

**ASPECTS QUANTITATIFS
DU CYCLE DE
SKRJABINGYLUS NASICOLA
(LEUCKART, 1842)
NEMATODE PARASITE
DES
SINUS FRONTAUX
DES
MUSTELIDES**

par
Jean-Marc WEBER
licencié en Biologie

Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université
de Neuchâtel pour l'obtention du grade de docteur ès sciences

IMPRIMATUR POUR LA THÈSE

*Aspects quantitatifs du cycle de *Skrjabinngylus*
nasicola, nématode parasite des sinus frontaux
des mustélidés*

de Monsieur Jean-Marc Weber

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL

FACULTÉ DES SCIENCES

La Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel,
sur le rapport des membres du jury,

MM. Cl. Mermod, A. Aeschlimann, A. Meylan (Changins),

L. Euzet (Montpellier), B. Czaplinski (Varsovie)

et Mme M.-Cl. Durette-Desset (Paris)

autorise l'impression de la présente thèse.

Neuchâtel, le 8 août 1986

Le doyen:

François Sigrist
François Sigrist

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	p. 1
1.1.	Revue de la littérature	p. 1
1.2.	Présentation du parasite	p. 3
1.2.1.	Généralités	p. 3
1.2.2.	Adultes	p. 3
1.2.3.	Larves 1	p. 5
1.2.4.	Larves 2 - Larves 3 - Larves 4	p. 5
1.3.	Présentation du travail.	p. 11
1.4.	Quelques définitions	p. 11
2.	TERRAIN D'ETUDE	p. 12
2.1.	Situation géographique	p. 12
2.2.	Description	p. 12
3.	MATERIEL ET METHODES	p. 14
3.1.	Récoltes et piégeages des différents hôtes	p. 14
3.1.1.	Mollusques	p. 14
3.1.2.	Micromammifères et oiseaux	p. 16
3.1.2.1.	Micromammifères.	p. 16
3.1.2.2.	Oiseaux.	p. 19
3.1.3.	Mustélidés	p. 19
3.1.3.1.	Pièges.	p. 19
3.1.3.2.	Sessions de piégeages	p. 21
3.1.3.3.	Captures et manipulations	p. 23
3.2.	Analyses de faeces	p. 25
3.2.1.	Analyse parasitaire	p. 25
3.2.2.	Régime alimentaire	p. 26
3.3.	Elevage des différents hôtes	p. 27
3.3.1.	Hôtes intermédiaires.	p. 27
3.3.2.	Hôtes paraténiques	p. 28
3.3.3.	Hôtes définitifs	p. 28
3.4.	Infections expérimentales des hôtes	p. 29
3.4.1.	Sources de parasites	p. 29
3.4.2.	Infections des hôtes intermédiaires	p. 29

3.4.3.	Hôtes paraténiques	p. 30
3.4.4.	Hôtes définitifs	p. 31
3.5.	Contrôle de l'infection	p. 32
3.6.	Estimation du nombre de parasites	p. 32
3.6.1.	Hôtes intermédiaires	p. 32
3.6.1.1.	Laboratoire	p. 32
3.6.1.2.	Nature	p. 33
3.6.2.	Hôtes paraténiques	p. 33
3.6.2.1.	Mise en évidence des L3	p. 33
3.6.2.2.	Intensité de l'infection (labo) . . .	p. 34
3.6.2.3.	Histologie	p. 35
3.6.2.4.	Taux d'infection (nature)	p. 35
3.6.3.	Hôtes définitifs	p. 35
3.6.3.1.	Comptages larvaires	p. 36
3.6.3.2.	Recherche des vers adultes	p. 36
3.7.	Analyses de populations et statistiques	p. 37
3.7.1.	Test de répartition	p. 37
3.7.2.	Calendrier de captures	p. 37
3.7.3.	Tests statistiques	p. 37

4. RESULTATS

4.1.	Terrain	p. 38
4.1.1.	Hôtes intermédiaires	p. 38
4.1.1.1.	Populations	p. 38
4.1.1.2.	Taux d'infection	p. 39
4.1.2.	Hôtes paraténiques	p. 39
4.1.2.1.	Populations	p. 39
4.1.2.2.	Taux d'infection et intensité	p. 42
4.1.3.	Hôtes définitifs	p. 46
4.1.3.1.	Populations	p. 46
4.1.3.2.	Morphométrie	p. 56
4.1.3.3.	Régime alimentaire	p. 61
4.1.3.4.	Infections	p. 68

4.2.	Laboratoire	p. 87
4.2.1.	Hôtes intermédiaires	p. 87
4.2.1.1.	Infections	p. 87
4.2.2.	Hôtes paraténiques	p. 88
4.2.2.1.	Localisation des L3	p. 88
4.2.2.2.	Intensité de l'infection	p. 95
4.2.3.	Hôtes définitifs	p. 95
4.2.3.1.	Transmission du parasite	p. 95
4.2.3.2.	Période de prépatence	p. 96
4.2.3.3.	Intensité de l'infection	p. 96
4.2.3.4.	Déformations osseuses	p. 96
4.2.3.5.	Pertes parasitaires	p. 98
5.	DISCUSSION	p. 99
5.1.	Terrain	p. 99
5.1.1.	Hôtes intermédiaires	p. 99
5.1.1.1.	Populations	p. 99
5.1.1.2.	Taux d'infection	p. 99
5.1.1.3.	Intensité de l'infection	p. 100
5.1.2.	Hôtes paraténiques	p. 101
5.1.2.1.	Populations	p. 101
5.1.2.2.	Taux d'infection	p. 102
5.1.2.3.	Intensité de l'infection	p. 102
5.1.3.	Hôtes définitifs	p. 103
5.1.3.1.	Populations	p. 103
5.1.3.2.	Régime alimentaire	p. 107
5.1.3.3.	Skrjabingylose	p. 108
5.1.3.4.	Autres parasitoses	p. 116
5.2.	Laboratoire	p. 118
5.2.1.	Hôtes intermédiaires	p. 118
5.2.1.1.	Intensité et pertes	p. 118
5.2.2.	Hôtes paraténiques	p. 120
5.2.2.1.	Localisation des L3	p. 120
5.2.2.2.	Intensité et pertes	p. 121

5.2.3. Hôtes définitifs	p. 121
5.2.3.1. Transmission du parasite	p. 121
5.2.3.2. Intensité et pertes	p. 122
6. RESUME ET CONCLUSION	p. 123
7. REMERCIEMENTS	p. 127
8. BIBLIOGRAPHIE	p. 128

1. INTRODUCTION

1.1. Revue de la littérature

Si les grands Nématodes parasites de l'homme sont déjà connus depuis des siècles - les premiers écrits concernant Ascaris lumbricoides datent d'environ 1500 ans av. J.-C. - il n'en est pas de même pour les petites espèces parasites d'animaux ou de végétaux. Au 19^e siècle, plusieurs scientifiques, tel Leuckart, Dujardin, Grassi, ont entrepris l'étude de l'anatomie et du développement de plusieurs espèces, libres ou parasites, de Nématodes. Le genre Skrjabinylus sp. PETROV, 1927 (ordre des Strongylida; famille des Skrjabinylidés) est de ceux-ci.

Ce genre comprend cinq espèces, toutes parasites des sinus frontaux de Mustélidés. S. lutrae (LANKESTER et CRICHTON, 1972) se rencontre chez la loutre d'Amérique du Nord, lutra canadensis. S. chitwoodorum Hill, 1939a, parasite les Méphitines nord-américains. S. petrowi BAGEANOW, 1936, et S. ryjicovi KONTRIMAVICHUS, 1961 se trouvent chez les représentants eurasiens du genre Martes sp. (KONTRIMAVICHUS et al. 1976). Enfin, S. nasicola (LEUCKART, 1842), l'espèce la plus répandue, infecte les Mustélidés appartenant au genre Mustela sp. Elle est signalée chez Mustela itatsi (MACHIDA et MIKURIYA 1968), M. rixosa (DOUGHERTY et HALL 1955) et chez la Belette, M. nivalis (LEWIS 1967). BAER (1931) la signale également chez Martes martes et M. foina. Espèce ubiquiste, S. nasicola a été longtemps confondu avec un autre représentant de la super-famille de Métastrongyloïdés, Filaroides mustelarum (RUD. 1819), parasite des poumons de Mustélidés. PETROV (1927) est le premier à discerner les deux espèces. Certains travaux concernant l'anatomie de S. nasicola (PETROV 1928, BAER 1931, SWALES 1938, VAN SOEST et al. 1972, LANKESTER 1983) ont contribué à l'identification sûre de ce parasite.

Les répercussions que Skrjabinylus sp. engendre sur les populations d'hôtes définitifs ont été étudiées (DOUGHERTY et HALL 1955, VIK 1955, HANSSON 1968, 1970, 1972, VAN SOEST et al. 1972, KING 1977, GAMBLE et RIEWE 1982, AYMERICH et al. 1984). Sa présence dans les sinus provoque en effet des lésions osseuses, entraînant une déformation, voire une perforation de la paroi des aïnus (BAER 1931). De graves troubles neurologiques, modifiant le comportement, peuvent se produire (GOBLE 1942, VIK 1955, EWING et HIBBS 1966). LANKESTER et ANDERSON (1971) décrivent la route de migration et la pathogénicité de Skrjabinylus sp. chez les Mustélidés.

Certains auteurs se sont intéressés au développement de Skrjabinylus sp. PETROV et GAGARINE (1937) mettent en évidence le rôle du mollusque, en l'occurrence Succinia putria, en tant qu'hôte intermédiaire de S. petrowi.

HOBMAIER (1941) décrit la phase extramammalienne de S. chitwoodorum. Dans ce travail apparaît pour la première fois, l'hypothèse de la présence d'un hôte de transport accidentel, comme les rats et les souris. DUBNISKII (1956) étudie le premier le cycle évolutif de S. nasicola. En infectant plusieurs espèces de mollusques terrestres, il confirme les résultats des travaux précédents, concernant la non-spécificité du parasite vis-à-vis de l'hôte intermédiaire. De plus, dans la même étude, des hôtes définitifs (M. vison) s'infectent en ingérant des limaces parasitées préalablement. L'ANKESTER et ANDERSON (1966) prouvent que les micromammifères sont des hôtes paraténiques potentiels de Métastrongyloïdés. MANSSON (1967) tente de transmettre S. nasicola à des hermines, belettes, visons et putois. L'auteur a récolté des rongeurs (Apodemus sp., Clethrionomys glareolus), des insectivores (Sorex araneus), des amphibiens (Rana sp.), des mollusques, des arthropodes et des oligochètes, provenant de régions à haute fréquence de parasitose. Il en a nourri les hôtes définitifs potentiels. Deux hermines et une belette ayant mangé des musaraignes, montrèrent des signes évidents de skrjabinose. Les autres Mustélidés ne s'infectèrent pas. KING (1977) admet, au vu des taux d'infection élevés rencontrés dans certaines populations de Mustélidés, que la présence d'un hôte de transport est obligatoire. DEBROT et MERMOD (1981) montrent que la composition du régime alimentaire de M. erminea influence la fréquence de la skrjabinose. Ils émettent l'hypothèse que cet hôte paraténique n'est pas forcément un insectivore, mais peut être un Vertébré se nourrissant de mollusques. Dans les régions étudiées par ces auteurs, les musaraignes n'interviennent pratiquement pas dans le régime alimentaire de l'Hermine. L'hypothèse selon laquelle S. nasicola est transmis par les insectivores réapparaît chez JENNINGS et al. (1982). Il a été remarqué sur l'île de Terre Neuve que la fréquence d'apparition de S. nasicola, chez M. erminea, a augmenté suite à l'introduction de Sorex cinereus. Cette espèce représente le 37% des proies des hermines dans cette région. GAMBIE et RIEWE (1982) ont montré que l'intensité du taux d'infection à S. nasicola, chez M. frenata dépend étroitement du régime alimentaire. Les rongeurs, surtout les Myomorphes, les musaraignes, les amphibiens et les reptiles même, pourraient être des hôtes paraténiques potentiels.

Il faut attendre nos travaux (WEBER 1981, WEBER et MERMOD 1983) pour avoir les premières preuves du rôle effectif des rongeurs dans la transmission de S. nasicola. En effet, le Nématode a été trouvé chez une Hermine et une Belette qui avaient été nourries de Mulots sylvestres, Apodemus sylvaticus, infectés expérimentalement.

1.2. Présentation du parasite

1.2.1. Généralités

Ce Nématode a été décrit pour la première fois en 1842 par LEUCKART, sous le nom de Spiroptera nasicola. La description était très rudimentaire: " Corps rouge, tête non distincte, bouche orbiculaire, nue, oesophage court, étroit en avant et plus large en arrière. Longueur du mâle: 11,5 à 13,5 mm. Queue droite, non enroulée, munie d'ailes très courtes, qu'elle dépasse de très peu et armée d'une pointe terminale; spicules de longueur médiocre. Femelle longue de 18 à 27 mm, vivipare."

Il est redécrit par STOSSICH en 1897, sous le nom de Filaria nasicola.

En 1927, PETROV crée le genre Skrjabinqylus sp. dont voici la description: " Nématodes dont le corps est couvert d'une cuticule résistante. L'ouverture orale débouche en position terminale et conduit dans la capsule buccale. L'extrémité caudale du mâle est pourvue d'une bourse copulatrice bilobée, qui a l'apparence de deux bourgeons. Chacun d'eux présente cinq papilles. Deux spicules égaux ont une aile latérale. Le gubernaculum est présent. L'ouverture génitale de la femelle est située à quelque distance en retrait du milieu du corps. Présence de deux utérus divergents. Viviparité. Unique espèce: S. nasicola, parasite des sinus frontaux de carnivores sauvages de la famille des Mustélidés."

1.2.2. Adultes

Présents dans les sinus de l'hôte, ceux-ci sont caractérisés par un corps filiforme, de couleur rouge. Cette coloration est vraisemblablement due à l'hémoglobine du sang de l'hôte (THERON 1974).

La cuticule est épaisse et transparente. Elle présente des structures irrégulières qui confèrent à l'animal un aspect annelé. La bouche est terminale. Les mâles mesurent de 8 à 13 mm de longueur. Ils sont plus petits que les femelles (18 à 25 mm) (ces mesures ont été faites sur les spécimens extraits de nos sujets d'expériences). Le diamètre est d'environ 0,5 mm pour les mâles et 0,8 mm pour les femelles. Le pharynx est légèrement renflé à la base. Chez les mâles, la bourse copulatrice est formée de deux lobes latéraux, soutenus par six papilles chacun: 2 paires et 2 papilles seules, dont une peut certaines fois manquer (VAN SOEST et al. 1972) (Fig. 1). Présence de deux spicules de 0,2 mm de longueur. Chez la femelle, la vulve est située en avant du milieu du corps. Présence de deux utérus divergents, dans lesquels éclosent les oeufs. Les 11, déjà mobiles, sont visibles en transparence.

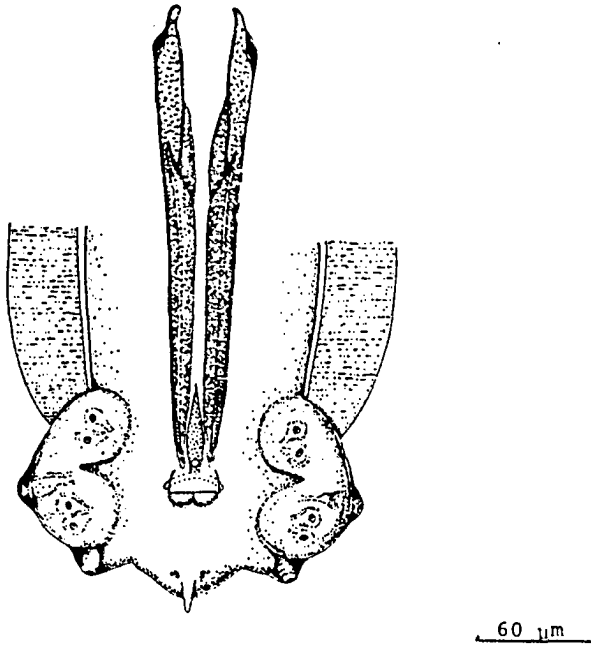


Figure 1: Bourse copulatrice du mâle de Skrjabinogylus nasicola
(vue ventrale).
(d'après Lankester 1983)

1.2.3. Larves 1

Dès que les l1 quittent l'utérus maternel, elles passent activement des sinus frontaux de l'hôte dans la cavité nasale. De là, incluses dans le mucus nasal, elles aboutissent dans la gorge et sont finalement avalées. (DUBNITSKII 1956). Elles se retrouvent, via les fèces, dans le milieu extérieur.

A ce stade, nous avons mesuré quelques larves. La longueur moyenne est de 293,4 μm (n = 30, SD = 4,4); la largeur moyenne est de 15,9 μm (n = 30, SD = 1,02).

Leur aspect est caractéristique. Elles ont un corps filiforme, dans lequel sont inclus des grains réfringents, soit au niveau des structures internes (HOBMAIER 1941), soit au niveau de l'intestin (THERON 1975). La principale caractéristique réside dans la forme, en trident, de la queue.

1.2.4. Larves 2 - Larves 3 - Larves 4

Le développement larvaire débute dès l'installation de la l1 dans les tissus de l'hôte intermédiaire. La durée de maturation de la larve varie selon l'espèce de mollusque infecté. THERON (1975) montre que la première mue du parasite (l2), chez Helicella arenosa, a lieu 12 jours post-infection. Chez Euperypha pisana, le phénomène commence 18 jours post-infection. La deuxième mue (l3) s'effectue au 16^e jour chez H. arenosa et au 23^e chez E. pisana.

DUBNITSKII (1956) observe que les larves subissent leur première mue, chez Agriolimax reticulatus, entre le 7^e et 8^e jour post-infection, la deuxième mue ayant lieu au 15^e jour.

Nos observations confirment celles de Dubnitskii. Nous avons noté une première mue entre le 8^e et 9^e jour, et une deuxième au 15^e jour (Fig. 2).

Du stade l1 à la l2, la larve augmente considérablement de taille, puisqu'elle mesure au 9^e jour entre 552 μm et 587 μm (Fig. 2). L'évolution est ensuite plus lente. Au 15^e jour, les l3 font de 690 μm à 747 μm . Les données rencontrées dans la littérature sont très proches des nôtres (Tabl. 1). La longueur des l3 varie considérablement, mais n'augmente plus dès la deuxième mue (Pl. 1).

La largeur des larves évolue également. De 15,9 μm , elle passe à 41,4 μm au 9^e jour, et à 46 μm au 15^e (Fig. 3).

Toutes les mesures effectuées sur notre matériel sont présentées dans le Tableau 2.

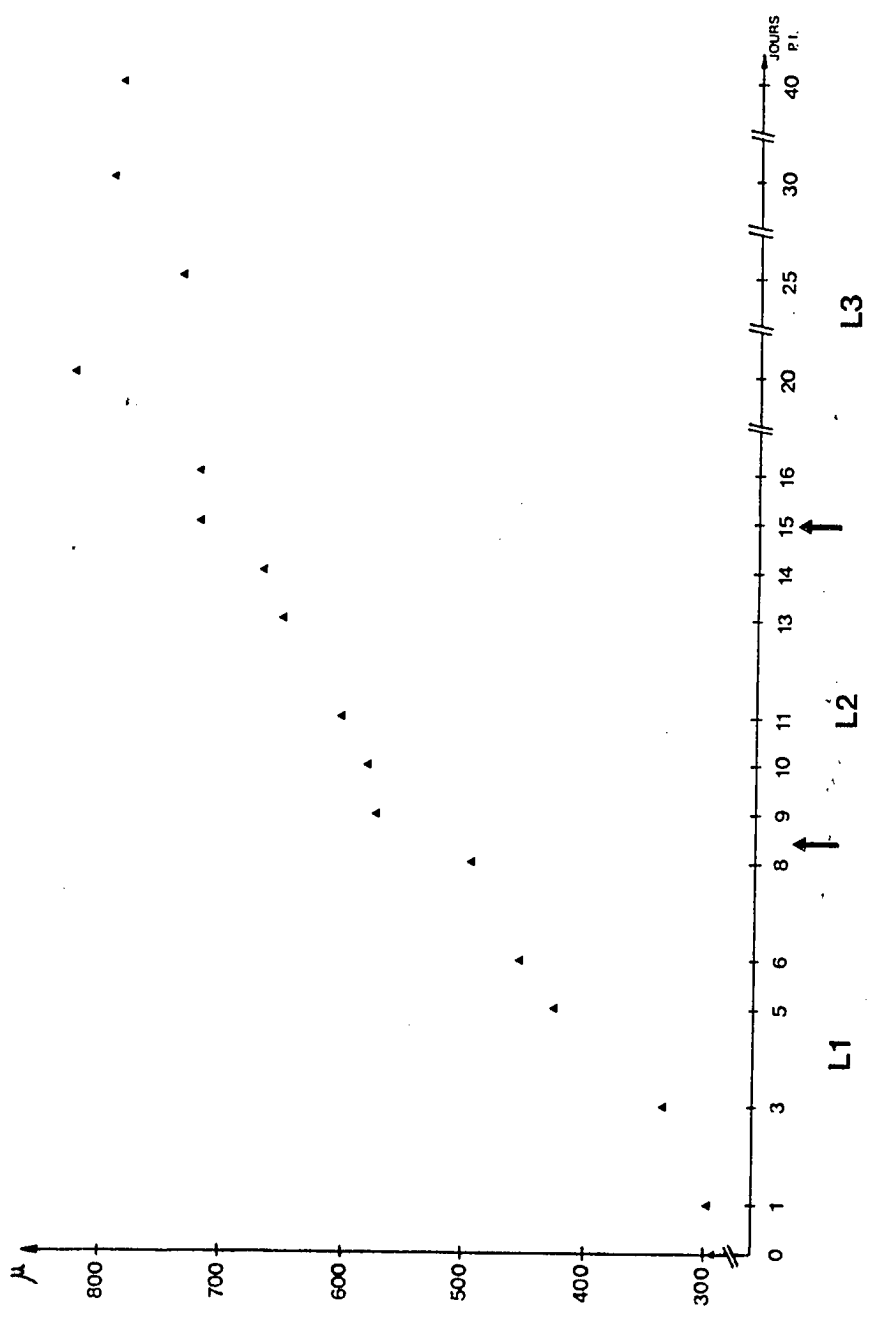


Figure 2: Evolution de la longueur des larves de *Skrjabinylus nasicola* au cours de leur développement chez *A. reticulatus*. Les flèches indiquent les mues larvaires.



200 μ m

Planche 1: L3 de Skrjabinogylus nasicola.

