La infestación de cada especie de molusco (*Otala lactea*, *Theba pisana* y *Cochlicella* sp.) depende de la temperatura media mensual y del estado de crecimiento de los moluscos (adulto o juvenil). *Palabras claves* : Protostrongilo - *Muellerius capillaris* - *Neostongylus linearis* - Helminthiasis - Molusco nocivo - Marruecos.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ADAM (W.). Faune de Belgique. I. Mollusques terrestres et dulcicoles. Bruxelles, Inst. Royal Sci. Nat. Belgique, 1960.
2. BOEV (S. N.). Osnovy nematodologii. 25, Protostrongilidi, Moscou, Izdatel'stvo Nauka, 1975.
3. CABARET (J.). Réceptivité expérimentale à l'infestation par les larves de protostrongylidés de quelques hélicidés fréquents au Maroc. Facteurs de variation. *Annls Parasit.*, 1979, **54** : 475-482.
4. CABARET (J.). Motilité et infestivité des larves L1 de protostrongylidés : facteurs de variation. *Annls Parasit.*, 1980, **55** : 571-581.
5. CABARET (J.). Réceptivité des mollusques terrestres de la région de Rabat à l'infestation par les protostrongyles dans les conditions expérimentales et naturelles. Thèse Doc. Sci., Paris-VI, 1981. 214 p.
6. CABARET (J.). Utilisation de *Cochlicella conoidea* comme indicateur du parasitisme à protostrongylidés sur les prairies. *Haliotis*, 1981, **11** : 73-77.
7. CABARET (J.). L'appréciation de l'infestation des mollusques par les protostrongylidés : des paramètres utilisés et de leur interrelation. *Annls Parasit.*, 1982, **57** : 367-374.
8. CABARET (J.). Polymorphisme de *Euparypha pisana* (Müller) (*Mollusca*, *Pulmonata*) et réceptivité à l'infestation par les protostrongylidés. *Malacologia*, 1982, **22** : 49-50.
9. CABARET (J.). L'infestation des chèvres par *Muellerius capillaris* au pâturage. Rôle des larves infestantes libérées après la mort des limaces hôtes intermédiaires. *Annls Parasit.*, 1982, **57** : 637-638.
10. CABARET (J.). The polymorphism of shell ornamentation of three helicids and susceptibility to protostrongylid infection. *J. moll. Stud.*, 1983, Suppl. **12A** : 6-9.
11. CABARET (J.), BOULEY (N.), GRUNER (L.). Caractérisation des zones à risque parasitaire pour les ovins élevés en liberté sur les parcours des Causses. II. Protostrongylidés. *Annls Rech. vét.*, 1983, **14** : 299-307.
12. CABARET (J.), DAKKAK (A.), BAHANDA (B.). A technic of the evaluation of number of protostrongylid first-stage larvae in sheep faeces. *Brit. vet. J.*, 1980, **136** : 296-298.
13. CABARET (J.), DAKKAK (A.), BAHANDA (B.). Etude de l'infestation des mollusques terrestres de la région de Rabat (Maroc) par les larves de protostrongylidés dans les conditions naturelles. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (2) : 159-165.
14. DAVTIAN (E. A.). Réceptivité comparée des mollusques à l'invasion par les nématodes responsables des helminthoses pulmonaires du mouton et de la chèvre. *C. r. Acad. Sci.*, URSS, 1945, **46** : 86-87 (en russe).
15. FORRESTER (D. J.), SENGER (C. M.). Effect of temperature and humidity on survival of first-stage

- Protostrongylus stilesi* larvae. *Expl. Parasit.*, 1963, **13** : 83-89.
16. GERMAIN (L.). Faune de France. 21. Mollusques terrestres et fluviatiles. Paris, Lechevalier, 1930. 897 p.
  17. JOYEUX (C.), BAER (J. G.). Recherches helminthologiques marocaines. Epidémiologie de la pneumonie vermineuse à *Cystocaulus ocreatus*. *Arch. Inst. Pasteur Maroc*, 1951, **4** : 304-313.
  18. KASSAI (T.). Schnecken als Zwischenwirte der Protostrongyliden. *Z. Parasit.*, 1957, **18** : 5-19.
  19. LEBART (L.), MORINEAU (A.), FENELON (J. P.). Traitement des données statistiques. Méthodes et programmes. Paris, Dunod éd., 1979.
  20. MANGA-GONZALEZ (Y.), MORRONDO-PELAYO (P.). Notes on natural infection of some *Helicidae* spp. (Mollusca, Stylommatophora) by *Protostrongylinae* sheep larvae. *Haliotis*, 1980, **10** : 92.
  21. RAMIREZ-FERNANDEZ (A. P.). Epizootologia de las bronconeumonias verminosas ovinas en León. *Annls Fac. Vet. León*, 1967, **13** : 135-210.
  22. REGUERA-FEO (A.), CORDERO DEL CAMPILLO (M.), ROJO-VAZQUEZ (F. A.). Survival of L1 of *Muellerius capillaris* (Nematoda, Protostrongylidae) under controlled conditions of humidity and temperature. *II<sup>e</sup> Conf. Médit. Parasit.*, Granada (España), resumen 56, 1981.
  23. ROSE (J. H.). Observations on the bionomics of the free-living first-stage larvae of the sheep lung-worm. *Muellerius capillaris*. *J. Helminth.*, 1957, **31** : 17-28.
  24. SATTLEROVA (A.). The resistance of first-stage larvae of *Muellerius* spp. and *Neostongylus linearis* (from the faeces of chamois, *Rupicapra r. tatraica*) to different physical factors under laboratory and natural conditions. *Helminthologia*, 1982, **19** : 151-160.
  25. TRUSHIN (I. N.). Related variations of the prevalence of *Muellerius* larvae in molluscs and of muelleriasis in sheep in the non-chernozem zone of the RSFSR. *Trudy Vsesoyuznogo, Int. Helmintologi K.I. Skrjabin*, 1983, **26** : 131-137.
  26. VENDROUX (P.). Les protostrongylidoses (broncho-pneumonie) des petits ruminants. Un aspect de leur épidémiologie : l'attractivité des fèces pour les mollusques terrestres. Mémoire B.T.S., INRA Tours, 1981.