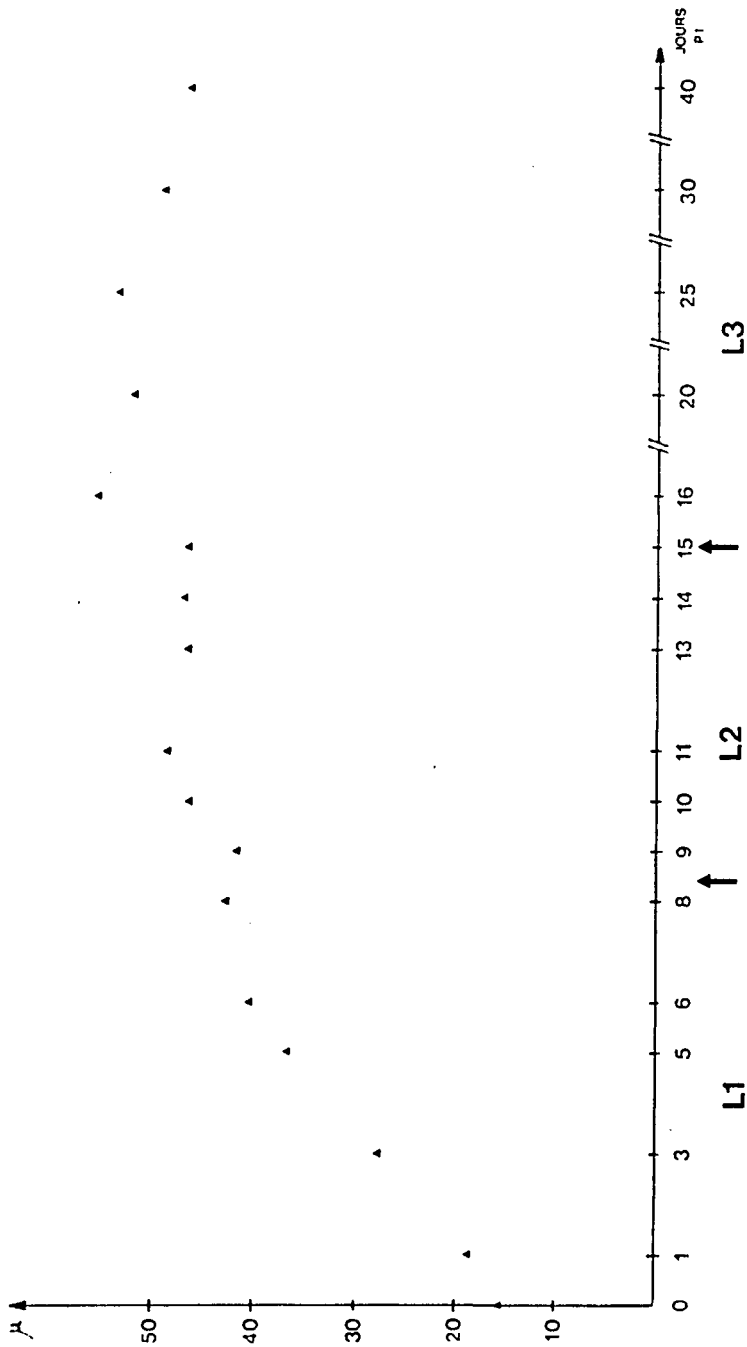


Figure 3: Evolution de la largeur des larves de *S. nasicola* au cours de leur développement chez *A. reticulatus*. Les flèches indiquent les mues larvaires.

Auteur	Larve 1*		Larve 2		Larve 3	
	Longueur (μm)	Largeur (μm)	Longueur (μm)	Largeur (μm)	Longueur (μm)	Largeur (μm)
Baer 1931	270	20	-	-	-	-
Dubnitskii 1956	375-420	16-19	-	-	793-862	42-45
Théron 1975	330	19	585	-	660	-
Données pers.	285-308	13-19	552-701	36-55	690-828	41-59

Tableau 1: Dimensions des larves de Skribabingylus nasicola. Quelques données de la littérature.

* Les mesures ont été réalisées à l'émergence des L1.

Jour	P.I.	Stade	Longueur moyenne (µ)	SD	MIN	MAX	Largueur moyenne (µ)	SD	MIN	MAX
0			293.4	4.4	285.5	308.2	15.1	1	13.3	13.1
1			299.0	-	-	-	18.4	-	-	-
3		L1	336.3	28.8	299	368	27.6	3.7	23	32.2
5			422.6	36.8	368	448.5	36.2	2.9	32.2	39.1
6			456.1	6.6	448.5	460	40.6	1.3	39.1	41.4
8			494.5	9.4	483	506	42.5	2.3	41.4	46
		1ère mue								
9			575.0	11.5	552	586.5	41.4	3.7	36.8	46
10			580.7	8.1	575	655.5	46.0	4.6	41.4	50.6
11		L2	603.7	8.1	598	609.5	48.3	3.2	46	50.6
13			651.6	37	609.5	678.5	46.0	4.6	41.4	50.6
14			664.7	31.9	632.5	701.5	46.9	5	41.4	55.2
		2ème mue								
15			719.9	26.5	690	747.5	46.0	3.2	41.4	50.6
16			718.7	40.6	690	747.5	55.2	6.5	50.6	59.8
20		L3	822.2	40.4	782	862.5	51.7	5.8	46	59.8
25			736.0	65	690	782	52.9	3.2	50.6	55.2
30			787.7	35.7	747.5	828	48.3	4.6	46	55.2
40			782.0	35.4	747.5	828	46.9	3.8	41.4	50.6

Tableau 2: Dimensions des larves de Skriaibingylus nasicola chez A. reticulatus, en fonction de leur âge et de leur stade larvaire.
P.I.: post-infection SD: écart-type

infecté, sont libérées dans l'estomac de l'hôte définitif. De là, elles entreprennent une migration à travers la musculature stomacale, où elles muent en L4. Ensuite, par voie neurale (périnerve des nerfs, moëlle épinière, méninges, nerf olfactif), elles s'acheminent vers les sinus de l'hôte définitif, où elles deviennent adultes (LANKESTER et ANDERSON 1971).

1.3. Présentation du travail

Le présent travail a pour but l'étude des aspects quantitatifs du cycle évolutif de S. nasicola.

Nous nous sommes intéressés tout particulièrement à :

- la recherche d'autres hôtes paraténiques.
- la localisation des L3 chez l'hôte paraténique.
- l'évolution du taux d'infection des différents hôtes, in natura.
- l'estimation des pertes subies par le parasite, du stade L1 au stade adulte, en laboratoire.

1.4. Quelques définitions

Charge parasitaire: Nombre de parasites adultes présents chez l'hôte définitif.

Infection (Intensité de l'): Nombre de parasites, d'une certaine espèce, présents chez un hôte (intermédiaire, paraténique, définitif).

Infection (Taux d'): Pourcentage de sujets, d'une population donnée, atteints par une parasitose ou une infection (= prévalence).

Paraténique (Hôte): Hôte dans lequel le parasite (larve) survit, sans toutefois poursuivre son développement. L'intervention d'un hôte paraténique n'est pas obligatoire dans la continuité d'un cycle, mais elle favorise tout de même la transmission du parasite (c.f. cycle de S. nasicola) (= hôte de transport).

Prépatence (Période de): laps de temps s'écoulant entre la pénétration des larves infectantes dans l'hôte définitif et l'apparition des premiers oeufs (ou larves) dans les fèces de celui-ci.

Transmission directe: Transmission d'un parasite à l'hôte définitif, réalisée sans l'intervention d'un hôte paraténique.

Remarque: les définitions des termes de parasitologie employés dans ce travail ne correspondent pas toujours à celles utilisées par certains auteurs.

2. TERRAIN D'ETUDE

2.1. Situation géographique

Notre terrain d'étude est situé dans le Val de Ruz (Jura neuchâtelois, Suisse). D'une surface de 6,2 km², il s'étend de la Bercaderie (carte nationale de la Suisse, feuille 1144: 259,800/208,300) à la Scierie Debrot (id.: 212,300/262,300)(Fig. 4). L'altitude minimale est de 670 m, la maximale étant de 750 m.

2.2. Description

Le Val de Ruz est une mosaïque de milieux divers. Les zones de cultures agricoles (maïs, orge, pomme de terre) et les pâturages représentent les 3/4 du terrain. Quelques massifs forestiers plantés (Picea abies) ou reliques (Fraxinus excelsior) sont présents dans la partie nord-ouest.

Une rivière à débit variable, le Seyon, parcourt la zone considérée dans son axe longitudinal, soit sur environ 6,7 km. Une douzaine d'affluents, de moindre importance, s'y jettent.

Les rives des cours d'eau sont colonisées par une végétation arborescente (frênes, saules, noisetiers, aulnes, érables), offrant des possibilités d'abris et de gîtes à grand nombre d'animaux. Les zones adjacentes sont des prairies humides à Filipendula ulmaria et Caltha palustris, réservées principalement à la pâture. Des étendues engraisées, riches en ombellifères (Heracleum sphondylium) et en graminées (Dactylis glomerata, Holcus holcus) recouvrent les pentes du versant nord du terrain.

La présence humaine y est importante. On rencontre plusieurs habitations isolées ou regroupées en village (Fig. 4). L'activité agricole est intense. De ce fait, bon nombre de routes et de chemins quadrillent le secteur.

Le climat du Val de Ruz est de type tempéré. La pluviosité annuelle moyenne est de 1125 mm et la température annuelle moyenne de 6,4°C. La neige apparaît durant les mois de novembre et décembre, pour disparaître au printemps (mars/avril). L'épaisseur de la couche neigeuse est variable.



- COURS D'EAU
- //// FORÊT
- HABITATIONS

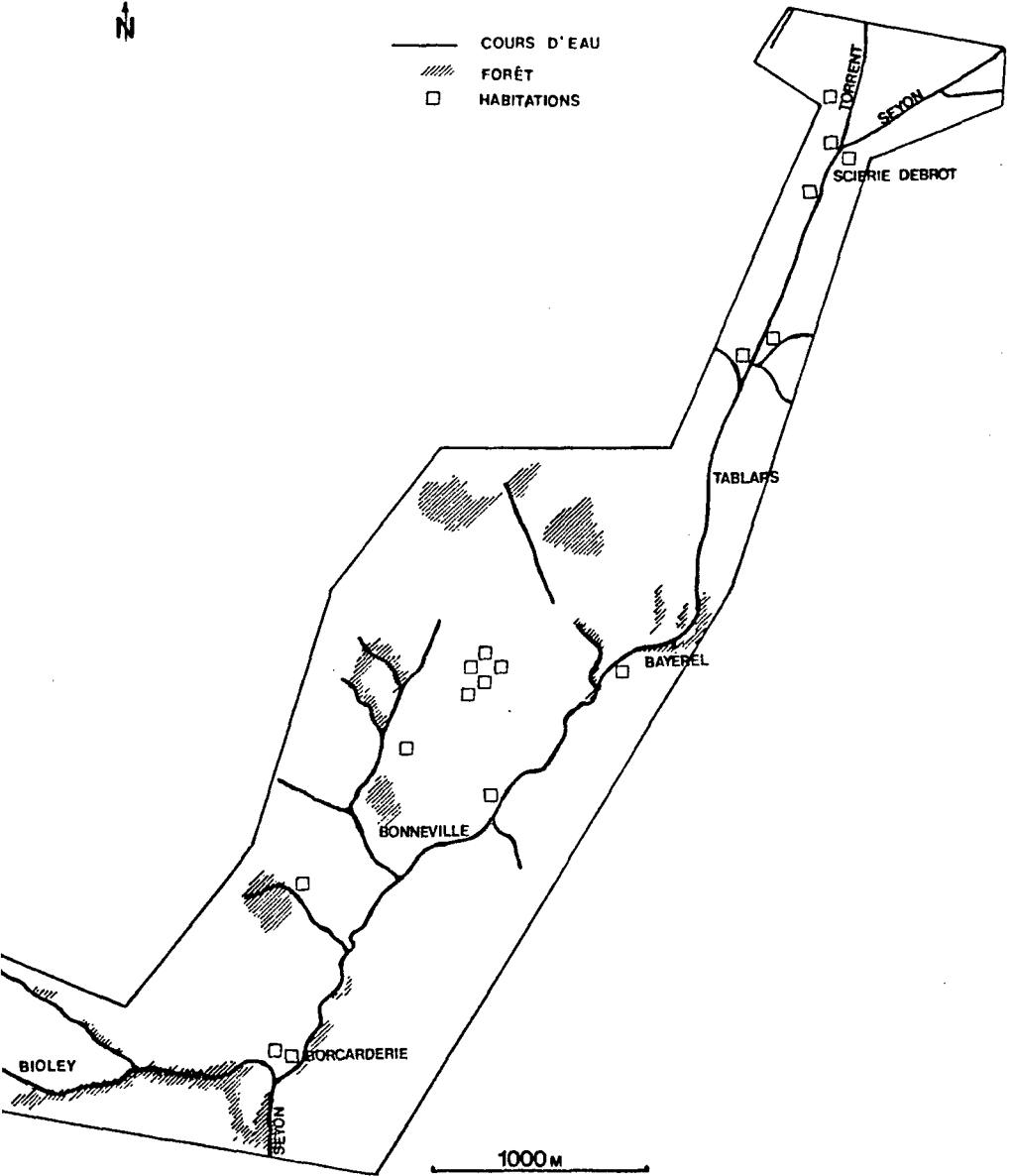


Figure 4: Terrain d'étude du Val de Ruz. Présence humaine et principaux lieux-dits.

3. MATERIEL ET METHODES

3.1. Récoltes et piégeages des différents hôtes

Un des volets de notre travail étant consacré à l'étude épidémiologique du cycle de S. nasicola, la majeure partie du temps passé sur le terrain consistait en piégeages de Mustélidés, de micromammifères et en récoltes de mollusques.

3.1.1. Mollusques (hôtes intermédiaires)

la récolte de mollusques avait deux buts: la mise en route d'un élevage pour nos recherches en laboratoire (c.f. 3.3.1), et la détermination du taux d'infection des hôtes intermédiaires (c.f. 3.6.1). Pour cette raison, nous avons effectué deux ramassages par année, au printemps et en automne.

En 1982, deux secteurs de récoltes ont été définis sur les bords du Seyon (Fig. 5), lieu de passage habituel de Mustélidés.

Secteur A:

Talus bordant le Seyon (rive droite) en face de la STEP de Chézard (1144: 562,100/212,100).

Espèces végétales dominantes: F. ulmaria et Urtica dioeca

Secteur B:

Bayerel (rive droite)(1144: 561,600/210,200).

Espèces végétales dominantes: F. excelsior et Ranunculus Ficaria

Le déroulement des récoltes était basé sur le principe de l'échantillonnage au hasard. Deux grilles de 30 carrés (30 cm x 30 cm) ont été disposées sur chaque secteur. La table des nombres au hasard (LINDER 1953) définissait les carrés dans lesquels nous opérions les ramassages.

Cette méthode n'a été appliquée que durant une année. Les installations étaient continuellement perturbées par les services de la voirie ou les agriculteurs.

En 1983, 1984 et 1985, nous avons choisi d'autres secteurs. Au nombre de quatre, ils étaient répartis sur l'ensemble du terrain d'étude (Fig. 5).

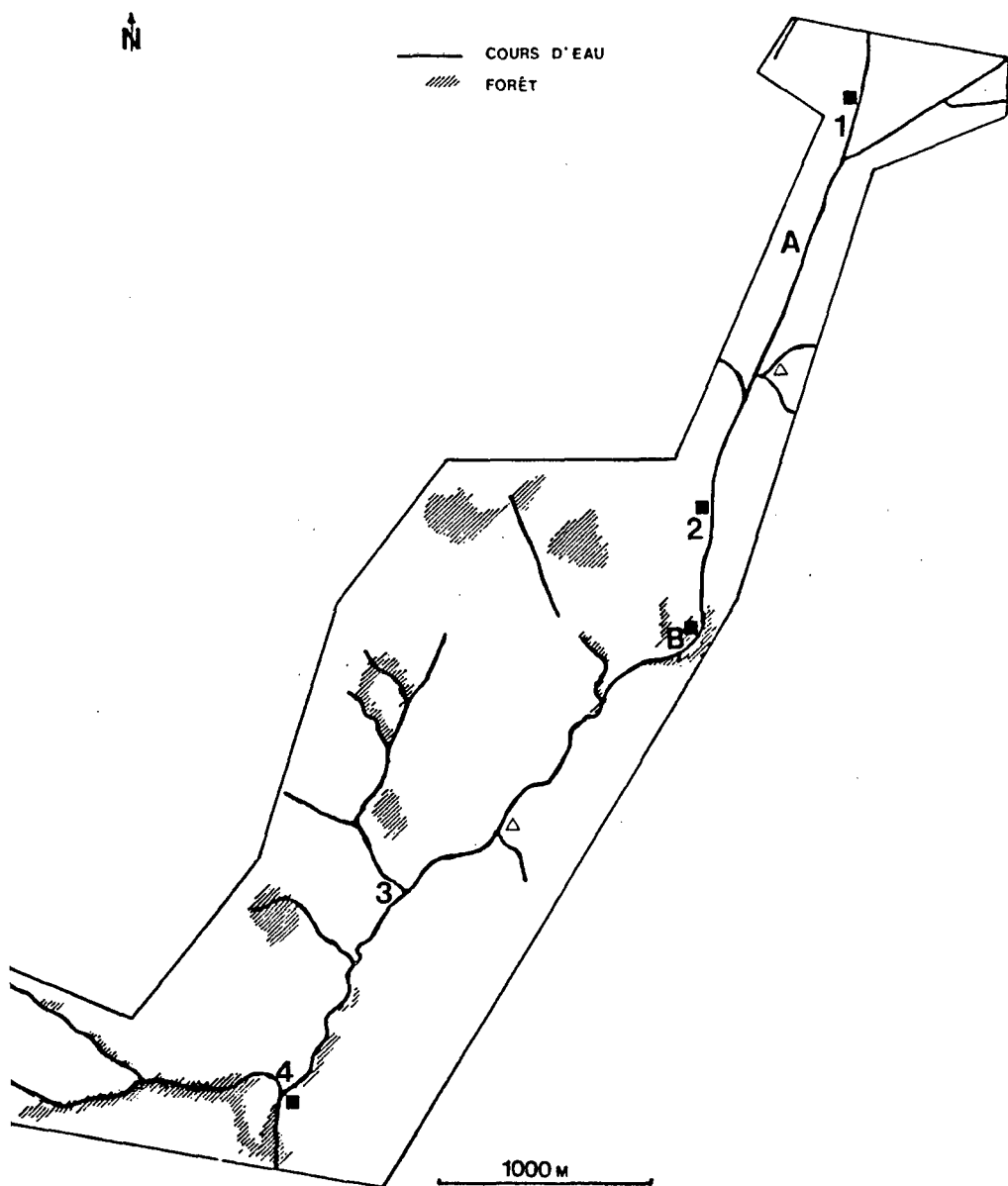


Figure 5: Secteurs de récoltes des mollusques (A,B,1,2,3,4), des micromammifères (■) et des oiseaux (Δ).

Secteur 1: (Pl. 2)

Rive droite du Torrent, à 50 m de la route Scierie Debrot - Chézaré (1144: 562,300/212,600).

Espèces végétales dominantes: Poa pratensis, F. Ulmaria, Rubus spp., Verbascum lychnitis, Phalaris arundinacea

Secteur 2: (Pl. 3)

Tablars (rive droite du Seyon) (1144: 561,700/210,500).

Espèces végétales dominantes: Salix alba, P. arundinacea, F. Ulmaria, U. dioeca, Gallium Mollugo

Secteur 3:

Ruisseau de la Bonneville (rive droite) à 10 m de la route principale Valangin - Dombresson (1144: 560,200/209,200).

Espèces végétales dominantes: F. excelaior, Corylus Avellana, Crataegus Oxyacantha, Rubus spp., U. dioeca, Glechoma hederaceum, Stachys silvatica, Poa trivialis

Secteur 4:

Ruisseau de Biolcy (rive gauche) à 30 m du confluent avec le Seyon (1144: 559,800/208,200).

Espèces végétales dominantes: F. excelaior, Alnus glutinosa, Rubus spp., Meracleum Sphondylium, U. dioeca, F. Ulmaria, Taraxacum officinale, P. trivialis

Des zones de 30 m de longueur ont été définies. Un mollusque choisi au hasard était ramassé à chaque mètre.

3.1.2. Micromammifères et oiseaux (hôtes paraténiques)

3.1.2.1. Micromammifères

Les micromammifères jouent un rôle important tant dans le régime alimentaire des Mustélinés que dans la transmission de S. nasicola, il devenait essentiel d'entreprendre des pièges systématiques, afin d'estimer la densité des populations et leur taux d'infection.

Durant une année et demi, soit de l'automne 1981 au printemps 1983, nous avons disposé manuellement deux lignes parallèles de 25 (quelquefois 50) pièges dans le bois de Bayercl (Fig. 5). Les pièges en bois étaient répartis de part et d'autre du Seyon. Ils restaient tendus trois jours durant. Nous les contrôlions matin et soir. Les micromammifères capturés étaient marqués par amputation des doigts des pattes (BLAIR 1941). Le code utilisé est dû au Dr. A. MEYLAN (com. personnelle). Cette méthode, bien que pouvant entraîner des mutilations importantes avec des nombres élevés, permet une identification sûre de l'animal lors d'éventuelles recaptures.



Planche 2: Vue du Torrent (secteur 1 des récoltes de mollusques).



Planche 3: Vue des Tablars (secteur 2 des récoltes de mollusques).

Dès l'automne 1983, nous avons entrepris des piégeages ponctuels de type exhaustif dans différentes parties du terrain, avec toutefois une prédilection pour les Tablars. Cette zone, en effet, était la plus propice pour des échantillonnages de ce genre, les dérangements y étant moindres.

Les animaux capturés étaient amenés au laboratoire pour y être sacrifiés. Le but de l'expérience était la détermination du taux d'infection par les 13 de S. nasicola.

Pour cette partie du travail, signalons également une autre source de micromammifères, constituée par les spécimens capturés dans les pièges à Mustélidés.

3.1.2.2. Oiseaux

Une des parties de notre étude était de démontrer le rôle potentiel des oiseaux dans la transmission de S. nasicola. Pour ce faire, il nous a été nécessaire de capturer quelques spécimens, à l'aide de filets en nylon servant habituellement au baguement. Des barrages de 40 m de longueur étaient disposés dans deux secteurs du Val de Ruz, soit la Rincieure et la SIEP de Vilars (Fig. 5).

3.1.3. Mustélidés (hôtes définitifs)

3.1.3.1. Pièges

Pour réaliser les piégeages de Mustélidés, nous avons à disposition deux types de pièges en bois (contre-plaqué d'okoumé), construits par Debrot pour les besoins de sa thèse (DEBROT 1982).

1. le grand modèle (85 x 16 x 24(20) cm) (Pl. 4), appelé régionalement "bornette", a été inspiré par les modèles décrits par KING (1973). Ses dimensions permettent la capture de Mustélidés de la taille d'une Fouine. Il fonctionne sur le principe de la bascule. Une vitre placée sur la face opposée à l'entrée donne à l'animal l'illusion d'un tunnel, et accessoirement permet le contrôle lors d'une capture. La récupération de la bête se fait également de ce côté, vu que la vitre est coulissante.

Le déclenchement est assuré par un ressort qui relie la bascule à un étrier de blocage. Ce ressort a été réglé de manière à ce que le poids de déclenchement ne soit pas inférieur à 50 g, ceci afin d'éviter un trop grand nombre de prises de micromammifères.

Une souris de laboratoire, morte, sert d'appât.

2. le petit modèle, ou piège "auédois", a été mis au point par Debrot, sur un modèle d'ERLINGE (com. pers. in DEBROT 1981). De dimensions plus réduites (70 x 12 x 12 cm), il exclut la capture de Mustélidés de taille supérieure à celle de l'Hermine. Le système de déclenchement est différent.



Planche 4: "Bornette" en position tendue.

Une palette centrale, réagissant à la moindre pression, libère une porte basculante. En position tendue, ce piège donne également l'illusion du tunnel, le côté opposé à la porte étant du plexiglass. L'appât est une Souris de laboratoire morte.

Malgré la compacité de ce modèle, et les facilités de transport qui en découlent, nous avons préféré employer dans une plus large mesure, les "bornettes" vu le plus grand nombre d'espèces de Mustélinés qu'elles peuvent capturer.

3.1.3.2. Sessions de piégeages et pose de pièges

Durant quatre années, soit de juin 1981 à avril 1985, nous avons réalisé, mensuellement, une session de piégeage. Le but était de déterminer l'évolution des populations appartenant au genre Mustela spp. ainsi que le taux de skrjabinoglyose.

Nous avons effectué deux type de sessions:

1. Piégeages sur secteur réduit:

Vingt-cinq pièges sont disposés, le lundi matin en général, le long du Seyon et de ses affluents uniquement. Nous assurons personnellement le contrôle des pièges, matin et soir.

2. Piégeages saisonniers:

Piégeages entrepris, une fois par saison, sur l'ensemble du terrain d'étude. Ce type de piégeage nécessite la pose (le lundi matin) d'une quarantaine de pièges. Un collaborateur assure en notre compagnie les contrôles biquotidiens.

Le ramassage des pièges s'effectue le vendredi matin.

Remarques:

Un piège tendu durant 24 h (dès la pose ou le contrôle matinal, jusqu'au contrôle du lendemain matin) est comptabilisé comme unité-piège (DEBROT et MERMOD 1981).

Par rapport au travail de DEBROT (1982), les endroits de pose des pièges n'ont fondamentalement pas changé. Ceux-ci sont disposés en des lieux préalablement définis, soit suite à des observations directes ou indirectes (faeces, traces), soit subjectivement. Les allées buissonnantes, le long des cours d'eau, les ponts, les amoncellements de divers matériaux constituent des endroits idéals (Fig. 6).

A noter que la distribution des pièges a été testée selon les lois de répartition (LEWIS et TAYLOR 1967) et qu'on obtient une répartition eu hasard (DEBROT 1982).

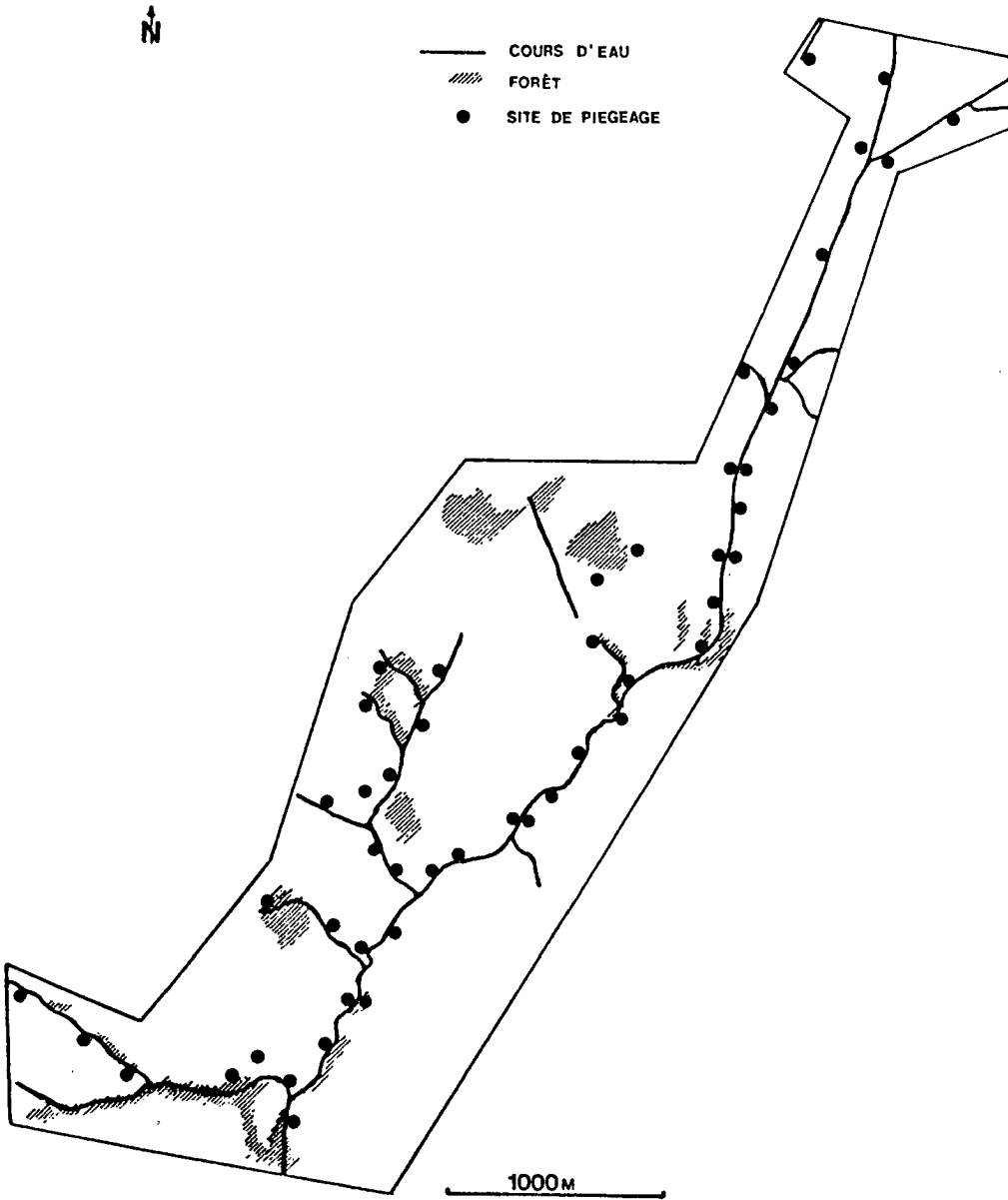


Figure 6: Répartition des pièges à Mustéolidés.

3.1.3.3. Captures et manipulations en laboratoire

1. Transfert

Tous les Mustélidés, qu'ils soient marqués (recapture) ou non (capture), sont amenés au laboratoire pour y subir une série d'exams.

La première manipulation à réaliser est le transfert de l'animal, du piège à la cage d'élevage. Une boîte dite de transfert (50 x 16 x 24 cm) facilite l'opération, grâce à la vitre (ou plaque d'aluminium) coulissante, obturant un des petits côtés. Le dessus en plexiglass permet de contrôler l'état général de l'animal.

Les Mustélidés sont traités le lendemain qui suit leur capture, ceci afin d'éviter des accidents occasionnés par le stress dû au piégeage.

2. Narcose

L'examen complet de chaque bête ne peut être pratiqué que sous narcose.

Les Mustélidés de petite taille (Hermine, Belette et Putois femelle) sont placés dans une boîte d'anesthésie (30 x 18 x 14 cm). Préalablement pesés, ils sont alors préanesthésiés à l'éther selon la méthode décrite par LOCKIE et DAY (1964).

Les Mustélidés de taille moyenne (Putois mâle, Fouine) sont préanesthésiés dans une boîte de transfert, selon la même méthode.

La narcose profonde est pratiquée par injection intra-musculaire de chlorate de kétamine (Kétalar ® : Parke-Davis). Nous effectuons deux types de dosages, dépendant de la taille et du poids de l'animal.

Hermine, Belette: solution à 10 mg/ml injectée à raison de 1 ml par 100 g de poids corporel.

Putois, Fouine : solution à 50 mg/ml injectée à raison de 0,1 ml par 100 g de poids corporel.

L'avantage du Kétalar sur les barbituriques (ex: Pentorbital de sodium) réside dans l'absence d'éventuels décès lors de surdosage accidentel. Par contre, l'animal anesthésié au Kétalar présente des criations muqueuses, au cours de son réveil, pouvant occasionner quelques blessures (ex: auto-moraures).

3. Examens

Comme nous l'avons cité ci-dessus, l'animal est systématiquement pesé. La connaissance du poids (PDS) permet le dosage du narcotique, ainsi que l'estimation de l'état de santé du sujet.

Vient ensuite la détermination du sexe, qui n'occasionne pas de problèmes particuliers. Le baculum, facilement repérable au toucher, assure une détermination sans risque d'erreur.

L'état général du carnivore (dentition, développement testiculaire ou des mammelles, éventuelles blessures, mue) est inspecté. Les ectoparasites (puces, tiques) sont récoltés comme matériel complémentaire à celui de Debrot (DEBROT et MERMOD 1982).

Une série de mesures est effectuée:

- longueur de la tête et du corps (TC)
- longueur de la queue (Q)
- longueur de la patte postérieure (PP)
(du talon à l'extrémité du plus long doigt, griffe non comprise)

4. Radiographie

Nous appliquons cette technique, décrite par MERMOD et DEBROT (1978), afin de déterminer l'âge des animaux capturés. En effet, la structure dentaire et la morphologie de la boîte crânienne (DEBROT et MERMOD 1978) permettent de définir si un animal a vu le jour au cours de l'année de sa capture (= juvénile) ou non (= adulte).

La radiographie a également pour but la mise en évidence des éventuelles déformations osseuses dues à la présence de S. nesicola.

5. Marquage

Le système de marquage que nous avons employé, consiste à pratiquer des encoches sur le bord des lobes des oreilles (ear clipping) (ERLINGE 1974, TWIGG 1978). Le code utilisé a été mis au point par DEBROT (1984). Il permet de marquer 255 individus différents. Signalons cependant une restriction: chez le Putois et la Belette, les positions 3 et 7 ne sont généralement pas employées, vu les très petites dimensions du lobe interne de chaque oreille.

Au numéro de l'animal, nous avons associé une lettre, soit E pour les hermines, P pour les putois, N pour les belettes et F pour les fouines.

Ayant poursuivi nos recherches sur le terrain étudié par Debrot, nous avons préféré numéroter les Mustélidés capturés, à la suite. C'est ainsi que notre première hermine porte le numéro de code E 100.

6. Lâcher

Si les Mustélidés, examinés et marqués, ne présentent pas de signes d'infection à S. nasicola (c.f. 3.2.1), nous les relâchons dans les 24 h, à l'endroit même de leur capture. Dans le cas contraire, nous les maintenons en captivité, dans des cages d'élevage en éternit (50 x 50 x 100 cm), sur lesquelles est fixée une boîte-nid en bois (40 x 39 x 19 cm). Une litière composée de copeaux de bois assure à nos pensionnaires la possibilité de construire un nid. Les hermines et les belettes sont nourries à l'aide de souris de laboratoire (1 à 2 par jour), les putois l'étant avec des têtes de poulet ou des souris de laboratoire. La durée de la détention dépend du type et du nombre d'expériences que nous devons pratiquer sur ces Mustélidés (c.f. 3.6.3).

7. Recapture

Lors d'une recapture, l'animal est ramené au laboratoire pour y être identifié. En principe la lecture du code se fait sans difficulté, ceci pour autant que les encoches n'aient pas été pratiquées trop superficiellement.

Le poids est contrôlé. De même un examen parasitologique est entrepris.

Si aucune expérience n'est prévue, nous relâchons le Mustélidé à l'endroit de sa recapture, sinon nous le gardons en captivité le laps de temps nécessaire.

3.2. Analyses de faeces

En mammalogie, il est une analyse qui revêt une importance considérable: l'analyse des faeces libres. Nous pouvons en tirer des renseignements d'ordre purement éthologique (territorialité), écologique (régime alimentaire) et parasitologique. C'est pour ces deux dernières raisons que nous l'avons pratiquée.

3.2.1. Analyse parasitaire

Comment mettre en évidence S. nasicola chez l'hôte définitif vivant?

Rappelons que les femelles adultes du ver émettent des ll, qui via le tube digestif, sont expulsées dans le milieu, par les fèces. Nous avons donc utilisé une méthode simple et rapide, dérivée de la "baermanisation" (SOULSBY 1965).

Nous prélevons une crotte fraîche chez chaque Mustélide capturé ou recapturé. Nous la mettons dans une coupelle de verre, contenant de l'eau du robinet. Partiellement immergée, la crotte laisse échapper les premières ll de S. nasicola au bout de quelques minutes. Celles-ci sont décelables sous la loupe (25X). La détermination est confirmée au microscope, entre lame et lamelle (100X). Il est recommandé de pratiquer cette dernière opération, car l'immersion des fèces provoque également la sortie des ll d'autres Nématodes, tels Filaroides bronchialis (Putois, Fouine) et Strongyloides mustelorum (Putois, Fouine, Hermine et Belette).

Il nous intéressait de connaître la fréquence d'apparition de Trogloremes acutum, un Trématode parasite du Putois, cohabitant avec S. nasicola. La recherche des oeufs, également décelables dans les fèces, a été réalisée grâce à la méthode de Teleman (GOLVAN et DROUHET 1972). Leur structure et leur taille, comparées avec le matériel décrit par DEBROT (1982), ont confirmé nos déterminations.

3.2.2. Régime alimentaire

Au cours des piègeages, nous avons systématiquement récolté les fèces laissées dans les pièges par les Mustérides.

Pour éviter une dégradation rapide, nous les avons stockés dans l'alcool à 70%, jusqu'à l'analyse.

La méthode de détermination des proies est celle préconisée par DEBROT (1982). Les fèces, placés dans une boîte de Petri, sont dilacérés sous la loupe. Un tri préliminaire est opéré. D'emblée nous pouvons identifier les oiseaux (plumes), les amphibiens (os caractéristiques), les escargots (coquille), les arthropodes (chitine), les oeufs (coquille) et les végétaux.

La détermination des mammifères-proies est réalisée grâce aux techniques d'identification des poils de jarre (DEBROT et al. 1982), comprenant trois phases :

1. le montage direct du poil assure une détermination valable de l'ordre auquel appartient la proie. La forme du poil et la structure de la médulla sont caractéristiques.

2. les coupes transversales des poils de jarre permettent une détermination précise. La forme, en coupe, des poils est caractéristique, sinon de l'espèce du moins du genre.

3. l'examen cuticulaire confirme le résultat de la détermination. Une empreinte du poil est faite sur un film de gélatine à 5 %.

La détermination est effectuée par comparaison des données obtenues au cours des trois phases décrites ci-dessus, et celles présentées dans l'Atlas des poils de Mammifères d'Europe (DEBROT et al. 1982). Dans la mesure du possible, nous déterminons également les mammifères-proies à l'aide des dents retrouvées dans les fœces. Dans ce cas, nous nous référons à l'ouvrage de CHALINE et al. (1974).

3.3. Elevage des différents hôtes

Dans un travail comme celui que nous avons entrepris, une des nécessités absolues réside dans le fait que les différents hôtes soient, avant expérimentation, indemnes du parasite à étudier. Seuls des individus nés en captivité nous garantissent d'être exempts de S. nasicola. Dans ce but des élevages ont été mis en route.

3.3.1. Hôtes intermédiaires

Les hôtes intermédiaires de S. nasicola n'étant pas spécifiques, il nous a fallu choisir l'espèce à utiliser dans nos expériences. Le choix s'est porté sur Agriolimax reticulatus. Reconnaisable à ses couleurs gris-jaunâtre, réticulée de noir, cette limace avait déjà servi à la mise au point du cycle de S. nasicola par DUBNITSKII (1956). Nos travaux préliminaires (WEBER 1981) avaient également montré sa bonne réceptivité au Nématode. De plus sa taille réduite (environ 30 mm. de longueur) permet à l'hôte paratélique son ingestion rapide.

Au cours de l'été 1982, nous avons récolté une quarantaine d'adultes dans les prés avoisinant notre terrain d'étude. Un milieu, composé d'un mélange de terre minérale et de terre végétale, a été créé dans une boîte d'élevage en plastique (155 x 140 x 60 mm). Une série de trous de 1 mm de diamètre, pratiqués dans le couvercle, permettent les échanges gazeux. L'humectation journalière de la terre, à l'aide d'eau du robinet, conserve un gradient d'humidité favorable aux limaces. Celle-ci, au nombre de quatre par boîte, sont nourries avec de la salade pommée, exclusivement. Nous changeons la nourriture tous les 2 à 3 jours.

Dès l'éclosion des premiers oeufs, soit 20 jours après la ponte, les jeunes mollusques sont déplacés dans d'autres boîtes d'élevage. Les conditions de vie y sont identiques à celles des adultes.

Durant leur croissance, pour éviter tout risque d'infection bactérienne, nous éliminons au fur et à mesure les animaux morts ou malades, reconnaissables à leur couleur brunâtre.

3.3.2. Hôtes paraténiques

Depuis plusieurs années, des collaborateurs de l'Institut de Zoologie de Neuchâtel utilisent en vue d'expériences parasitologiques, des Campagnols roussôtres, Clethrionomys glareolus et des Mulots sylvestres, Apodemus sylvaticus. Ces rongeurs, bien adaptés aux conditions d'élevage (cage en plastique dur de 42 x 26 x 16 cm, avec sur le dessus une grille permettant l'ajustage d'un biberon d'eau et la distribution de granulés), se reproduisent régulièrement. De ce fait, nous étions assurés de disposer d'un lot d'hôtes paraténiques potentiels exempts de S. nasicola.

Malheureusement, il n'en a pas été de même avec les Campagnols des champs, Microtus arvalis. Ayant capturé plusieurs individus, nous les avons placés dans des cages à rongeurs du type décrit ci-dessus, à raison d'un couple par cage. Leur nourriture était composée de produits végétaux frais, notamment de la salade et des carottes. Contrairement aux mulots et aux campagnols roussôtres, ils ont eu beaucoup de peine à s'adapter à la captivité. Les morts n'étaient pas rares. Aucune reproduction n'a été observée.

Nous nous sommes résignés à utiliser pour nos expériences les campagnols des champs que nous capturons au cours de nos sessions de piégeage. Il va de soi que nous avons dû tenir compte du fait que le risque d'avoir des animaux déjà porteurs de S. nasicola existait.

Au cours de notre travail de licence (WEBER 1981), nous avons eu l'occasion de tester le rôle des oiseaux (Turridés) dans la transmission du parasite. Nous avons remarqué que la plupart des individus sont sensibles à la captivité, et meurent avant le terme des expériences. Nous avons donc choisi deux espèces qui nous éviteraient de tels problèmes, grâce à leurs facultés d'adaptation et à leur résistance: le Moineau domestique, Passer domesticus et le Moineau friquet, P. montanus.

Les spécimens, capturés à l'aide de filets en nylon, ont été placés dans une cage en treillis fin (80 x 50 x 56 cm), offrant la possibilité de se percher. Nous les avons essentiellement nourris avec des mélanges de graines pour oiseaux, habituellement commercialisés.

3.3.3. Hôtes définitifs

Dans ce travail, le stade ultime de l'expérimentation réside dans le sacrifice de l'hôte définitif, aboutissant à la mise en évidence des vers adultes dans les sinus (c.f. 3.6.3). Pour des raisons d'ordre éthique et éthologique (reproduction difficile en captivité), nous avons renoncé à utiliser des Mustélidés sauvages. Notre choix s'est donc porté sur le Furet, Mustela putorius furo, sous-espèce domestique du Putois. Peu exigeant quant à son entretien, prolifique (1 à 2 nichées de 5-10 petits en moyenne par année) il constitue le sujet d'expérience idéal en laboratoire.

En automne 1981, nous avons acheté 1 mâle et 2 femelles au Centre National d'Etude de la Rage de Malzéville, près de Nancy (France). Chaque animal a été placé dans une cage d'élevage, semblable à celles où sont maintenus les Mustélidés sauvages (c.f. 3.1.3.3). leur nourriture est composée de têtes de poulet, ou de souris de laboratoire. Des vitamines (Vionate ®) sont régulièrement ajoutées au repas.

En 1982, le Tierspital de Berne nous a gracieusement donné une femelle.

Disposant ainsi d'un groupe de géniteurs, nous avons pu faire démarrer l'élevage, dès les premiers mois de 1982. En 1983, il prit de telles proportions que nous avons dû déplacer la majorité des furets dans une animalerie secondaire. Là, huit enclos (parois en aggloméré, 200 x 200 x 120 cm) ont été construits. La litière était composée de paille. Des boîtes-nid assuraient un refuge. Disposés à raison de 2 à 4 individus par enclos, les furets ont été marqués de la même manière que les Mustélidés sauvages (ear clipping). Au numéro de code nous avons associé les lettres P7 (Putorius furo).

A signaler que les sujets en expériences sont séparés de leurs congénères. Le lieu de détention est l'animalerie de l'Institut de Zoologie.

3.4. Infections expérimentales des hôtes

3.4.1. Sources de parasites

Lorsque nous avons débuté cette étude, la seule source de parasite que nous possédions, était une belette. Celle-ci avait été infectée expérimentalement lors de notre travail de licence (WEBER 1981). Malheureusement, la production larvaire ne suffisait pas à couvrir nos besoins en parasites.

Toutefois, dès l'hiver 1981, grâce à nos piègeages de Mustélidés, nous disposions d'un putois mâle, P7, comme producteur de l1 de S.nasicola.

3.4.2. Prélèvement des l1 et infections des hôtes intermédiaires

Notre méthode d'infection des mollusques s'inspire de celle utilisée par PETROV et GAGARINE (1937), MOBMALIER (1941), DUBNITSKII (1956) et THERON (1974). Elle est basée sur le principe de mise en contact direct de l'hôte et du parasite, sur une surface réduite.

Les ll, préalablement baermanisées (c.f. 3.2.1), sont prélevées une à une à l'aide d'un capillaire monté sur un tube en PVC, de 1 mm de diamètre et de 30 cm de longueur. Doté ainsi d'une certaine capacité de mouvements facilitant le prélèvement sous la loupe (25X), l'ensemble est fixé à une seringue de 1 ml. Une centaine de ll sont aspirées de cette manière et déposées dans une coupelle de 3 cm de diamètre. Une goutte d'eau leur sert de support, et les maintient en activité.

Remarque:

Comme nous l'avons cité sous 3.2.1., il existe chez les Mustéolidés un parasite Métastrongyloïdé, très proche de S. nasicola: f. bronchialis. Les ll se retrouvent également dans les fèces. Sous la loupe (25X), la distinction entre les deux espèces est relativement difficile. Néanmoins, avec l'habitude, hormis les différences anatomiques invisibles à ce grossissement, il est possible de les distinguer grâce à une différence de taille. f. bronchialis est plus court que S. nasicola (longueur moyenne: 251,2 μm , [n = 30, SD = 12,42], largeur moyenne: 10,54 μm [n = 30, SD = 0,86]). Les mouvements natatoires sont également différents. S. nasicola est plus énergique.

La limace à infecter est mesurée, afin d'établir une éventuelle relation entre la taille du mollusque et le nombre de ll l'ayant parasité. Suit la mise en contact de la limace et des ll qui dure 60 minutes. Pendant l'infection, un couvercle empêche l'hôte intermédiaire de quitter la coupelle.

L'opération terminée, le gastéropode est récupéré et placé dans une boîte d'élevage préalablement étiquetée. Les ll n'ayant pas pénétré dans la limace sont comptés. Le rendement de l'infection des hôtes intermédiaires peut ainsi être établi.

3.4.3. Hôtes paraténiques

En règle générale, l'infection des hôtes paraténiques potentiels est basée sur l'ingestion volontaire de la proie, en l'occurrence la limace parasitée. Nous voulons ainsi créer des conditions de transmission relativement proches des conditions naturelles. Ceci nous permet, par la suite de déterminer quelle(s) espèce(s) de rongeurs joue(nt) le rôle le plus important dans la transmission de S. nasicola.

Toutefois, dans le but d'aiguiser leur appétit, nous avons laissé jeûner les micromammifères quelques heures avant l'expérimentation.

Nous mettons individuellement les rongeurs dans des cages d'élevage du type décrit sous 3.3.2., dépourvues de litière. Sans litière, la limace n'a pas la possibilité de se soustraire au rongeur.

Un mollusque infecté est distribué à chaque micromammifère. L'hôte paraténique reste dans la cage, au minimum jusqu'à l'ingestion totale de la proie, au maximum jusqu'à ce qu'il meure de faim. Ceci nous permet d'établir le degré de motivation qu'éprouve chaque espèce de rongeurs testés face à l'ingestion d'un mollusque.

Dès que l'infection est réalisée, les hôtes paraténiques sont remis individuellement dans des cages d'élevage, avec litière et nourriture.

Pour ce qui est des oiseaux, nous agissons différemment. Nous cherchons à montrer la potentialité de l'oiseau, sensu lato, comme hôte paraténique.

Pour gagner du temps, le mollusque infecté est directement introduit dans le gosier des moineaux. L'ingestion se déroule ainsi très rapidement.

Chez les oiseaux comme chez les rongeurs, l'infection est unique. Un hôte paraténique n'est nourri qu'avec une seule limace parasitée.

3.4.4. Hôtes définitifs

Dans toutes nos tentatives d'infection des furets, la transmission du parasite a été effectuée par ingestion du mollusque, du rongeur ou de l'oiseau parasités.

Dans l'étude du rendement du cycle de S. nasicola, les furets ont eu chacun en guise de repas un unique hôte de transport infecté. Le rongeur ou l'oiseau a été placé dans la cage où se trouve le carnivore. L'hôte paraténique remplace la nourriture habituelle, le jour de l'expérience.

Des tentatives de transmission directe, par ingestion d'une limace infectée, ont été réalisées. Les furets n'étant pas particulièrement habitués à manger des mollusques, nous avons eu recours à une astuce proche de celle employée par HANSSON (1967). Nous avons coupé la limace en plusieurs morceaux de petite taille. Nous les avons disséminés dans la zone thoracique sous-cutanée d'une souris de laboratoire morte, qui a ensuite été offerte au furet.

Nous avons également utilisé des furets, dans le but de découvrir la localisation des l3 chez l'hôte paraténique. Dans ce cas, les infections ont été multiples (c.f. 3.6.2.1.).

3.5. Contrôle de l'infection

Actuellement, nous ne disposons d'aucun moyen de dépistage de S. nasicola chez les hôtes intermédiaires et paraténiques vivants. Les méthodes immunologiques ne sont pas adéquates. Il existe, en effet, un grand risque de réactions antigéniques croisées avec d'autres Nématodes. (BROSSARD com. pers.).

Seul le sacrifice des mollusques et des hôtes de transport, couplé à une recherche active des stades larvaires du parasite, permet de juger de la réussite de l'infection ou d'en estimer le rendement.

En ce qui concerne les hôtes définitifs, nous avons vu sous 3.2.1. la méthode utilisée pour déceler une éventuelle infection à S. nasicola lors d'une capture. Suite à une infection expérimentale, nous procédons de manière semblable. A partir du 15^e jour post-infection (les ll apparaissent au plus tôt, entre le 18^e et le 24^e jour chez M. viaon (DUBNITSKII 1956)), nous prélevons quotidiennement une crotte du sujet infecté et la baermanisons. La réussite de l'infection se traduit en principe par l'apparition des ll dans l'eau immergeant le faeces.

En cas de non-apparition des larves, nous répétons l'opération jusqu'au 30^e jour post-infection. Passé ce délai, si aucune ll n'est visible, nous sacrifions le furet et contrôlons ses sinus. La non-apparition des ll ne signifie pas forcément que le carnivore soit indemne de S. nasicola. Le furet peut être porteur d'un seul sexe du parasite, ou ceux-ci n'ont pas la possibilité de se rencontrer (un sexe par sinus).

3.6. Estimation du nombre de parasites

3.6.1. Hôtes intermédiaires

3.6.1.1. Laboratoire

Chez A. reticulatus, le développement larvaire de S. nasicola nécessite environ 15 jours (DUBNITSKII 1956). Pour être valable, l'estimation du nombre de larves infectieuses établies dans les tissus des mollusques doit s'effectuer passé ce délai. Dans le calcul du rendement du cycle, nous n'avons tenu compte que des résultats obtenus chez des limaces infectées au moins 15 jours avant la recherche des l3.

Soulignons toutefois que les mollusques morts durant la période de croissance des larves, sont également analysés. Nous contrôlons ainsi l'évolution morphologique du parasite.

La recherche des larves chez l'hôte intermédiaire s'opère par digestion des tissus de celui-ci. La limace, potentiellement infectée, est totalement immergée dans une solution de pepsine acide:

Composition: (d'après LANKESTER et ANDERSON 1971)

166 ml eau distillée
1,33 ml HCl conc.
1 g de pepsine

Si des larves de Nématodes sont présentes dans les tissus mous de l'hôte, elles se voient rapidement libérées grâce à l'action de la pepsine acide. Après détermination, les larves de S. nasicola sont dénombrées. Les individus vivants sont récoltés et fixés à chaud à l'alcool 70% (BAER 1957). Des mesures (longueur et largeur de la larve) sont effectuées.

3.6.1.2. Nature

L'estimation du taux d'infection des mollusques récoltés dans les différents secteurs, est faite par digestion des tissus. Les limaces sont plongées entièrement dans une solution de pepsine acide (voir ci-dessus). Pour les escargots, le mode opératoire est quelque peu différent. Seul le pied est digéré. En effet, il n'est pas nécessaire de faire digérer les autres tissus, car les larves de S. nasicola ne s'établissent que dans cet organe (HOBMAIER 1941, DUBNITSKII 1956).

La détermination des larves doit s'effectuer avec soin, les mollusques servant d'hôtes intermédiaires à un grand nombre d'espèces de Nématodes (YAMAGUTI 1961).

3.6.2. Hôtes paraténiques

3.6.2.1. Mise en évidence de la localisation des L3

La localisation des L3 de S. nasicola chez l'hôte paraténique, n'a fait l'objet d'aucune recherche particulière. Il nous a fallu donc mettre au point une méthode permettant la mise en évidence du parasite chez l'hôte de transport.

Nous avons isolé six furets néo dans notre élevage, soit Pf1, Pf3, Pf9, Pf11, et Pf17.

Un mulot sylvestre infecté par S. nasicola a été partagé en six parties:

- 1) Tête et cou
- 2) Foie
- 3) Cœur et poumons
- 4) Viscères
- 5) Carcasse antérieure
- 6) Carcasse postérieure

Chaque partie sus-mentionnée a été attribuée à un furet. Ainsi Pf1 a été nourri avec la tête et le cou, Pf3 avec le foie, Pf9 avec le cœur et les poumons, Pf10 avec les viscères, Pf11 avec la carcasse antérieure et Pf17 avec la carcasse postérieure.

Nous avons répété l'opération cinq fois. Les furets ont toujours eu la même partie du rongeur. Une semaine d'intervalle sépare chaque tentative d'infection. Dès le 15e jour post-infection, nous contrôlons quotidiennement par baermanisation les fèces des hôtes définitifs.

A l'apparition des première l1, des comptages larvaires sont effectués régulièrement (c.f. 3.6.3.1.), dans le but de mettre en évidence d'éventuelles surinfections

A partir du 30e jour suivant la dernière infection, si aucune l1 n'a été décelée chez certains furets, ceux-ci sont sacrifiés et leurs sinus frontaux contrôlés (c.f. 3.6.3.2.).

3.6.2.2. Estimation de l'intensité d'infection (laboratoire)

Après détermination des zones anatomiques des rongeurs préférentiellement colonisées par les l3 de S. nasicola, nous avons dû mener nos investigations d'une manière plus fine.

Pour estimer le nombre le nombre de l3 établies dans les tissus de l'hôte, ainsi que leur localisation précise, nous avons eu recours à une méthode déjà connue. Elle consiste à faire digérer les tissus susceptibles d'abriter des larves, dans une solution de pepsine acide (LANKESTER et ANDERSON 1971). Les pièces anatomiques sont disséquées en portions tissulaires plus petites, offrent une certaine homogénéité histologique.

Tête: Encéphale, glandes lacrymales extra-orbitales, musculature et crâne.

Cou: Glandes salivaires et ganglions lymphatiques, musculature et moëlle épinière.

Carcasse antérieure: Cage thoracique, diaphragme, pattes antérieures.

Carcasse postérieure: Ceinture pelvienne, pattes postérieures.

Foie.

Coeur.

Poumons.

Eatomac, intestins, rate, reins.

Pour activer la libération des L3, les tissus sont immergés dans un volume de pepsine supérieur au leur, et placés dans une étuve à 37°C (KOHLER et RUITENBERG 1974).

Les L3 libérées sont comptées sous la loupe (25X).

3.6.2.3. Histologie

Suite aux recherches de L3 par digestion des tissus de l'hôte paraténique, nous avons pratiqué des coupes histologiques d'organes susceptibles d'abriter le stade infectieux du parasite.

Les pièces anatomiques (essentiellement des tissus glandulaires de la région céphalique), après prélèvement sur des rongeurs infectés expérimentalement, ont été fixées au Bouin et incluses dans la paraffine. Les coupes de 15µm d'épaisseur sont colorées avec de l'hémalun de Mayer-éosine, et montées.

La mise en évidence des larves est faite par observation minutieuse des lames, sous le microscope photonique (40X).

3.6.2.4. Estimation du taux d'infection (nature)

Dès l'automne 1983, tous les micromammifères (rongeurs et insectivores) capturés au cours de piégeages, ont été sacrifiés. Le protocole d'estimation du taux d'infection est identique à celui pratiqué sur des Rongeurs infectés expérimentalement.

3.6.3. Hôtes définitifs

La hermanisation des faeces des Mustélidés capturés sur notre terrain d'étude, ou infectés expérimentalement, permet de déceler une infection à S. nasicoia (pour autant que le parasite se reproduise). Par contre, elle ne donne aucun renseignement sur le nombre de vers adultes présents dans les sinus de l'hôte. En fait, il n'existe à l'heure actuelle aucune méthode établissant avec certitude la charge parasitaire des Mustélidés vivants. Seuls le sacrifice et l'autopsie assurent un dénombrement exact.

3.6.3.1. Comptages larvaires

Une estimation grossière de l'intensité de l'infection peut être opérée grâce à des comptages de larves présentes dans les fèces de l'hôte.

Nous nous sommes inspirés de la méthode de STOLL (1923), couramment utilisée lors d'examen coprologiques.

Les fèces de Mustélinés parasités sont pesés exactement et dilués dans un volume d'eau proportionnel (1 g de fèces par 15 ml d'eau). Des billes de verre (une dizaine) sont ajoutées au mélange. Celui-ci est vigoureusement secoué jusqu'à l'obtention d'une suspension aussi homogène que possible.

Nous prélevons immédiatement après cette opération, 0,15 ml de la suspension, que nous déposons sur une lame porte-objet. Le liquide est recouvert d'une lamelle de 24 x 36 mm. Nous examinons ensuite la préparation, complètement et systématiquement au microscope (40X). Quatre préparations sont ainsi observées.

La moyenne du nombre de ll comptées, multipliée par 100, donne le nombre de ll par gramme de fèces.

Certaines règles doivent être respectées:

- 1) n'examiner que des selles très fraîches, prélevées de manière propre.
- 2) les sujets chez lesquels les fèces seront examinés sont tous nourris identiquement (horaire, quantité et qualité de nourriture).
- 3) les fèces analysés, pris en compte, seront ceux émis directement après le premier repas.

3.6.3.2. Recherche des vers adultes

Suite à l'estimation de l'importance de la parasitose par comptages larvaires, nous sacrifions les furets. Après les avoir endormis à l'éther, nous disséquons la peau du crâne et pratiquons une trépanation. La boîte crânienne est ouverte à l'aide d'une fraise circulaire diamantée "Minicraft" au niveau des sinus frontaux. Les vers sont extraits au moyen d'une paire de brucelles, fixés à l'alcool 70% et dénombrés.

Aucun Mustéliné sauvage n'a été sacrifié intentionnellement pour rechercher les vers adultes. Les dénombrements ont été réalisés sur des animaux morts naturellement.

3.7. Analyses de populations et statistiques

3.7.1. Test de répartition

Il existe trois types de répartitions:

- 1) la répartition uniforme
- 2) la répartition au hasard
- 3) la répartition en agrégats

Soit s^2 , la variance du nombre d'individus par unité de surface:

Si $s^2 = 0$, la répartition est uniforme. Elle est au hasard lorsque $s^2 = m$, m étant la moyenne du nombre d'individus par unité de surface. En cas de répartition en agrégats, $s^2 > m$ (LEWIS et TAYLOR 1967).

3.7.2. Calendrier de capture

L'analyse des populations de Vertébrés s'est faite selon la méthode du calendrier de capture (PETRUSEWICZ et ANDRZEJEWSKI 1962).

Elle permet l'estimation du nombre d'animaux marqués, présents sur une surface donnée, à un moment donné.

Toutes les captures et recaptures y sont consignées.

L'hypothèse de départ veut que l'animal marqué reste sur le terrain échantillonné entre sa capture et sa recapture.

S'il n'est capturé qu'une seule fois, nous ne le considérons présent sur le terrain que le mois en question.

3.7.3. Tests statistiques

L'analyse statistique des données a été réalisée en partie sur l'ordinateur VAX/VMS V4.2 du Centre de Calcul de l'Université, et à l'aide d'une calculatrice Texas Instrument programmable (TI 59).

1) Pour comparer deux moyennes, nous avons appliqué le test t de Student-Fisher.

Avec de faibles échantillons, le Mann-Whitney U test (SIEGEL 1956) est d'une efficacité meilleure.

2) Pour comparer deux proportions, le test des fréquences avec alternative double (Fisher Exact Probability Test, SIEGEL 1956) et le test du χ^2 ont été utilisés.

4. RESULTATS

4.1. Terrain

4.1.1. Hôtes intermédiaires

4.1.1.1. Populations

A. Secteurs A et B

Seuls deux prélèvements de mollusques ont eu lieu dans les secteurs A et B, l'un au printemps 1982, l'autre en été 1982. Les deux récoltes se sont déroulées par temps de pluie.

Remarque: les saisons ont été définies comme suit:

Hiver = décembre, janvier, février. Printemps = mars, avril, mai.
Été = juin, juillet, août. Automne = septembre, octobre, novembre.

Douze mollusques, répartis en 3 espèces ont été ramassés dans le secteur A, au printemps: Cepaea hortensis (7 ind.), C. nemoralis (3 ind.) et Retinella pura (2 ind.). En été, l'échantillonnage du même secteur a permis la récolte de 29 mollusques: Arion rufus (19 ind.), C. hortensis (4 ind.), C. nemoralis (3 ind.), Ariante arbustorum (2 ind.) et Retinella sp. (1 ind.).

La densité est passée de 0,40 mollusques/30 cm (SD = 0,81 ; nbre d'échantillonnages = 30) à 0,96 mollusques/30 cm (SD = 1,77 ; n = 30). La différence n'est pas significative (Mann-Whitney U test, $Z = 0,724$, $p > 0,05$).

A Bayerel (secteur B), les récoltes ont été plus fructueuses. Au printemps, nous avons ramassé 59 gastéropodes: A. arbustorum (48 ind.), Irichia hispida (5 ind.), R. pura (4 ind.), C. hortensis (1 ind.) et Clausilia sp. (1 ind.). En été, 62 mollusques ont été récoltés: A. arbustorum (57 ind.), A. rufus (4 ind.) et Retinella sp. (1 ind.).

La densité n'a pas beaucoup varié entre les deux saisons: 2,06 individus/30 cm (SD = 3,20 ; n = 30) au printemps, 1,96 ind./30 cm en été (SD = 3,28 ; n = 30) (Mann-Whitney U test, $Z = 0,081$, $p > 0,05$).

Les échantillons ont été testés selon les lois de répartition (c.f. 3.7.1). Dans chaque cas $S > m$. Nous avons des populations en agrégats.

B. Secteurs 1, 2, 3, 4

Tous les prélèvements ont été faits pendant des précipitations. Ils apportent que très peu de renseignements sur l'état des populations.

La couverture végétale importante rendait tout dénombrement impossible.

Cependant, nous remarquons qu'une espèce prédomine par le nombre d'individus ramassés et par son ubiquité: A. arbustorum. Elle représente 61 % des captures. Chaque secteur, quelque soit la saison, est colonisé par elle. Suivent par ordre d'importance : C. hortensis (19 %), Fruticicola fruticum (7,3 %), C. nemoralis (6,8 %) et A. rufus (5,5 %) (Tabl. 3).

Les autres espèces sont accidentelles. Elles n'apparaissent qu'une seule fois dans les relevés.

4.1.1.2. Taux d'infection

Sept cent soixante-deux mollusques, répartis en 11 genres, ont été récoltés au cours des sept campagnes d'échantillonnages.

Tous ont été digérés dans une solution de pepsine acide.

La recherche des stades larvaires de S. nasicola a permis de mettre en évidence deux mollusques infectés. Les deux spécimens appartiennent à l'espèce A. arbustorum. Ils ont été ramassés dans le secteur 1 (Fig. 7), au printemps 1984.

Les stades larvaires identifiés dans les tissus du pied de l'hôte étaient des L3.

L'intensité de l'infection est faible. Un des escargots était porteur d'une seule larve, l'autre de deux.

Le taux d'infection des hôtes intermédiaires est de 0,26 % (2/762), soit avec $p = 95\%$, un intervalle de confiance compris entre 0,04 et 0,93 %.

4.1.2. Hôtes paraténiques

4.1.2.1. Populations

D'octobre 1981 à avril 1983, nous avons effectué 18 sessions de piégeages (en janvier 1983, les mauvaises conditions atmosphériques nous ont empêché de piéger).

	Printemps 83				Automne 83				Printemps 84				Automne 84				Printemps 85				TOTAL
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<i>Arianta arbustorum</i>	21	15	22	27	16	18	25	11	25	12	27	21	16	19	23	10	17	10	20	11	366
<i>Cepaea hortensis</i>	3	10	1	1	12	7	2	6	1	11		4	12	6	4	8	8	9		6	111
<i>Cepaea nemoralis</i>			2		1	5			3	7	1	1	5	1			10	4	1		41
<i>Helix pomatia</i>	1																				1
<i>Fruticicola fruticum</i>	1		1		2	13			1			3	1			11	2			9	44
<i>Clausilia</i> sp.																				1	1
<i>Orychilus</i> sp.				1																	1
<i>Zenobitella incarnata</i>									1												1
<i>Arion rufus</i>	4	3	7		1		1		1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	5	2	33
<i>Arion hortensis</i>																			1		1

Tableau 3: Récoltes des différentes espèces de mollusques dans les secteurs 1, 2, 3 et 4.

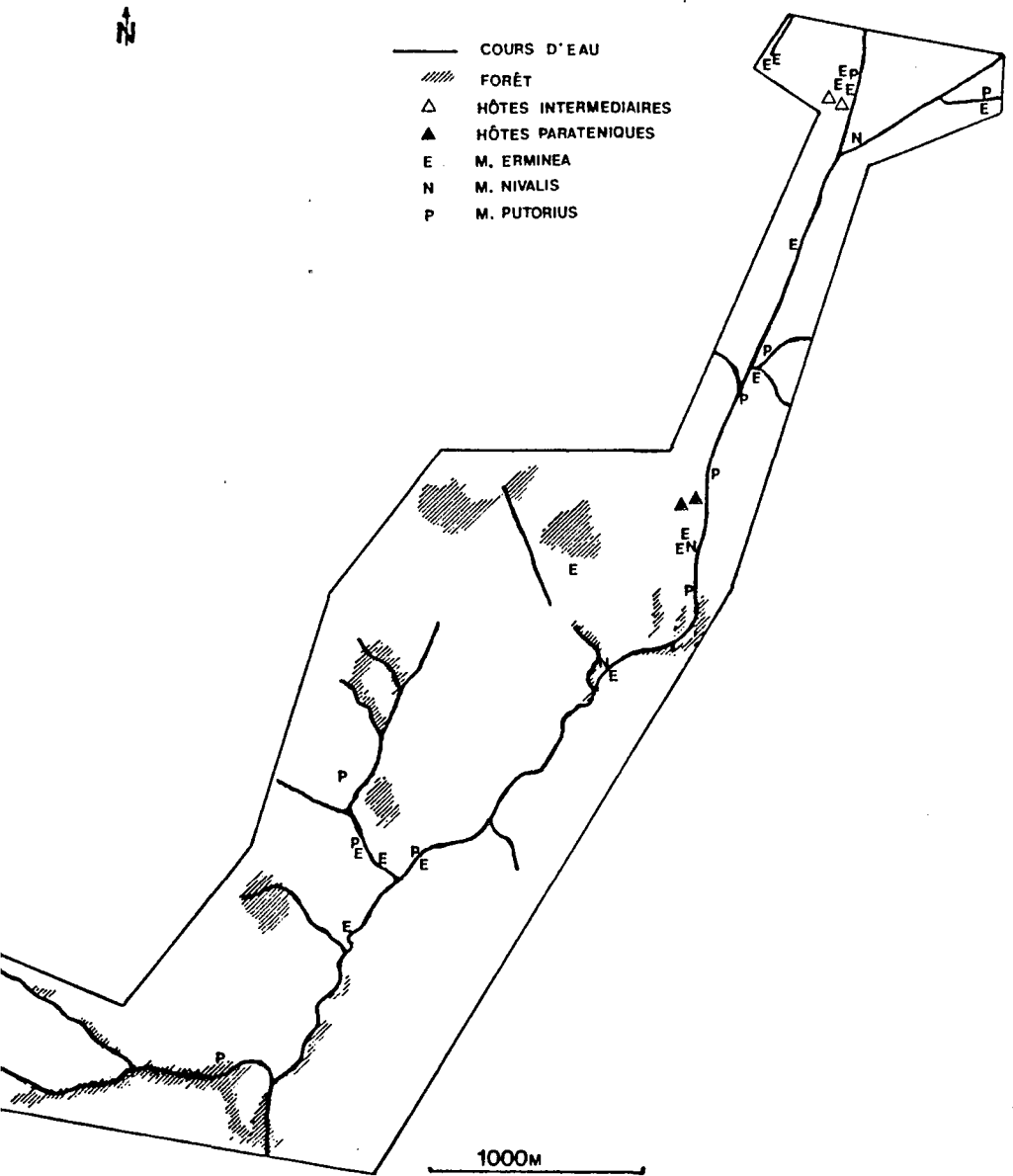


Figure 7: Répartition des cas d'infections à *Skrjabinogylus nasicola* chez les différents hôtes.

Cinq espèces de rongeurs, réparties en quatre genres, ont été capturées (Tabl. 4). Le Mulot sylvestre, A. sylvaticus, est la plus fréquente dans ce secteur. Le Campagnol agreste, Microtus agrestis, n'apparaît qu'une seule fois (pour cette saison, nous l'incluons à M. arvalis).

L'évolution des populations est variable (Fig. 8). Nous assistons à une baisse générale au cours de l'hiver 1981/82. L'inondation prolongée du secteur piégé en est vraisemblablement une des raisons.

Si les populations de mulots (A. flavicollis, A. sylvaticus) semblent se reconstituer pendant l'année 1982, il n'en va pas de même pour les campagnols.

Aucune capture de Microtus sp. n'a eu lieu de l'hiver 1981/82 au printemps 1983. La différence n'est toutefois pas significative ($p = 0,08882$).

La population de campagnols roussâtres subit une baisse significative entre l'automne 1982 et le printemps 1983 ($p = 0,02259$).

Une seule capture d'insectivore (Sorex "araneus") est à signaler pour toute la période.

4.1.2.2. Taux d'infection et intensité de la parasitose

Les piégeages ponctuels de type exhaustif ont permis la capture de 48 micromammifères. Le matériel provient de quatre secteurs (Tabl. 5).

Chaque animal a été digéré dans une solution de pepsine acide pour faciliter la recherche des L3 de S. nasicola.

Peu de larves ont été trouvées. Un spécimen a été mis en évidence dans les glandes salivaires d'une musoraigne, S. "araneus".

Un Campagnol des champs était porteur de 5 L3. Celles-ci étaient également encapsulées dans les glandes salivaires.

Les deux hôtes ont été capturés dans le secteur des Tablars, respectivement en octobre et décembre 1984 (Fig. 7).

Le taux d'infection des hôtes paraténiques potentiels est de 4,16 % (2/48), soit avec $p = 95$ %, un intervalle de confiance de 0,51 à 14,15 %.

	<i>A. flavicollis</i>	<i>A. sylvaticus</i>	<i>C. glareolus</i>	<i>Microtus sp.</i>	Total/saison
A81	14	19	26	6	65
H81	1	13	10	10	34
P82	1	5	2	0	8
E82	5	0	2	0	7
A82	11	10	2	0	23
H82	3	0	0	0	3
P83	6	3	0	0	9
Total/espèce	41	50	42	16	149

Tableau 4: Population de micromammifères: nombre d'individus différents capturés, par saison, dans le secteur de Bayerel.

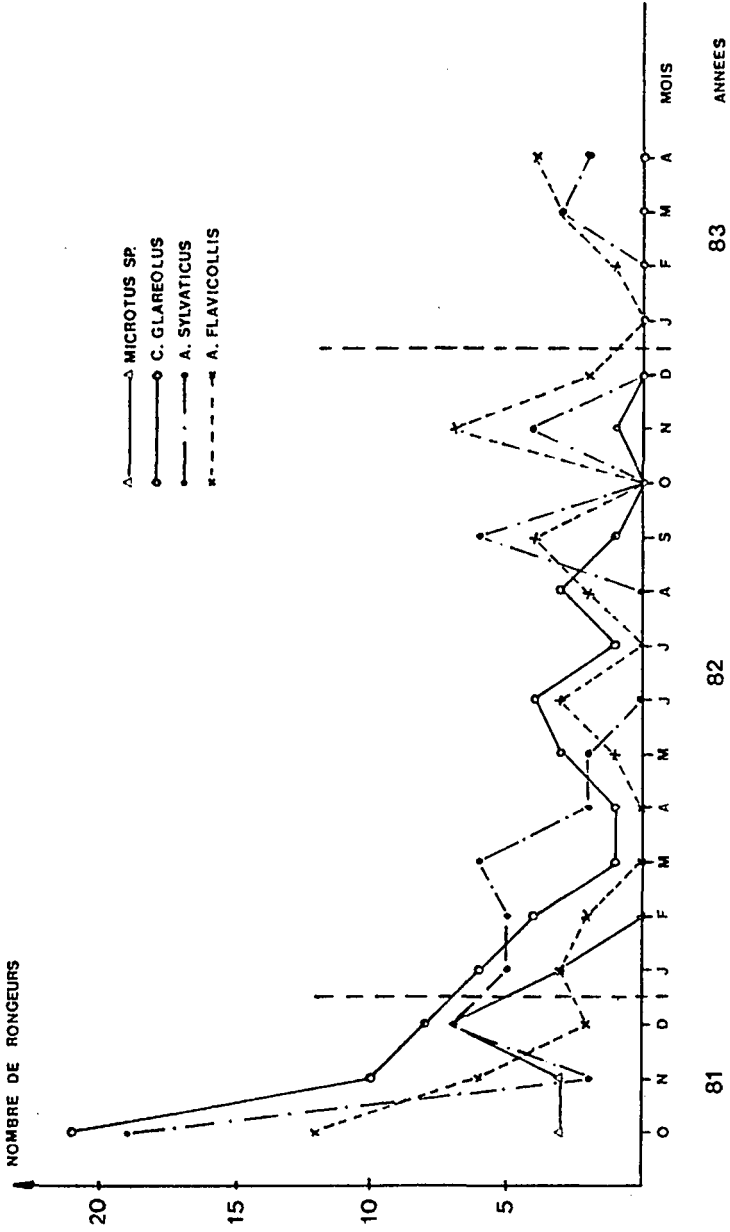


Figure 8: Evolution mensuelle des populations de Rongeurs piégés dans le secteur de Bayerel (établi d'après le calendrier de capture).

	Borcarderie		Bayerel		Tablars		Torrent		Total
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
<i>SOREX ARANEUS</i>	-	1	-	1	1	1	-	-	4
<i>NEOMYS FODIENS</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>CROCIDURA RUSSULA</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>APODENUS SYLVATICUS</i>	-	-	1	1	2	5	-	1	10
<i>APODENUS FLAVICOLLIS</i>	2	-	1	1	-	-	-	-	4
<i>CLETHRIONOMYS GLAREOLUS</i>	-	2	4	4	1	-	2	1	14
<i>MICROTUS ARVALIS</i>	1	1	-	-	3	8	1	-	14

Tableau 5: Captures des hôtes paraténiques potentiels (sacrifiés afin de déterminer leur taux d'infection par Skrjabinylus nasicola).

4.1.3. Hôtes définitifs

4.1.3.1. Populations

A. Herminea

1. Dynamique

Cent quarante-huit herminea différentes ont été capturées au cours de 47 sessions de piégeages (Tabl. 6).

La population d'individus piégés subit d'importantes fluctuations annuelles (Fig. 9).

De 1981 à 1982, le nombre de captures augmente, atteignant un maximum durant l'été. S'ensuit une baisse régulière se poursuivant jusqu'en 1985.

La proportion de juvéniles capturés, 70,27 % (104/148), suit une évolution similaire (Tabl. 7). Elle passe de 24/26, en 1981, à 48/55 en 1982 ($p = 0,71109$). Puis elle diminue significativement en 1983, 23/42 ($p = 0,00047$). En 1984, elle n'est plus que de 9/23. La différence avec 1982, année record, est hautement significative ($p = 0,00003$).

Le calendrier de capture, différencié selon l'âge et le sexe (Fig. 10, fig. 11), donne une bonne image de l'importance du renouvellement de la population, consécutif à l'apparition des jeunes en été.

2. Sex-ratio

La plupart des Vertébrés ont, à la naissance, un sex-ratio de 1:1. Les hermines n'échappent pas à la règle (MÜLLER 1970).

Dans ce travail, le sex-ratio est exprimé par la proportion de femelles, PF (CAUGHLEY 1977).

Sur les 148 captures groupant adultes et juvéniles, 46 étaient celles de femelles, soit $PF = 0,31$. Statistiquement, la différence avec le sex-ratio théorique est hautement significative ($\chi^2 = 24,97$, $ddl = 1$, $p < 0,001$).

Chez les adultes, 11 herminea sur 44 étaient des femelles. $PF = 0,25$ ($\chi^2 = 17,04$, $ddl = 1$, $p < 0,001$).

Chez les juvéniles, $PF = 0,34$ (35/104). La différence est également significative ($\chi^2 = 10,57$, $ddl = 1$, $p < 0,01$).

Période	♂ ad.	♀ ad.	♂ juv.	♀ juv.	Total
06.81	-	2	2	-	4
07.81	-	-	9	4	13
08.81	-	-	-	-	-
09.81	-	-	-	-	-
10.81	-	-	4	2	6
11.81	-	-	3	-	3
12.81	-	-	-	-	-
01.82	1	-	-	-	1
02.82	-	-	-	-	-
03.82	-	-	-	-	-
04.82	2	-	-	-	2
05.82	2	-	-	-	2
06.82	1	-	2	4	7
07.82	-	-	15	9	24
08.82	1	-	3	1	5
09.82	-	-	4	3	7
10.82	-	-	3	3	6
11.82	-	-	1	-	1
12.82	-	-	-	-	-
01.83	2	1	-	-	3
02.83	-	-	-	-	-
03.83	-	-	-	-	-
04.83	6	-	-	-	6
05.83	-	-	-	-	-
06.83	3	-	1	2	6
07.83	4	-	7	1	12
08.83	1	2	2	1	6
09.83	-	-	4	1	5
10.83	-	-	4	-	4
11.83	-	-	-	-	-
12.83	-	-	-	-	-

Tableau 6: (à suivre)

Période	♂ ad.	♀ ad.	♂ juv.	♀ juv.	Total
01.84	-	2	-	-	2
02.84	1	1	-	-	2
03.84	1	1	-	-	2
04.84	1	1	-	-	2
05.84	2	-	-	-	2
06.84	1	-	-	-	1
07.84	1	-	-	-	1
08.84	1	-	-	2	3
09.84	-	-	3	2	5
10.84	-	1	2	-	3
11.84	-	-	-	-	-
12.84	-	-	-	-	-
01.85	-	-	-	-	-
02.85	-	-	-	-	-
03.85	1	-	-	-	1
04.85	1	-	-	-	1

Tableau 6: (suite) Chiffres bruts des captures d'hermines durant les 47 sessions de piégeages au Val de Ruz.

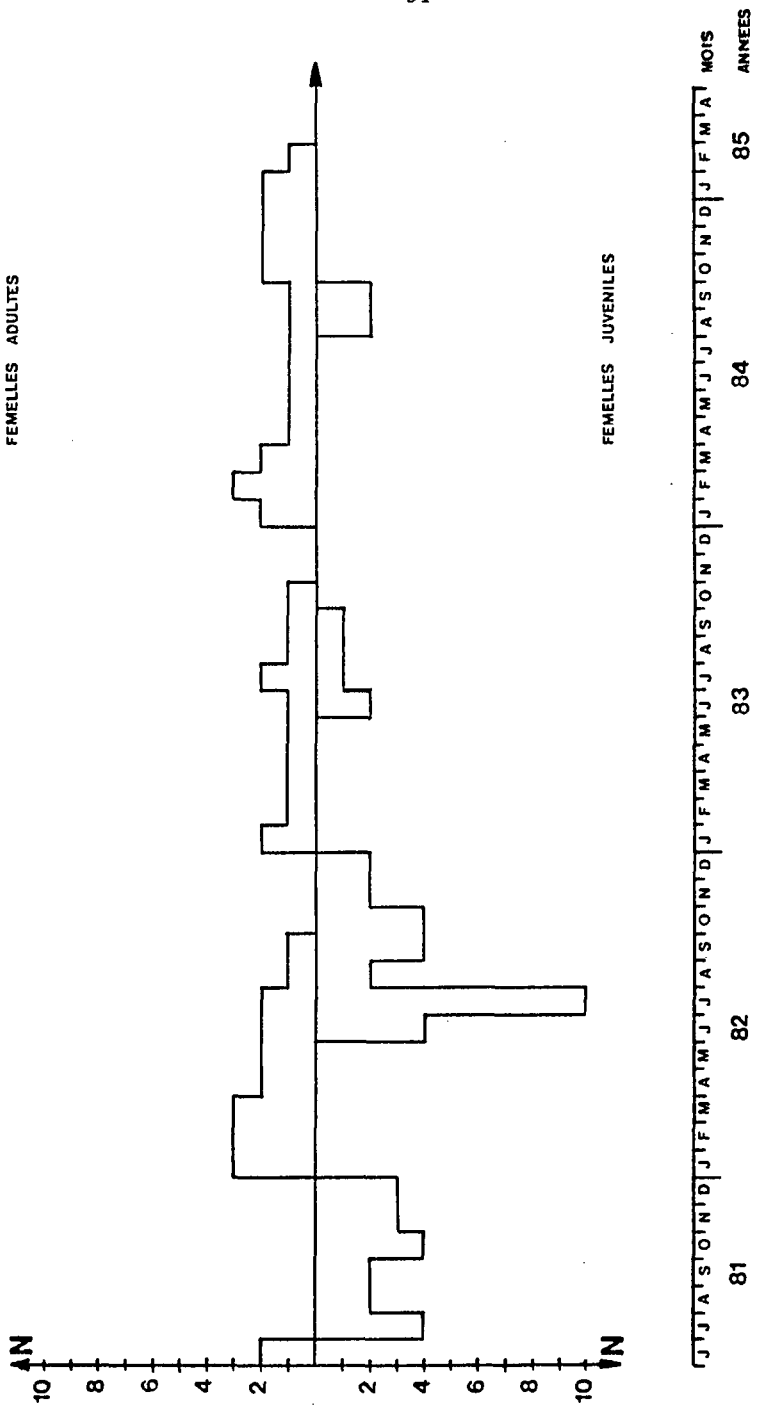


Figure 11: Calendrier de capture de la population d'hermines du Val de Ruz (femelles).

Période	adultes				juvéniles			
	mâles		femelles		mâles		femelles	
	C	(R)	C	(R)	C	(R)	C	(R)
1981	-	-	2	-	18	(2)	6	-
1982	7	(6)	-	(5)	28	(6)	20	(2)
1983	16	(19)	3	(2)	18	(5)	5	-
1984	8	(12)	6	(1)	5	(3)	4	-
1985	2	(3)	-	(2)	-	-	-	-
TOTAL	33	(40)	11	(10)	69	(16)	35	(2)

Tableau 7: Répartition annuelle des captures C et recaptures (R) d'hermines dans le secteur d'étude.

B. Putois

En quatre années de piègeages, nous avons capturé 10 putois dans le Val de Ruz. A ces spécimens s'ajoutent 2 individus tués par des véhicules (Tabl. 8).

Remarque: le tableau 8 présente des données concernant 6 captures de putois, extérieures au Val de Ruz.

Vu la diversité de leurs lieux de provenance, nous n'en tenons pas compte dans l'analyse de population, de régime alimentaire, et dans l'estimation du taux d'infection.

Peu de recaptures sont à signaler. Deux individus ont été repris une fois (P5 et P19), un autre, deux fois (P43).

Dans ces conditions, il n'est pas possible de faire une estimation de la population résidante, à l'aide d'un calendrier de capture. De plus, en raisons des expériences à réaliser, la plupart des animaux sont restés en captivité plusieurs semaines, voire des mois, après leur capture.

Les captures se répartissent comme suit:

2 en 1981, 4 (+ 1 recapture) en 1982 (y compris P8 et P9), 4 (+ 1 recapture) en 1983, aucune capture mais 2 recaptures en 1984 et 1 capture en 1985.

Il n'y a pas de saison préférentielle pour piéger un putois dans notre secteur d'étude. De l'ensemble des captures et recaptures, 4 ont eu lieu en hiver, 3 au printemps, 3 en été et 5 en automne.

la proportion de juvéniles piégés est de 66 % (8/12).

la proportion de femelles est de 33,3 % (4/12). Les mâles sont significativement plus nombreux ($\chi^2 = 11,15$, ddl = 1, $p < 0,001$).

C. Autres Mustélinés

Deux autres espèces de Mustélinés ont été pris par nos pièges: la Belette, Mustela nivalis, et la fouine, Martes foina.

Les captures de belettes (7) ont eu lieu essentiellement au cours de l'automne et de l'hiver 1981/82 (Tabl. 9). Une a été faite en août 1983.

Aucune recapture n'est à signaler.

Tous les individus piégés étaient adultes.

Seules deux femelles, dont une portante, ont été capturées (PF = 0,28).

Les captures de fouines n'ont pas été nombreuses (3) (Tabl. 9). Elles concernent uniquement des juvéniles qui se sont fait piéger en pleine période de dispersion (juillet et août).

No	s	a	Capture	Provenance	PDS	TC	Q	PP
P5	M	A	19.02.82	Val de Ruz	1437	429	140	64
P6	M	J	23.10.81	"	1073	420	162	62
P7	M	J	15.12.81	"	1085	405	154	60
P8*	F	J	31.08.82	"	665	358	139	52
P9*	M	J	31.08.82	"	1160	446	142	63
P16	M	A	20.04.82	"	1274	427	162	65
P19	M	J	16.12.82	"	1265	462	164	62
P24	M	A	16.02.83	"	970	435	143	61
P43	F	J	21.09.83	"	470	324	107	50
P49	F	J	19.10.83	"	726	393	129	55
P50	F	J	18.10.83	"	507	346	125	52
P57	M	A	12.03.85	"	1470	435	150	62
P18	M	J	06.09.82	Brévine	810	408	145	61
P48	F	A	25.09.83	Môtier	617	379	143	53
P51	M	A	08.01.85	Trémalmont	1435	434	134	61
P55	M	A	14.04.85	"	1210	410	145	62
P56	M	A	21.01.85	"	1074	424	153	62
P58	M	A	03.04.85	La Poissine	853	394	140	55

Tableau 8: Captures et morphométrie des putois capturés dans le Val de Ruz et dans d'autres régions.

s: sexe a: âge M: mâle F: femelle A: adulte
J: juvénile

PDS: poids TC: long. tête corps Q: long. queue
PP: long. patte postérieure

* animaux trouvés morts (écrasés)

No	s	a	Capture	PDS	TC	Q	PP
N5	M	A	20.10.81	64	178	43	25
N24	F	A	22.04.81	58**	156	40	20
N25*	F	J	02.08.81	55	168	30	20
N26*	F	J	02.08.81	56	155	32	20
N27*	F	J	02.08.81	56	161	29	20
N34	M	A	20.10.81	88	174	52	26
N35	M	A	23.10.81	90	182	44	25
N40	M	A	19.01.82	90	177	51	27
N41	F	A	19.01.82	50	167	28	21
N42	M	A	18.08.83	82	187	46	26
F5	F	J	04.08.82	1090	439	240	78
F6	F	J	27.07.82	1195	456	250	80
F7	F	J	21.07.83	955	414	236	75

Tableau 9: Captures et morphométrie des belettes et des fouines capturées sur le terrain d'étude.

s: sexe a: âge M: mâle F: femelle
A: adulte J: juvénile

PDS: poids TC: long. tête corps

Q: long. queue PP: long. patte postérieure

* animaux nés en captivité

** poids de la femelle portante

4.1.3.2. Morphométrie

Tous les animaux capturés ont été systématiquement pesés et mesurés.

A. Hermiones

Les valeurs obtenues sont groupées dans le tableau 10, selon l'âge et le sexe des individus.

Dans les deux classes d'âge, les valeurs morphométriques des mâles sont significativement plus élevées que celles des femelles (Tabl. 11).

Par contre une seule différence significative a été mise en évidence entre les classes d'âge de chaque sexe: la longueur des pattes postérieures des femelles adultes est plus grande que celles de femelles juvéniles (test $t = 1,746$, $ddl = 42$, $p < 0,05$).

"Effet Skrjabinylus"

Déjà DEBROT (1982) a cherché à déceler un effet provoqué par le parasite, sur la taille des hermines.

Nous avons comparé les valeurs morphométriques moyennes des hermines parasitées (Tabl. 12) avec les moyennes globales (Tabl. 10).

Chez les mâles juvéniles parasités, les valeurs morphométriques sont plus faibles, sans toutefois être significativement différentes.

Les mâles adultes parasités sont légèrement plus petits (non significatif), et moins lourds (significatif) (test $t = 2,34$, $ddl = 44$, $p < 0,05$).

Chez les femelles adultes, la situation est la même que celle décrite chez les mâles juvéniles.

B. Putois

Dans ce sous-chapitre, nous tenons compte des données morphométriques de tous les putois ayant servi à nos expériences.

Le dimorphisme sexuel est très prononcé. Les mâles sont nettement plus lourds et plus grands que les femelles (Tabl. 13).

	s	a	m	SD	N	MIN	MAX
PDS	M	J	250.7	112.2	68	149	305
	F	J	151	16.3	35	116	175
	M	A	256.7	17.9	37	196	320
	F	A	143.9	22.7	9	100	180
TC	M	J	263.9	12.7	68	220	290
	F	J	231.9	8.2	35	215	249
	M	A	272.4	41.8	37	246	287
	F	A	233.4	8.3	9	219	246
Q	M	J	111.8	7.2	68	93	125
	F	J	97.2	15.1	34	83	106
	M	A	111.3	9.3	37	92	128
	F	A	93.4	9.7	9	80	107
PP	M	J	44.9	2.2	68	37	49
	F	J	37.3	1.6	35	34	41.5
	M	A	45.3	1.8	37	42	50
	F	A	38.4	2.0	9	35.5	41.5

Tableau 10: Morphométrie des hermines capturées dans le Val de Ruz.
s: sexe a: âge M: mâle F: femelle A: adulte
J: juvénile m: moyenne SD: écart-type N: collectif
PDS: poids TC: long. tête corps Q: long. queue
PP: long. patte postérieure

	PDS	TC	Q	PP
♂ juv. - ♂ ad.	-	-	-	-
♀ juv. - ♀ ad.	-	-	-	+
♂ juv. - ♀ juv.	++	++	++	++
♂ ad. - ♀ ad.	++	++	++	++

Tableau 11: Comparaison (test t de Student-Fisher) des dimensions externes des hermines, par classes d'âge et de sexe.
PDS: poids TC: long. tête corps Q: long. queue
PP: long. patte postérieure

- : non significatif
+ : significatif
++ : hautement significatif

	s	a	m	SD	N
PDS	M	J	222.2	30.6	5
	M	A	238.1	32.5	9
	F	A	138.5	2.1	2
TC	M	J	263.0	8.6	5
	M	A	268.6	6.2	9
	F	A	227.0	2.8	2
Q	M	J	111.2	6.9	5
	M	A	112.1	8.6	9
	F	A	83.5	4.9	2
PP	M	J	44.8	1.7	5
	M	A	45.3	0.9	9
	F	A	36.2	0.3	2

Tableau 12: Morphométrie des hermines infectées par *Skrjabinogylus nasicola*.
s: sexe a: âge m: moyenne SD: écart-type
N: collectif M: mâle F: femelle A: adulte
J: juvénile
PDS: poids TC: long. tête corps
Q: long. queue PP: long. patte postérieure

	s	a	m	SD	N	MIN	MAX
PDS	M	A	1215.3	232.1	8	853	1470
	M	J	1078.6	168.5	5	810	1265
	M	A+J	1162.8	213.7	13	810	1470
	F	A+J	597	107.1	5	470	726
TC	M	A	423.5	14.5	8	394	435
	M	J	428.2	24.8	5	408	462
	M	A+J	425.3	18.3	13	394	462
	F	A+J	360	27.1	5	324	393
Q	M	A	145.9	8.8	8	134	153
	M	J	153.4	9.8	5	142	164
	M	A+J	148.8	9.6	13	134	164
	F	A+J	128.6	14.1	5	107	143
PP	M	A	61.6	2.8	8	55.5	65
	M	J	61.6	1.1	5	60	63
	M	A+J	61.6	2.2	13	55.5	65
	F	A+J	52.6	1.7	5	50.5	55

Tableau 13: Morphométrie des putois.
s: sexe a: âge m: moyenne SD: écart-type
N: collectif M: mâle F: femelle A: adulte
J: juvénile
PDS: poids TC: long. tête corps
Q: long queue PP: long patte postérieure

Remarque: Pour comparer les variables morphométriques entre les deux sexes, nous avons regroupé adultes et juvéniles. Le collectif des femelles adultes est, en effet, trop faible pour être considéré comme une classe à part entière. De plus, les différences entre mâles adultes et juvéniles ne sont pas significatives ($p > 0,1$).

L'analyse statistique révèle une différence hautement significative entre mâles et femelles, pour:

PDS : test $t = 5,58$, ddi = 16 , $p < 0,001$

TC : test $t = 5,95$, ddi = 16 , $p < 0,001$

PP : test $t = 8,03$, ddi = 16 , $p < 0,001$

Q : test $t = 3,51$, ddi = 16 , $p < 0,001$

C. Belettes

Il existe des différences morphométriques importantes entre les mâles et les femelles (Tabl. 14). Les mâles présentent des valeurs significativement plus élevées.

4.1.3.3. Régime alimentaire

Nous avons étudié le régime alimentaire des hôtes définitifs dans le but de déterminer une éventuelle relation entre sa composition et l'évolution du taux d'infection.

Toutes les données proviennent d'animaux capturés.

A. Hermes

Nous avons récolté 163 faeces, parmi lesquels 43 contenaient exclusivement des restes de l'appât (souris blanche).

Nous avons identifié 128 proies (Tabl. 15) (huit faeces contenaient 2 proies) réparties en plusieurs classes. Celles-ci ont été définies selon leur potentialité d'intervention dans la transmission de S. nasicolae:

- Rongeurs ne jouant pas de rôle dans la transmission du parasite:
Arvicola terrestris schermann

- Rongeurs pouvant jouer un rôle, mais dont l'intervention n'a pu être prouvée: Microtus sp.

	Mâles (N=5)		Femelles (N=5)	
	m	SD	m	SD
PDS	82.8	11	54.2	2.5
TC	179.6	5	161.4	6
Q	47.2	4.1	31.8	4.9
PP	25.8	1	20.2	0.5

Tableau 14: Morphométrie des belettes.

m: moyenne SD: écart-type

PDS: poids TC: long. tête corps

Q: long. queue PP: long. patte postérieure

	E81	A81	H81	P82	E82	A82	H82	P83	E83	A83	H83	P84	E84	A84	H84	P85	TOTAL
A. TERRESTRIS	2	2	-	6	20	7	2	6	6	3	3	4	2	-	-	-	63
"PITMIC"	3	3	-	2	6	1	-	1	3	8	2	5	3	4	-	2	43
CL. GLAREOLUS	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	4
APODENUS SP.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2
GLIRIDAE	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
INSECTIVORES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
OISEAUX	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-	1	-	2	-	-	7
MOLLUSQUES	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	4
INVERTEBRES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	3
Nbre de proies	5	5	0	9	27	9	4	8	10	15	6	13	6	7	2	2	128
Nbre de faeces	5	5	0	8	25	9	4	7	9	14	6	11	6	7	2	2	120

Tableau 15: Analyse du régime alimentaire des hermines: répartition saisonnière des proies identifiées.

Remarque: Dans cette classe est inclus le genre Pitymys sp. La distinction entre les deux genres est impossible à l'aide des poils. Dans cette optique nous avons créé une classe commune appelée "Pitmic".

- Rongeurs ayant un rôle certain dans la transmission: Apodemus spp. , Clethrionomys glareolus
- Rongeurs dont le statut est inconnu: Gliridés
- Insectivores
- Oiseaux
- Mollusques
- Autres Invertébrés

Pour la période considérée, deux classes constituent la base du régime alimentaire de l'Hermine, au Val de Ruz: A. terrestris représente les 49,2 % (63/128) du total des proies identifiées, et Microtus sp. (Pitymys sp.) les 33,6 % (43/128).

Les oiseaux viennent en troisième position avec 5,4 % (7/128), suivis par C. glareolus, 3,1 % (4/128) et les mollusques, 3,1 % (4/128) (Tabl. 15).

En 1981, 40 % (4/10) des proies identifiées sont des campagnols terrestres, et 60 % (6/10) sont des petits Arvicolidés (C. glareolus excepté).

En 1982, le régime alimentaire se spécialise de manière significative sur une proie ($\chi^2 = 16,32$, ddl = 1, $p < 0,001$). En effet, 71,4 % des proies identifiées sont du campagnol terrestre. Nous assistons à une diminution de la proportion de "Pitmic", 18,4 % (9/49).

Le solde est composé de Gliridés, 2 % (1/49), de campagnols roussâtres, 2 %, d'oiseaux, 2 %, de mollusques, 2 %, et d'Invertébrés indéterminés, 2 %.

L'année 1983 révèle un changement dans la composition du régime alimentaire. La proportion d'A. terrestris diminue significativement, 46 % (18/39) ($\chi^2 = 4,78$, ddl = 1, $p < 0,05$). Inversement, la consommation de petits campagnols augmente, 35,9 % (14/3), mais non significativement.

Les proies annexes prennent également de l'importance, puisqu'elles représentent 18 % (7/39) du total annuel.

La diminution de la proportion d'A. terrestris est toujours importante en 1984, 21,4 % (6/28). La différence avec 1983 n'est pas significative.

La consommation des petits campagnols reste stable, 42,8 % (12/28). Nous noterons l'augmentation des proies annexes, 35,7 % (10/28) surtout représentées par les oiseaux, 10,7 % (3/28) et les rongeurs intervenant dans la transmission de S. nesicola (mulots et campagnols roussâtres), 10,7 %.

Par rapport à 1982, le régime alimentaire s'est diversifié de manière significative ($\chi^2 = 5,05$, ddl = 1, $p < 0,05$).

Soulignons l'absence de musaraignes dans l'échantillonnage. Le seul inactifore identifié est une Taupe noire, Talpa europaea (automne 1984).

La figure 12 retrace cette évolution.

B. Putois

Nous avons récolté peu de données concernant le régime alimentaire du Putois. Dix faeces ont été analysés. Trois contenaient des restes de l'appât.

Sur les 7 crottes restantes, nous avons identifié 5 fois "Pitmic" (automne et hiver 1981, automne 1984), 3 fois A. terrestris (hiver 1982) et 1 fois Apodemus spp. (automne 1983).

C. Belettes

Quatre faeces de belettes ont été analysés. Une seule classe de proie a été identifiée, à trois reprise : "Pitmic". Les crottes dataient de l'automne et de l'hiver 1981.

D. Choix alimentaire et sex-ratio

Le sexe du prédateur, vu le dimorphisme important, a-t-il une influence sur le choix de la proie?

Seul le cas de l'Hermine a été examiné (Tabl. 16), vu le peu de données obtenues sur le Putois et la Belette.

Sur l'ensemble des proies vertébrées (121), nous n'avons pas trouvé de différence de choix entre les deux classes d'âge, ni chez les mâles ($\chi^2 = 0,92$, ddl = 2, $p > 0,05$), ni chez les femelles ($\chi^2 = 0,89$, ddl = 1, $p > 0,05$).

Le régime alimentaire des mâles n'est pas différent de celui des femelles. Pour la classe "A. terrestris", $\chi^2 = 0,53$, ddl = 1, $p > 0,05$. De même, la classe "petits rongeurs" n'est pas préférentiellement exploitée par les femelles ($\chi^2 = 0,19$, ddl = 1, $p > 0,05$).

Aucune analyse statistique ne peut être réalisée avec la classe "oiseaux", vu le faible nombre de valeurs.

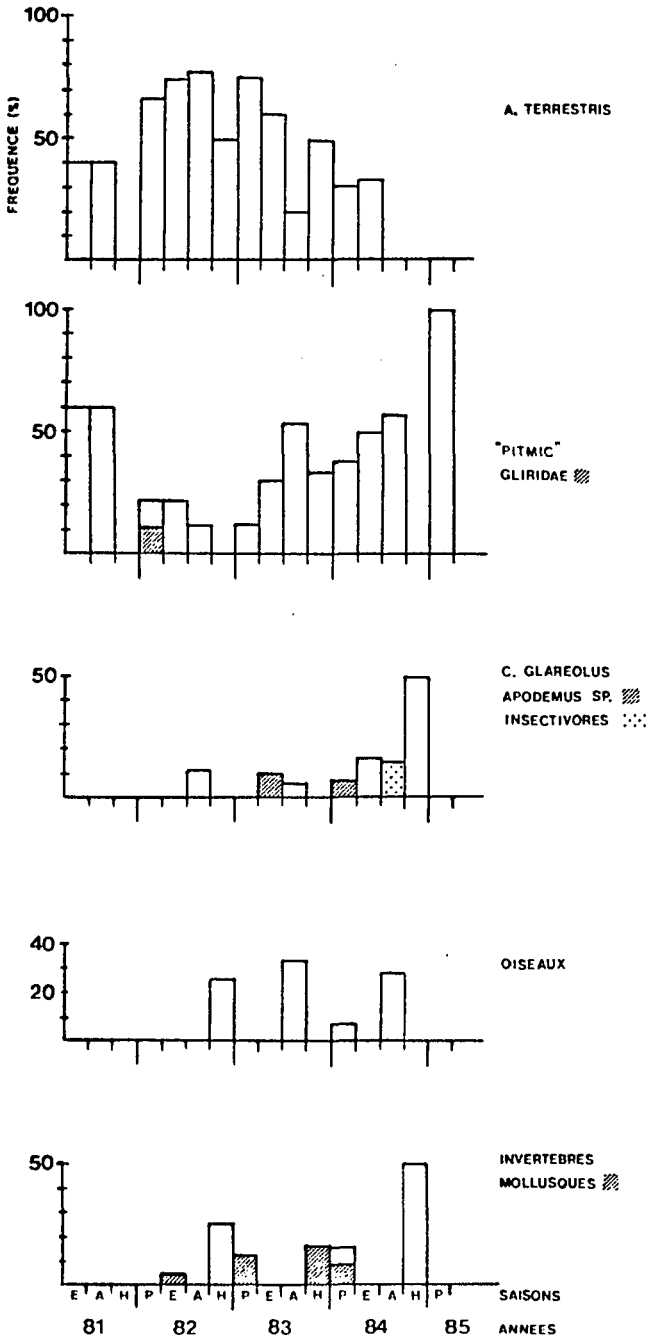


Figure 12: Dynamique du régime alimentaire de l'hermine par classe de proies.

	♂ ad.	♂ juv.	♀ ad.	♀ juv.
<i>A. TERRESTRIS</i>	25	26	2	10
<i>PETITS RONGEURS</i>	21	18	4	8
<i>OISEAUX</i>	2	4	-	1

Tableau 16: Répartition des principales classes de proies selon le sexe et l'âge des hermines.

4.1.3.4. Infections

A. Herminea

1. Taux d'infection

Au cours des quatre années de piégeages dans le Val de Ruz, 16 hermines sur les quelques 148 captures (10,73 %) ont montré des signes effectifs de skrjåbingylose (Tabl. 17).

la figure 13 présente l'évolution du taux d'infection saisonnier.

En été 1981, la fréquence de l'infection est faible (5,85 %). Aucun cas n'est signalé en 1982, et jusqu'à l'automne 1983, où la skrjåbingylose réapparaît (29,4 %). Elle se maintient jusqu'au printemps 1985 (66,6 %).

Dans le tableau 18, nous comparons statistiquement les résultats année par année.

2. Comparaison des classes d'âge et de sexe

Deux femelles sur 46 (4,34 %) étaient parasitées par S. nasicola. la différence avec le nombre de mâles infectés, 14 sur 102 (13,7 %), n'est pas significative ($p = 0,149$).

Une des femelles atteintes, E 132, a été capturée en juin 1981. De ce fait, l'autre femelle, E 231, est la seule à avoir été piégée au cours de la phase de résurgence de la parasitose. A cette période, les mâles (14/48) n'étaient pas plus souvent infectés que les femelles (1/16) ($p = 0,089$).

En 1983, 1 adulte sur 26 (3,76 %) était parasité, ainsi que 4 juvéniles sur 23 (17,3 %). la différence entre les deux classes n'est pas significative ($p = 0,17$).

Pour 1984 et printemps 1985, 10 adultes sur 21 (47,6 %) étaient infectés, alors que 1 juvénile sur 9 (11,1 %) était porteur de S. nasicola ($p = 0,1$).

Entre 1983 et 1984/85, les proportions d'adultes parasités sont significativement différentes (1/26 et 10/21) ($p = 0,0005$), alors que celles de juvéniles ne le sont pas (4/23 et 1/9) ($p = 1,000$).

3. Période d'infection

Huit hermines, 7 adultes et 1 juvéniles, ont commencé à émettre des larves de S. nasicola entre leur première capture (ou recapture) et la recapture suivante.

Période	♂ ad.	%	♀ ad.	%	♂ juv.	%	♀ juv.	%	% total
E81	-	-	1 (2)	50	0 (11)	-	0 (4)	-	5.85
A81	-	-	-	-	0 (7)	-	0 (2)	-	-
H81	0 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-
P82	0 (5)	-	0 (1)	-	-	-	-	-	-
E82	0 (4)	-	0 (2)	-	0 (19)	-	0 (14)	-	-
A82	0 (1)	-	0 (1)	-	0 (11)	-	0 (7)	-	-
H82	0 (3)	-	0 (1)	-	0 (1)	-	-	-	-
P83	0 (10)	-	-	-	-	-	-	-	-
E83	0 (9)	-	0 (2)	-	0 (10)	-	0 (4)	-	-
A83	1 (6)	16.6	0 (1)	-	4 (9)	44.4	0 (1)	-	29.40
H83	1 (4)	25	0 (3)	-	0 (2)	-	0 (1)	-	11.11
P84	2 (9)	22.2	0 (1)	-	-	-	-	-	20.00
E84	3 (4)	75	-	-	-	-	0 (2)	-	50.00
A84	1 (1)	100	0 (1)	-	0 (5)	-	0 (2)	-	11.11
H84	-	-	1 (2)	50	0 (1)	-	-	-	33.33
P85	2 (3)	66.6	-	-	-	-	-	-	66.66

Tableau 17: Proportions saisonnières d'hermines infectées par Skrjabingylus nasicola.
Entre parenthèses: nombre d'hermines capturées

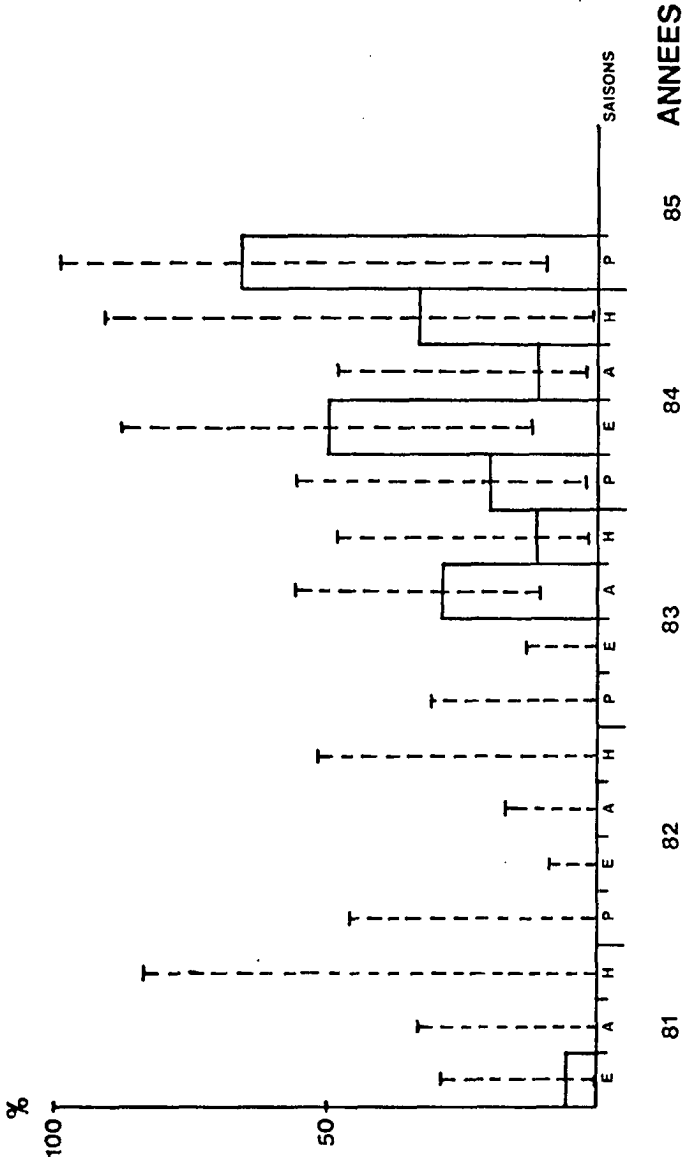


Figure 13: Dynamique du taux d'infection des hermines par Skrjabingylus nasicola.

	81	82	83	84	85
81		-	-	+	+
82	-		++	++	++
83	-	++		-	-
84	+	++	-		-
85	+	++	-	-	

Tableau 18: Comparaison (Fisher Exact Probability test) des proportions annuelles d'hermines infectées par Skrjabingylus nasicola.

-: non significatif
+: significatif
++: hautement significatif

	81	82	83	84	85
81		++	+	-	-
82	++		++	++	++
83	+	++		+	+
84	-	++	+		-
85	-	++	+	-	

Tableau 19: Comparaison (Fisher Exact Probability test) des proportions annuelles d'hermines infectées par Strongyloides mustelorum.

-: non significatif
+: significatif
++: hautement significatif

Huit autres individus se sont infectés entre leur naissance et la première capture.

Ces résultats sont reportés sur la figure 14.

L'estimation de la période d'infection ne peut être faite avec beaucoup de précision. Excepté pour huit cas, les durées s'écoulant entre deux captures sont longues.

4. Intensité de l'infection (comptages larvaires)

Nous avons entrepris des comptages larvaires chez 12 hermines (Tabl. 20).

Aucune expérience de ce type n'a été réalisée avec les animaux suivants:

E 198 et E 224 sont morts dans les jours qui ont suivi leur capture.

E 132 a été prise au début de notre travail, alors que nous ne disposions d'aucune méthode de comptage.

E 226 n'émettait pas de ll. Un seul spécimen de S. nasicola l'infectait.

Les variations individuelles du nombre de ll/g de fèces sont importantes (Tabl. 20).

Par cette méthode, nous n'avons mis en évidence aucune différence d'intensité de l'infection entre adultes et juvéniles (test $t = 1,106$, $ddl = 9$, $p > 0,05$) ni entre les sexes (test $t = 0,254$, $ddl = 9$, $p > 0,05$) (Tabl. 20).

Une des hermines, E 241, a été recapturée deux mois après son lâcher. Les comptages larvaires ont révélé un nombre de ll/g significativement plus élevé qu'après la première capture (Tabl. 20) (test $t = 4,18$, $ddl = 18$, $p < 0,001$). Il n'est cependant pas possible de savoir si nous sommes en présence d'un cas de surinfection (variabilité du taux de reproduction des parasites).

5. Vers adultes présents dans les sinus

Six hermines, dont cinq présentaient déjà des signes d'infection de leur vivant, avaient des adultes de S. nasicola dans les sinus (Tabl. 21).

Le nombre de parasites varie fortement. Une hermine (E 228) était porteuse de 23 adultes, alors que les sinus de E 226 n'en recelaient qu'un.

La charge parasitaire moyenne est de 9,16 vers par hermine infectée ($n = 6$, $SD = 8,54$).

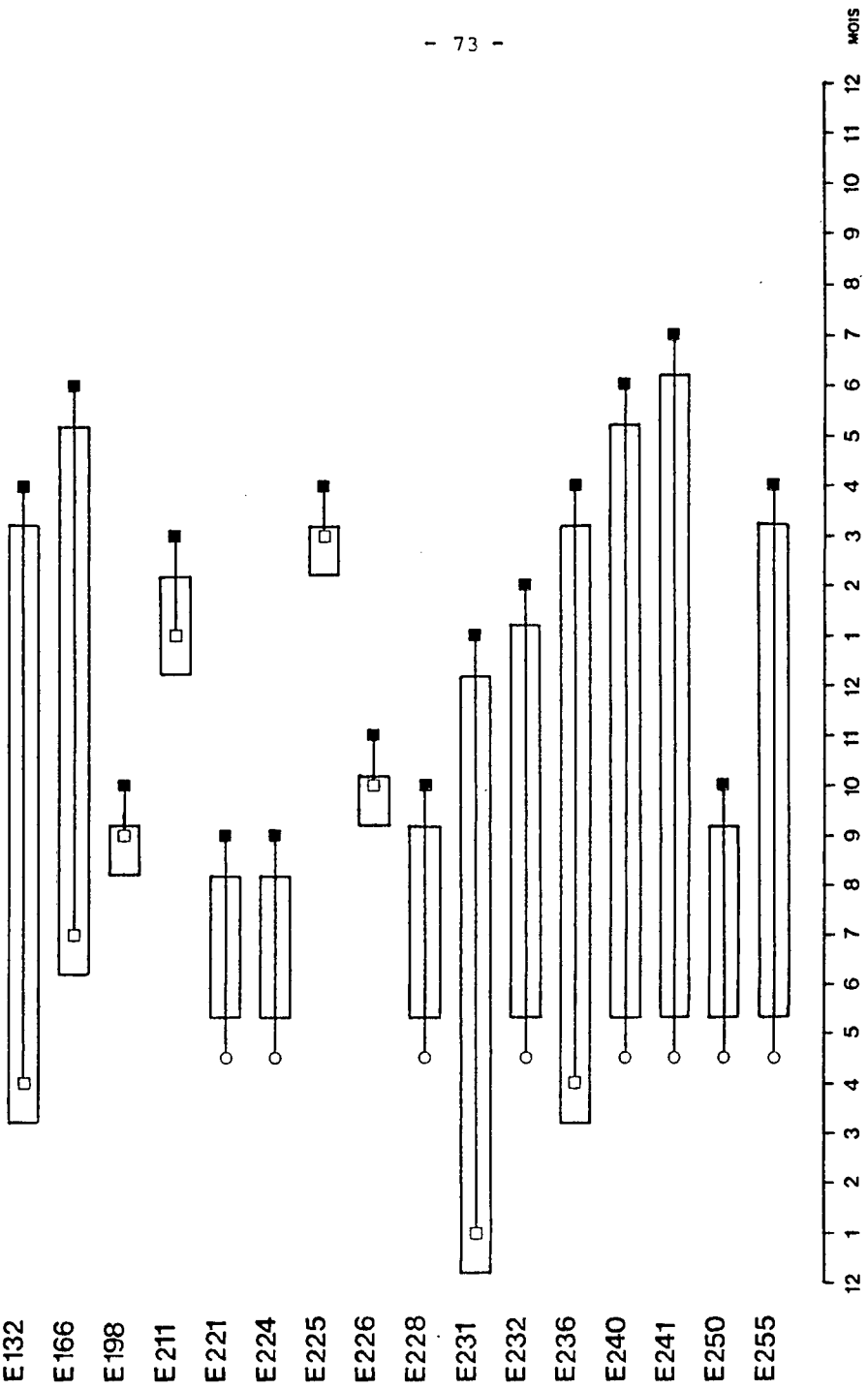


Figure 14: Périodes possibles de transmission de *Skrjabinylus nasicola* à 16 hermines.
O date de naissance approx. □ lère capture (recapture) ■ recapture suivante

No H.D.	s	a	Capture (Recapture)	N	m(L1/g faeces)	SD
E 166*	M	A	15.06.84	4	5500	1473
E 221	M	A	15.03.84	11	977	723
E 225*	M	A	23.09.83	2	66	0
E 228*	M	J	18.10.83	4	367	156
E 231	F	A	24.01.85	10	833	450
E 232	M	A	15.02.84	16	432	419
E 236	M	A	18.04.85	10	2380	1133
E 240	M	A	12.06.84	14	425	459
E 241	M	A	10.07.84	10	270	244
E 241	M	A	19.10.84	10	646	146
E 250	M	J	17.10.84	10	716	519
E 255	M	A	16.04.85	10	1513	771

Tableau 20: Comptages larvaires chez les hermines infectées naturellement par Skrjabinylus nasicola.
s: sexe a: âge m: moyenne SD: écart-type
N: collectif M: mâle F: femelle A: adulte
J: juvénile H.D.: hôte définitif

* animaux morts avant l'achèvement des comptages

Hôte définitif	s	a	Adultes de <i>Skrjabinogylus nasicola</i>						TOTAL
			Sinus gauche		Zone interm.		Sinus droit		
			♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	
E 166	M	A	4	1	-	-	5	6	16
E 198	M	J	1	1	-	-	2	1	5
E 221	M	A	-	-	-	-	3	4	7
E 225	M	A	1	2	-	-	-	-	3
E 226	M	A	1	-	-	-	-	-	1
E 228	M	J	8	9	1	1	3	1	23
P7	M	A	2	5	-	-	-	-	7
P42*	M	A	4	6	4	2	9	6	31
P49	F	A	2	2	-	-	2	5	11
P50	F	A	8	6	-	-	4	1	19
P51	M	A	6	4	4	4	8	7	33
P58	M	A	6	2	-	-	7	2	17

Tableau 21: Dénombrement des adultes de *Skrjabinogylus nasicola* chez les Mustélidés infectés naturellement, morts en captivité.
s: sexe a: âge M: mâle F: femelle A: adulte
J: juvénile

* animal capturé dans la région de l'Hongrin (Vaud)

L'intensité de l'infection chez les adultes n'est pas plus élevée que chez les juvéniles (test $t = 0,64$, ddl = 4, $p > 0,05$) (Tabl. 21).

Nous avons aucun résultat concernant la charge parasitaire des hermines femelles.

L'occupation des sinus est relativement symétrique: cinq cas d'invasion du gauche, quatre du droit. Signalons un cas d'occupation des ethmoturbinallia intersinuseires par un couple de vers chez E 228.

Vingt-huit vers adultes ont été trouvés dans les sinus gauches, 25 dans les droits. La différence n'est pas significative ($p = 0,69784$).

Le nombre moyen de S. nesicola femelles, par hermine, est de 4,83 (SD = 4,57), alors que le nombre de mâles atteint 4,33 (SD = 4,03). Elles ne sont significativement pas plus abondantes (test $t = 0,201$, ddl = 10, $p > 0,05$).

Le sex-ratio est de 1 mâle pour 1,1 femelles.

Aucune corrélation n'existe entre le nombre de femelles présentes dans les sinus et le nombre de ml/g de faeces ($r = 0,30$, $p > 0,1$).

6. Déformations osseuses

La présence du parasite dans les sinus frontaux de l'hôte provoque des déformations de la région supra-orbitale. La paroi sinusaire s'amincit et peut, dans certains cas, présenter des perforations.

Des déformations ont été décelées chez cinq hermines infectées. Les crânes, à l'exception de celui de E 226, montraient un élargissement de la cavité sinusaire, se traduisant par une enflure de la zone supra-orbitale.

La paroi osseuse était très amincie chez tous les sujets parasités. Des perforations ont été découvertes chez E 228 (sinus gauche) (Pl. 5).

7. Ces de Strongyloides mustelorum

Dans l'intestin grâce des hermines, il est possible de trouver un Nématode parasite appartenant à la famille des Strongyloïdés: Strongyloides mustelorum CAMERON et PARNELL 1933.

Le cycle évolutif est semblable au cycle du parasite humain du même genre: S. stercoralis (KREIS 1932).



Planche 5: Crâne de E 228, fraîchement mis à nu.

On remarque la perforation (←→) de la région supra-orbitale, due à une forte infection à Skrjabingylus nasicola.

Les femelles parasites sont parthénogénétiques. Des oeufs embryonnés sont émis dans le milieu, via les faeces. Les oeufs éclosent très rapidement si les conditions ambiantes sont bonnes. Leur mise en évidence se fait par bactérisation. Ces larves, rhabditiformes, évoluent ou en larves filariformes ou en adultes libres. Les larves filariformes constituent le stade infectieux du ver. Les adultes libres se reproduisent et donnent naissance à des larves rhabditiformes de 2^e génération. Celles-ci se transforment en larves filariformes capables d'infecter l'hôte définitif. Le cycle se déroule sans l'intervention d'hôte(s) intermédiaire(s).

Septante hermines, parmi les 148 captures (47,3 %), étaient infectées par ce Nématode.

L'évolution saisonnière du taux d'infection montre une allure différente de celle de S. nasicola (Fig. 15).

La fréquence de l'infection est particulièrement élevée lors des années à forte population d'hôtes définitifs (Tabl. 22). Elle diminue parallèlement au nombre d'hermines.

Les mâles sont significativement plus souvent infectés (83/102) que les femelles (15/46) ($p = 0,03331$).

La fréquence de l'infection n'est pas différente entre les adultes (16/44) et les jeunes (52/104) ($p = 0,150$).

Le tableau 19 présente une comparaison statistique de l'évolution du taux d'infection année après année.

La présence de S. mustelorum n'exclut pas celle de S. nasicola. Les deux vers n'entrent pas en compétition (8 hermines avaient une infection mixte de ce type).

B. Putoia

1. Taux d'infection

Au Val de Ruz, le taux d'infection des putois par S. nasicola est de 100 %. Tous les animaux capturés étaient parasités.

Pour $p = 95$ %, nous avons un intervalle de confiance de 69,15 à 100 %.

Remarque: Dans l'établissement de la fréquence d'infection, nous ne tenons pas compte de P8 et P9. L'autopsie de ces deux individus morts écrasés n'a pas permis de déceler des vers dans les sinus. Le crâne était en bouillie.

Aucune n'a été trouvée dans le contenu intestinal.

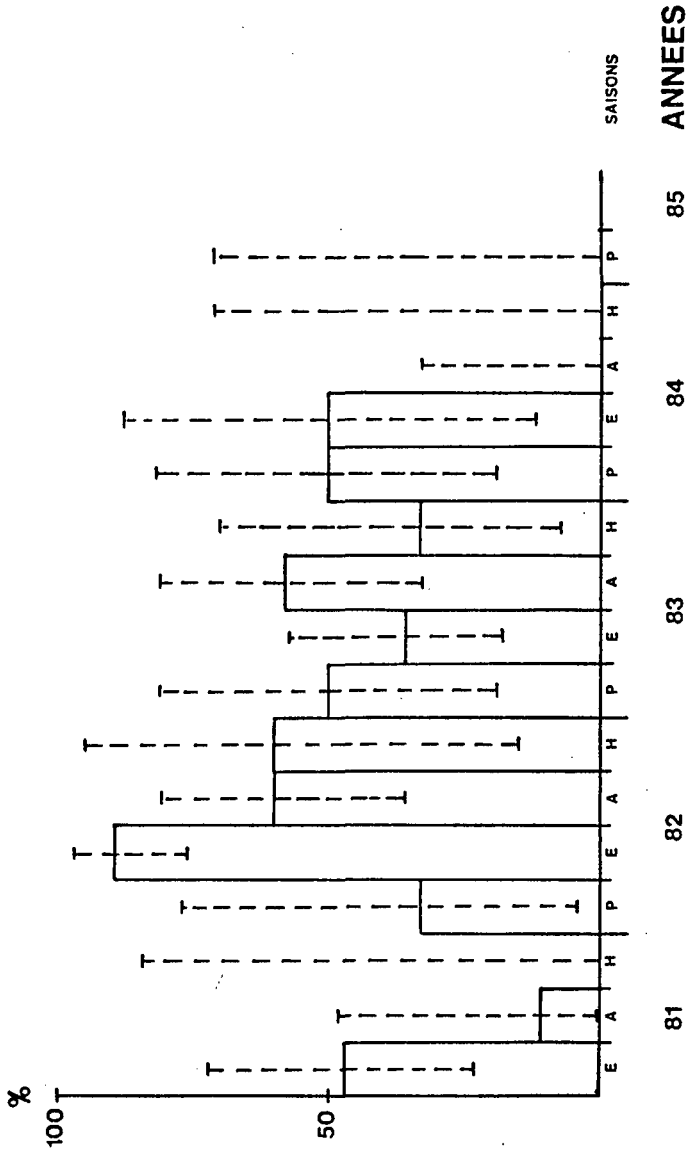


Figure 15: Dynamique du taux d'infection des hermines par Strongyloides mustelorum.

Période	♂ ad.	%	♀ ad.	%	♂ juv.	%	♀ juv.	%	% total
E81	-	-	2 (2)	100	6 (11)	54.5	0 (4)	-	47.05
A81	-	-	-	-	1 (7)	14.3	0 (2)	-	11.11
H81	0 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-
P82	2 (5)	40	0 (1)	-	-	-	-	-	33.33
E82	4 (4)	100	1 (2)	50	17 (19)	89.5	13 (14)	92.5	89.74
A82	1 (1)	100	0 (1)	-	7 (11)	63.6	4 (7)	57.1	60.00
H82	2 (3)	66.6	1 (1)	100	0 (1)	-	-	-	60.00
P83	5 (10)	50	-	-	-	-	-	-	50.00
E83	4 (9)	44.4	0 (2)	-	5 (10)	50	0 (4)	-	36.00
A83	5 (6)	83.3	1 (1)	100	4 (9)	44.4	0 (1)	-	58.82
H83	2 (4)	50	0 (3)	-	1 (2)	50	-	-	33.33
P84	5 (9)	55.5	0 (1)	-	-	-	-	-	50.00
E84	2 (4)	50	-	-	-	-	1 (2)	50	50.00
A84	0 (1)	-	0 (1)	-	0 (5)	-	0 (2)	-	-
H84	-	-	0 (2)	-	0 (1)	-	-	-	-
P85	0 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 22: Proportions saisonnières d'hermines infectées par Strongyloides mustelorum.
Entre parenthèses: nombre d'hermines capturées

Les animaux capturés hors du terrain d'étude étaient également tous infectés par S. nasicola.

2. Période d'infection

Il est relativement difficile d'estimer à quelle période de l'année un putois a le plus de chance de s'infecter.

Les individus étaient tous parasités à la première capture.

Cependant le fait que les juvéniles soient porteurs du parasite au premiers mois de l'automne, laisse supposer que l'infection peut se dérouler pendant la phase de dispersion des jeunes (Tabl. 8).

3. Intensité de l'infection

Le tableau 22 donne les valeurs moyennes du nombre de ll par gramme de faeces, obtenues par comptages larvaires.

Tous les individus capturés (y compris hors terrain) ont été comptés de cette manière.

Les résultats sont variables. L'analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence de différence significative entre les classes d'âge ou les sexes.

4. Vers adultes présents dans les sinus

Remarque: Nous ne tenons pas compte ici de P7. Ce putois a en effet été capturé en 1981. Il est resté en captivité jusqu'à sa mort, soit en 1985. L'autopsie a montré une déformation du sinus droit ainsi que du septum sagittal, sans pour autant qu'il y ait de vers à l'intérieur.

L'animal ne s'est pas réinfecté durant sa captivité.

Avec 7 adultes présents dans les sinus, il n'est donc pas représentatif de la charge parasitaire moyenne des putois, en nature.

En plus de P7, cinq putois sont morts en cours d'expérimentation. L'autopsie a mis en évidence des infections à S. nasicola importantes (Tabl. 21).

L'intensité de l'infection est plus conséquente que chez M. erminea. La charge parasitaire moyenne est de 22,2 vers par putois ($n = 5$, $SD = 9,4$). La différence est significative (test $t = 2,40$, $ddl = 9$, $p < 0,05$).

Les femelles ne sont pas plus parasitées que les mâles.

Dans le lot de putois autopsiés, un seul était juvénile (P49). Une comparaison statistique n'est pas possible. Toutefois, nous remarquons que sa charge parasitaire est plus faible que celle des adultes (Tabl. 21).

L'occupation des sinus est symétrique. Dans tous les cas, nous avons une occupation bilatérale.

Nous avons trouvé 46 vers adultes logés dans les sinus gauches et 51 dans les droits. La différence n'est pas significative.

Le nombre moyen de S. nasicola femelles par putois est de 12,8 (SD = 5,5).

Aucune corrélation n'existe entre le nombre de femelles et le nombre moyen de 11/g de faeces ($r = 0,7824$, $ddl = 2$, $p > 0,1$).

Les parasites mâles sont moins nombreux ($m = 9,6$, $SD = 5,1$). Comme chez l'Hermine, la différence n'est pas significative (test $t = 0,95$, $ddl = 8$, $p > 0,05$).

Le sex-ratio est de 1 mâle pour 1,33 femelles.

5. Déformations osseuses

Aucun cas de déformations osseuses extrêmes, ou de perforations de l'os frontal ou/et supra-orbital n'a été décelé à l'aide des radiographies.

Par contre, sur tous les crânes préparés, il est possible de distinguer des dilatations des cavités sinusiennes, avec déformations orbitales plus ou moins prononcées (Pl. 6).

Lors d'infections faibles (moins de 10 vers adultes), les sinus sont peu dilatés (Fig. 16 A).

En cas d'infections moyennes (de 10 à 20 vers), un élargissement des cavités, accompagné d'une altération du septum sagittal est visible (Fig. 16 B). Suivant les individus, une légère enflure de la zone supra-orbitale apparaît.

Si l'infection devient importante (plus de 20 vers), le septum sagittal disparaît. La dilatation des sinus est forte, entraînant une déformation du supra-orbital visible. Les ethmoturbinalles sont fréquemment colonisées par le parasite (Fig. 16 C).

Le cas extrême, avec perforation, n'a pas été trouvé chez le Putois, dans notre matériel d'étude.

No H.D.	s	a	N	<i>S. NASICOLA</i>		<i>F. BRONCHIALIS</i>	
				m	SD	m	SD
P6	M	J	14	307.6	172.6	263.9	221.7
P7	M	J	10	1659.3	1304.5	259.7	298.9
P16	M	A	10	1959.7	348.1	2366.5	484.1
P18	M	J	11	4102.8	1903.9	-	-
P19	M	J	10	1549.8	969.3	1693	1114.4
P24	M	A	11	3789.2	2290.8	3348.4	2748.2
P43	F	J	11	2839	2487.1	863.2	742.9
P48	F	A	10	1966.3	1171.3	-	-
P49	F	J	7	535.4	196.1	1580.6	607
P50	F	J	10	1283.1	344.7	-	-
P51	M	A	10	1563.1	387.1	-	-
P55	M	A	10	2443.2	589.1	3153.3	388.1
P56	M	A	10	2983.1	808.9	-	-
P57	M	A	10	2864.7	1153.3	2797.6	1173.7
P58	M	A	10	2019.6	339.7	2489.7	375.8

Tableau 23: Comptages larvaires chez les putois infectés naturellement par *Skrjabingylus nasicola* et *Filaroides bronchialis*
s: sexe a: âge m: moyenne SD: écart-type N: collectif
M: mâle F: femelle A: adulte J: juvénile
H.D.: hôte définitif

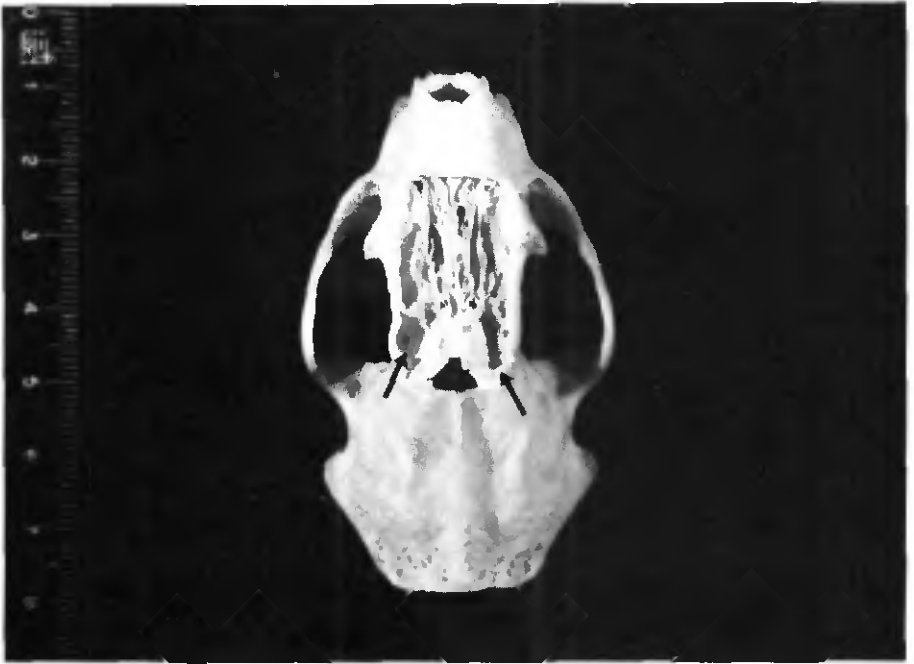


Planche 6: Crâne trépané d'un putois infecté par Skrjabingylus nasicola. La dilatation des sinus est importante (→) Les ethmoturbinallia sont atteintes.

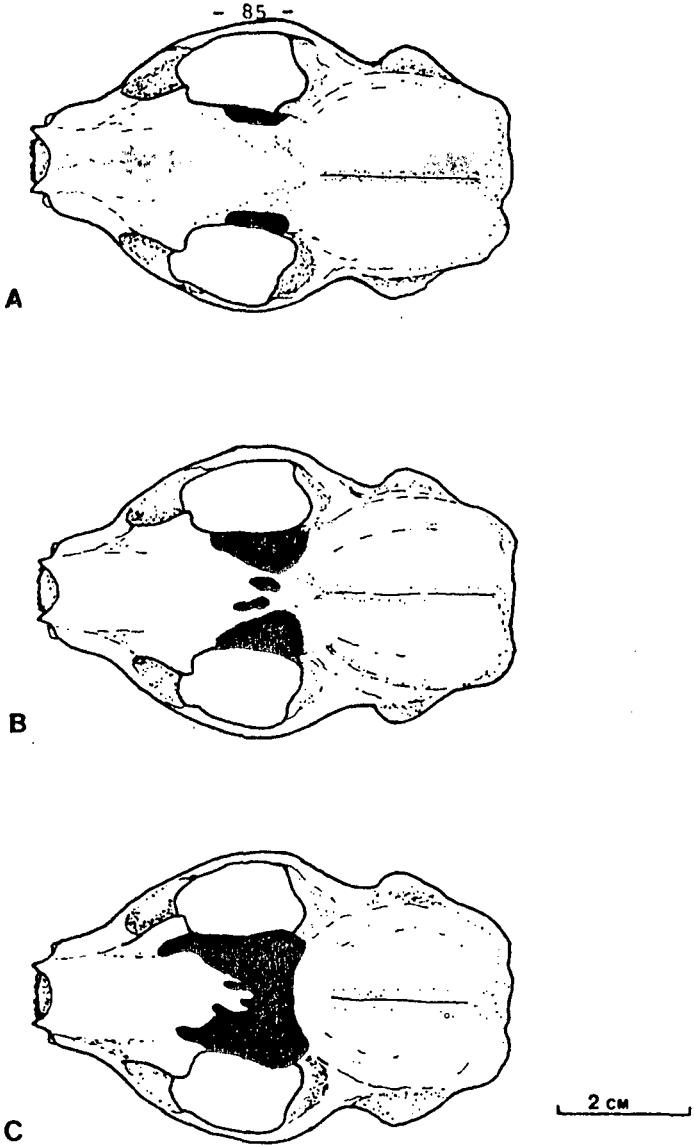


Figure 16: Evolution des dégâts osseux occasionnés par Skrjabinigylus nasicola chez Mustela putorius.

A: moins de 10 vers B: de 10 à 20 vers C: plus de 20 vers

6. Cas de I. acutum et de F. bronchialis

Dans les sinus frontaux des putois apparaît quelquefois un autre parasite. Il s'agit d'un Trématode de la famille des Troglotrématisés: Troglotrema acutum (LEUCKART, 1842).

Ce ver a déjà été signalé dans le Val de Ruz (DEBROT 1982, MERMOD et al. 1983), où les putois présentaient à l'époque des infections mixtes (I. acutum + S. nasicola).

Qu'en est-il actuellement? Sur notre terrain un seul cas a été trouvé. Il s'agit de P5, individu capturé en 1980 par Debrot et recapturé en 1982. L'animal était toujours parasité par ce trématode.

Aucun autre cas n'a été enregistré dans cette région. Par contre deux putois, P51 et P56, capturés par nos collaborateurs dans les environs de Trémalmont (Val de Travers/NE) étaient parasités par I. acutum.

Nous avons vu qu'il existe chez le putois un autre représentant de la super-famille des Métastrongylidés: Filaroides bronchialis (RUD. 1819)(c.f. 3.2.1. et 3.4.2). Les adultes vivent dans des kystes, au niveau des poumons de l'hôte définitif (grosses bronches principalement). Les ll passent dans le milieu extérieur via les fèces.

Des ll ont été identifiées chez tous les putois capturés. Le taux d'infection est de 100 %.

Dans la mesure du possible, des comptages larvaires ont été faits (Tabl. 23). Les valeurs obtenues sont proches de celles concernant S. nasicola.

Nous ne disposons d'aucune donnée sur le nombre moyen d'adultes présents dans l'hôte. Les vers vivent en pelotons très serrés, qu'il est impossible à démêler sans déchirer les individus.

C. Autres Mustélidés

Parmi les 10 autres Mustélidés capturés, nous avons décelé S. nasicola chez 3 belettea.

Le taux d'infection est de 42,8 % (3/7) avec pour $p = 95$ % , un intervalle de confiance de 9,9 à 81,59 %.

Les trois individus (N5, N40 et N42) étaient adultes au moment de leur capture.

Des comptages larvaires ont été réalisés chez un seul sujet, N40. (N5 a été capturée morte et N42 s'est échappée de captivité peu de temps après sa capture!).

L'estimation de l'intensité de la parasitose nous donne un nombre moyen de 1868 ll/g de fèces ($n = 35$, $SD = 1456$).

Nous n'avons aucune donnée concernant le nombre de vers adultes présents dans les aïnus. Nous avons préféré garder le crâne de N5 complet, vu la présence de perforations osseuses supra-orbitales.

Aucun Nématode appartenant au genre Skrjabinqylus sp. n'a été décelé chez les 3 fouines.

D. Comparaison des taux d'infections des différents hôtes définitifs

Le taux d'infection à S. nasicola varie fortement suivant l'espèce. L'Hermine a le plus bas avec 10,73 % (16/148). Vient ensuite la Belette avec 42,86 % (3/7) de parasitose et enfin le Putois avec 100 % d'individus atteints (10/10).

Les putois sont significativement plus parasités que les hermines ($\chi^2 = 48,25$, ddl = 1, $p < 0,001$) et que les belettes ($\chi^2 = 4,63$, ddl = 1, $p < 0,05$). Par contre il n'y a aucune différence entre les hermines et les belettes ($\chi^2 = 3,79$, ddl = 1, $p > 0,05$).

4.2. Laboratoire

4.2.1. Hôtes intermédiaires

4.2.1.1. Infections

Nous avons infecté 140 limaces appartenant à l'espèce Agriolimax reticulatus.

Une quarantaine d'individus ont servi à poursuivre le cycle, en infectant soit des hôtes paraténiques potentiels, soit directement les hôtes définitifs.

Cinquante-deux mollusques sacrifiés ou morts naturellement ont été digérés dans une solution de pepsine acide, afin de contrôler le rendement de l'infection.

Le reste des limaces infectées sont pour la plupart mortes peu de temps après l'expérimentation. Nous ne pouvons tenir compte, pour l'estimation du rendement, du nombre de larves (l1 ou l2) retrouvées dans leurs tissus, leur maturation n'étant pas achevée.

Les pertes initiales (nombre de l1 ne pénétrant pas dans l'hôte intermédiaire) sont variables. Elles s'échelonnent entre 1 et 67 %. En moyenne, ce sont 25,3 l1 sur 100 ($n = 140$, $SD = 30,3$) qui ne pénètrent pas dans les tissus du mollusques.

la fréquence de recouvrement des L3 varie selon les individus (Fig. 17).

Sur les quelques 74,7 larves (SD = 13,8) ayant infecté la limace, 25,4 en moyenne sont retrouvées au stade L3, après digestion des tissus du gastéropode (n = 52, SD = 15,18).

Ceci représente une perte intra-tissulaire de 66 %.

Du stade initial (11 libres) au stade infectieux, le parasite a subi une perte de 74,6 % (Fig. 18).

4.2.2. Hôtes paraténiques

Nous avons infecté 37 hôtes paraténiques (A. sylvaticus (22 ind.), C. glareolus (11 ind.), M. arvalis (1 ind.), Passer sp. (3 ind.)).

4.2.2.1. Localisation des L3 de S. nasicola

A. Miae en évidence grossière

Cinq A. sylvaticus infectés expérimentalement ont servi à la localisation grossière des L3 de S. nasicola.

Six furets ont été nourris à cinq reprises avec la même partie de mulots (c.f. 3.6.2.1.).

Suite à ces expériences, trois hôtes définitifs ont présentés des signes d'infection.

Le premier animal à être parasité est une jeune femelle, Pf1, nourrie avec la tête des hôtes paraténiques. Les L1 de S. nasicola sont apparues dans les faeces 24 jours après la seconde infection. Vingt-deux jours après la troisième, nous avons observé une surinfection. Celle-ci a été déterminée par comptages larvaires: 312,9 L1/g (n = 10, SD = 172,8) après la deuxième infection, 852,5 L1/g (n = 12, SD = 428,7) après la troisième. La différence est significative (test t = 3,964, ddl = 20, p < 0,001).

Le second furet à produire des L1 est un mâle, Pf11, à qui a été donnée la carcasse antérieure des mulots. Les premières L1 sont apparues 26 jours après la seconde infection. La production moyenne de larves était de 411 L1/g de faeces (n = 17, SD = 261,7). Aucune aurinfection n'a été observée.

Un mâle, Pf17, nourri avec la carcasse postérieure de l'hôte paraténique, a commencé à émettre des L1 à partir du 30e jour suivant la dernière infection. Aucun comptage larvaire n'a été réalisé, l'animal étant mort quelques heures après l'apparition des L1. L'autopsie devait notamment montrer une spléno- et hépatomégalie prononcées.

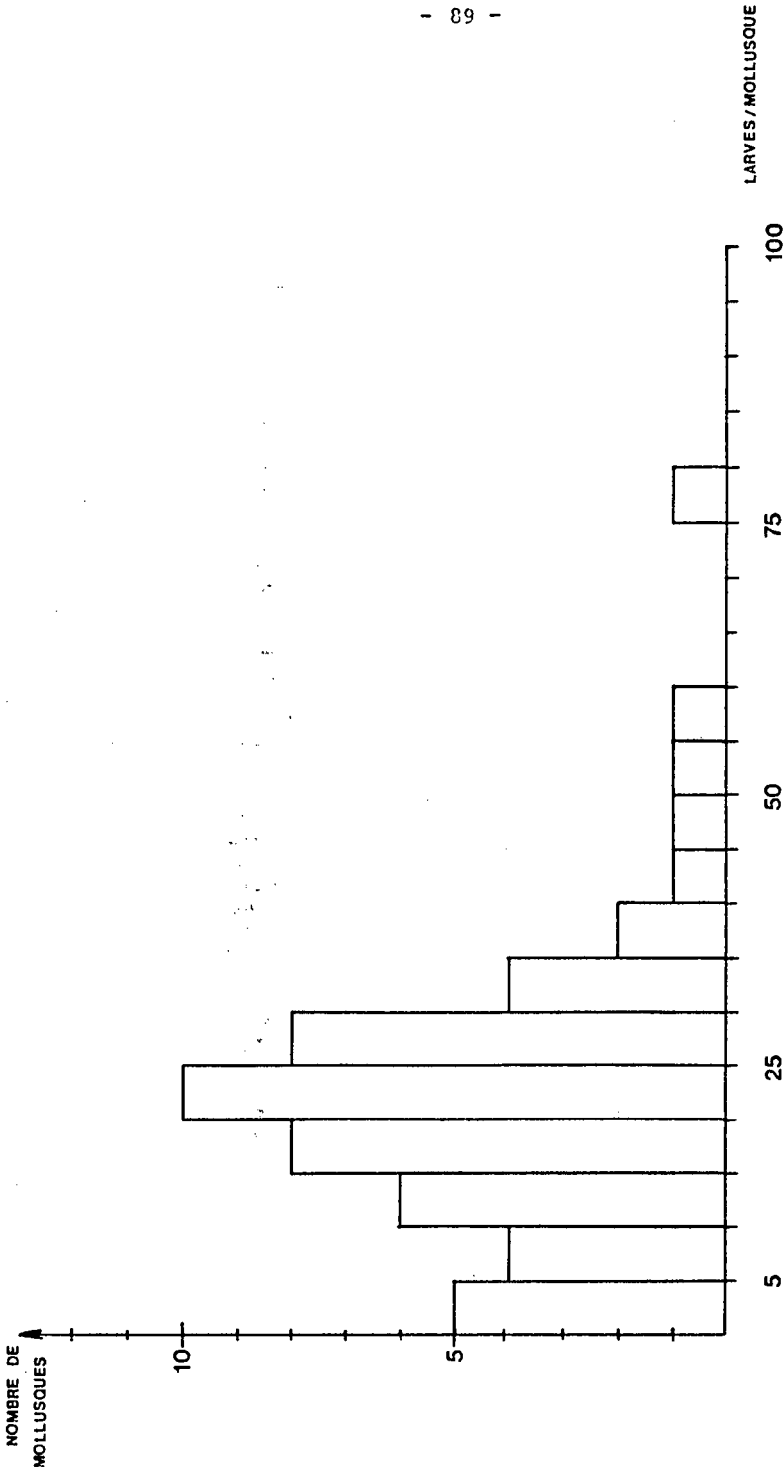
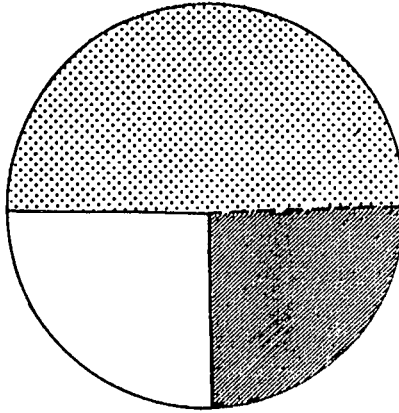
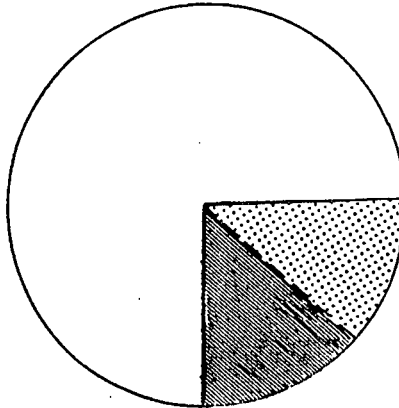


Figure 17: Fréquence de recouvrements des L3 de Skrjabiniylus nasicola chez A. reticulatus.



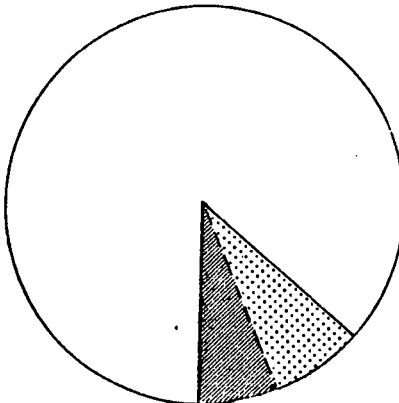
Blanc: L1 n'ayant pas infecté l'H.I.
Gris: L1 ayant pénétré dans l'H.I.
Hachuré: L3 retrouvées dans l'H.I.
Pointillé: Larves non retrouvées

Hôte intermédiaire



Blanc: Pertes subies par le parasite jusqu'à ce niveau du cycle
Gris: L3 ayant infecté l'H.P.
Hachuré: L3 retrouvées dans l'H.P.
Pointillé: L3 non retrouvées

Hôte paraténique



Blanc: Pertes subies par le parasite jusqu'à ce niveau du cycle
Gris: L3 ayant infecté l'H.D.
Hachuré: Adultes retrouvés dans l'H.D.
Pointillé: Larves non retrouvées

Hôte définitif

Figure 18: Rendement des passages de Skrjabinqylus nasicola à travers les différents hôtes.

Les trois autres furets, Pf3, Pf9 et Pf 10, nourris avec les divers organes des mulots, n'ont pas émis de l1 après les cinq infections.

L'autopsie de ces animaux a montré qu'aucun adulte de S. nasicola ne s'était établi dans les aigus.

B. Localisation précise

Suite aux expériences décrites ci-dessus, nous avons mené nos recherches sur la localisation des l3 plus méthodiquement.

Vingt rongeurs, soit 7 C. glareolus et 13 A. sylvaticus parasités à l'aide d'une limece infectée, ont été disséqués. Les tissus ont été examinés, après avoir été digérés dans une solution de pepsine.

Les résultats obtenus révèlent la très nette tendance qu'ont les l3 de S. nasicola à envahir préférentiellement les parties antérieures du corps de l'hôte paraténique ($p = 0,0000$)(Tabl. 24)(Fig. 19).

92,97 % (252/271) des l3 ont été retrouvées au niveau de la tête, du cou, de la carcasse antérieure, ainsi que des pattes antérieures. Le reste des l3 (19/271) ont été mises en évidence dans les zones postérieures du corps de l'hôte.

Aucune larve n'a été retrouvée dans les viscères.

Les principaux tissus colonisés par le parasite sont des tissus glandulaires et de soutien (muscles et tissus conjonctifs).

Sur les 146 l3 établies au niveau du cou, 123 (84,24 %) étaient encapsulées dans les glandes salivaires (portion sous-maxillaire et parotide).

Des préparations histologiques (Pl. 7) montrent une capsule réactionnelle de tissu conjonctif, atteignant 290 μm de longueur, sur 180 μm de diamètre et 175 μm de hauteur (dans sa partie médiane). A l'intérieur, se trouve une l3 enroulée sur elle-même, à la manière d'une larve de Trichinella spiralis.

Deux l3 ont été retrouvées dans un autre tissu glandulaire : les glandes lacrymales extra-orbitales. Douze individus sur 74 établis au niveau de la tête, soit 16,21 %, y ont été décelés.

Les préparations histologiques des glandes lacrymales n'ont pas permis de découvrir des larves encapsulées.

Nous ne disposons d'aucune préparation histologique des tissus de soutien, vu le côté aléatoire que représente la découverte d'un ou deux individus dans la masse musculaire d'un rongeur.

Hôte paraténique	Tête	Cou	Carcasse antérieure	Pattes ant.	Carcasse postérieure	Pattes post.	Autres organes	TOTAL L3
As 1	-	6	1	-	-	-	-	7
As 2	18	2	7	-	-	-	-	27
As 3	1	12	-	-	-	-	-	13
As 4	8	13	1	1	-	-	-	23
As 5	4	2	-	-	3	3	-	12
As 6	-	-	-	-	-	-	-	-
As 7	-	-	-	-	-	-	-	-
As 8	-	10	1	-	-	-	-	11
As 9	2	9	1	-	-	-	-	12
As 10	-	5	3	-	1	1	-	10
As 11	-	15	-	-	-	1	-	16
As 12	1	7	-	1	-	-	-	9
As 13	-	7	3	2	1	1	-	14
Cg 1	-	22	-	-	-	-	-	22
Cg 2	21	-	-	-	-	-	-	21
Cg 3	16	-	1	1	1	3	-	22
Cg 4	2	11	-	3	-	1	-	17
Cg 5	-	15	-	-	1	-	-	16
Cg 6	-	3	-	3	1	1	-	8
Cg 7	1	7	1	2	-	-	-	11
Total/organe	74	146	19	13	8	11	0	N=271
Présence L3 (%)	27.3	53.9	7.01	4.8	2.95	4.05	0	m=13.55 SD=7.19

Tableau 24: Localisation des L3 de *Skrjabingylus nasicola* dans les hôtes paraténiques.
 As: *A. sylvaticus* Cg: *C. glareolus* m: moyenne SD: écart-type N: collectif

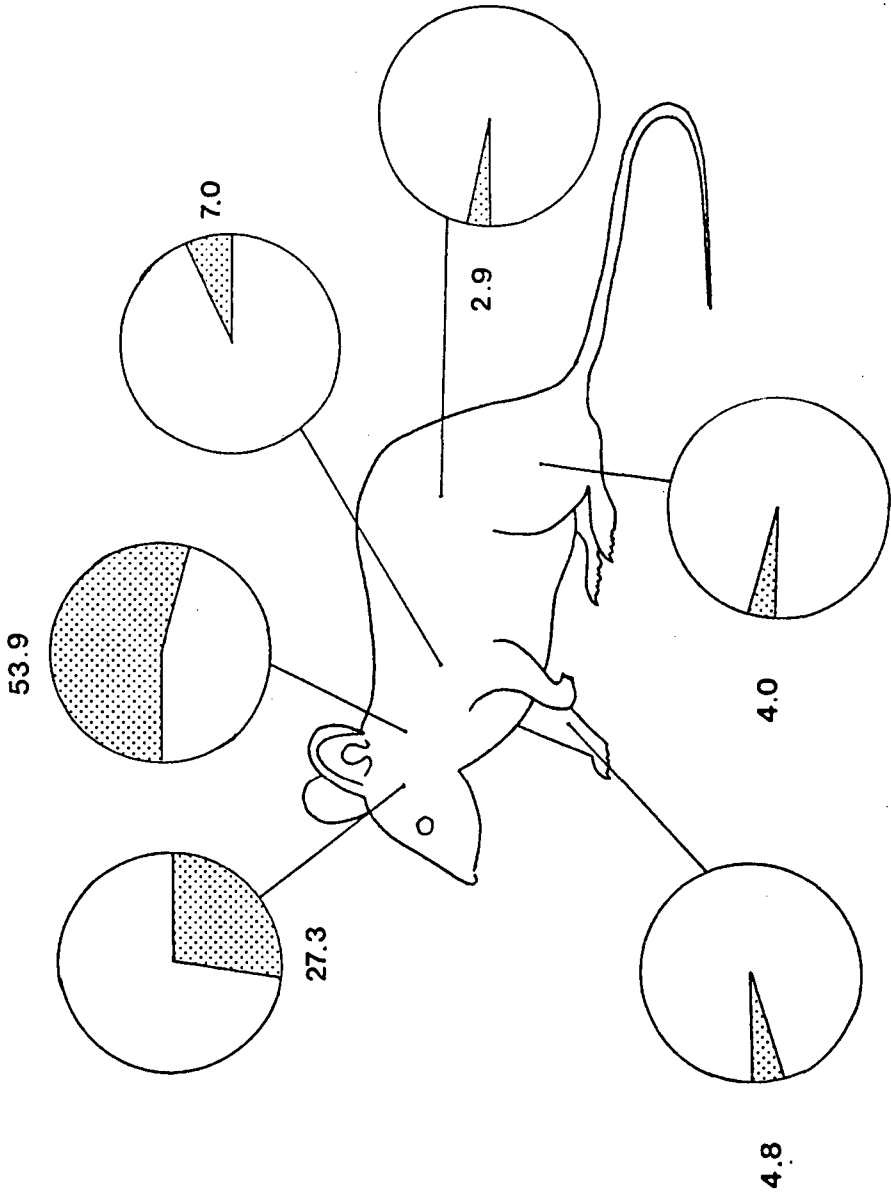


Figure 19: Localisation des L3 de *Skrjabinngylus nasicola* dans l'hôte paraténique (8).



100 μ m

Planche 7: L3 de Skrjabinogylus nasicola encapsulée dans les glandes salivaires d'un campagnol roussâtre, C. glareolus, infecté expérimentalement.

Signalons aussi la découverte de L3 chez un Moineau domestique, Passer domesticus, infecté expérimentalement. La mort étant survenue deux jours post-infection, nous avons autopsié le sujet. Sept larves ont été trouvées dans la musculature du gésier. La musculature thoracique, cervicale ainsi que les autres organes n'étaient pas infectés.

4.2.2.2. Intensité de l'infection

Dans le tableau 24 est reporté le nombre de L3 localisées dans chaque hôte paraténique.

Une moyenne de 13,55 individus infectent les rongeurs (n = 20, SD = 7,19).

Des 25,4 L3 ayant atteint le stade infectieux chez le mollusque, 53,3 % se retrouvent en phase d'attente chez le micromammifère. La perte moyenne à ce niveau est de 46,7 %.

Ainsi, du stade initial à l'encapsulation chez l'hôte de transport, le parasite accuse une perte globale de 86,45 % (Fig. 18).

4.2.3. Hôtes définitifs

4.2.3.1. Transmission du parasite

Vingt furets ont été utilisés dans nos tentatives d'infection en laboratoire. Parmi ceux-ci, 6 ont servi à la mise en évidence de la localisation des L3 chez l'hôte paraténique.

Les 14 individus restant ont subi une infection unique (Tabl. 25). Six furets ont été infectés à l'aide de A. sylvaticus (c.f. 4.2.2.). Quatre tentatives, soit 66,6 %, ont réussi.

Quatre furets ont été infectés à l'aide de C. glareolus. Toutes les infections (100 %) ont abouti.

Un furet a été nourri avec M. arvalis. Un échec a été constaté. A ce sujet, nous devons faire une remarque. Il faut souligner l'extrême difficulté à infecter des campagnols des champs à l'aide de limaces. Cinq individus sont morts de faim, plutôt que de se nourrir de ce type de proie.

Deux tentatives d'infection ont été réalisées à l'aide d'oiseaux. Les deux essais ont échoué.

Enfin, nous avons tenté une transmission directe du parasite. Un de nos furets a été infecté à l'aide d'une limace, A. reticulatus. La parasitose a été déclarée, bien qu'aucune L1 ne fût visible dans les fèces. Trois femelles adultes ont été trouvées dans les aines de l'hôte!

4.2.3.2. Période de prépatence

La période de prépatence moyenne du parasite a été déterminée sur la base des onze résultats positifs (Tabl. 25). Elle est de 25,3 jours (SD = 1,8). Les extrêmes sont situés à 23 et 30 jours post-infection.

4.2.3.3. Intensité de l'infection

Dans le tableau 25, nous avons regroupé les valeurs moyennes des comptages larvaires réalisés post-infection. En principe 10 comptages par animal ont été faits. Seul Pf43 n'a pu être contrôlé au-delà de trois comptages. En effet, le furet est mort en cours d'expérience, vraisemblablement d'un ictère.

Nous n'avons décelé aucune différence significative d'intensité (par comptages larvaires) entre les sexes.

Douze furets infectés ont été trépanés (Tabl. 25). Nous avons trouvé en moyenne 7,4 vers adultes par hôte (SD = 3,36).

La charge parasitaire moyenne des mâles ($m = 6,7$, SD = 3,9, $n = 7$) n'est pas différente de celle des femelles ($m = 8,4$, SD = 2,5, $n = 5$) (test $t = 0,8464$, ddl = 10, $p > 0,05$).

L'occupation des sinus est asymétrique. Le sinus droit est envahi huit fois, alors que le gauche ne l'est que cinq fois. La différence n'est pas significative ($p = 0,41365$). Signalons deux cas d'occupation bilatérale (Pf 33 et Pf 43).

Cinquante et un vers adultes ont été découverts dans les sinus droits, et 37 dans les gauches ($p = 0,04971$).

Le nombre moyen de S. nasicola femelles par furet est de 4,75 (SD = 1,86). Les mâles sont moins nombreux ($m = 2,66$, SD = 1,77). La différence est significative (test $t = 2,819$, ddl = 22; $p = 0,01$).

Le nombre de femelles par individu n'est pas corrélé avec le nombre de l1 par gramme de faeces ($r = 0,47$, ddl = 8, $p > 0,05$).

Le sex-ratio est de 1 mâle pour 1,78 femelles.

4.2.3.4. Déformations osseuses

Nous n'avons découvert aucune déformation majeure ou perforation de la zone supra-orbitale et frontale.

No H.D.	s a	Hôte paraténiq ue	Période préna tance (jour)	Prod. moy enne Ll/g fa eces	SD	Adultes de <i>S. typhosa</i>		TOTAL	
						S. gauche ♂♂	S. droit ♀♀		
Pf1*	F A	<i>A. sylvaticus</i>	24	852 (12)	428.7	-	4	6	10
Pf3*	F A	<i>A. sylvaticus</i>	-	-	-	-	-	-	-
Pf8	F A	<i>A. sylvaticus</i>	-	-	-	-	-	-	-
Pf9*	F A	<i>A. sylvaticus</i>	-	-	-	-	-	-	-
Pf10*	M A	<i>A. sylvaticus</i>	-	-	-	-	-	-	-
Pf11*	M A	<i>A. sylvaticus</i>	26	411 (17)	261.7	-	1	4	5
Pf17*	M A	<i>A. sylvaticus</i>	30	-	-	-	4	6	10
Pf18	M A	<i>A. reticulatus</i>	-	-	-	-	-	3	3
Pf19	F A	<i>C. glareolus</i>	24	1480 (10)	525.4	-	1	5	6
Pf20	F J	<i>A. sylvaticus</i>	25	674 (13)	291	3	4	-	7
Pf21	F J	<i>P. montanus</i>	-	-	-	-	-	-	-
Pf22	F J	<i>M. arvalis</i>	-	-	-	-	-	-	-
Pf23	M A	<i>A. sylvaticus</i>	23	1429 (10)	900	6	6	-	12
Pf27	M A	<i>A. sylvaticus</i>	25	474 (10)	413.3	4	6	-	10
Pf28	F A	<i>P. domesticus</i>	-	-	-	-	-	-	-
Pf33	M J	<i>C. glareolus</i>	26	354 (10)	291.1	-	1	2	5
Pf41	M A	<i>C. glareolus</i>	26	321 (10)	372	-	-	1	2
Pf42	F J	<i>C. glareolus</i>	25	483 (10)	364.3	-	-	2	7
Pf43	F J	<i>A. sylvaticus</i>	25	750 (3)	250	3	5	1	3
Pf44	F J	<i>A. sylvaticus</i>	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 25: Comptages larvaires et dénombrement d'adultes de *Skrijabingyius nasicola* chez les furets (pf) infectés expérimentalement.
 s: sexe a: âge M: mâle F: femelle A: adulte J: juvénile SD: écart-type
 H.D.: hôte définitif. Entre parenthèses: nbre de comptages effectués

Chez Pf23 et Pf43, nous avons observé un amincissement de l'os. la dilatation y est la plus sévère. le septum œagittal a été détruit.

4.2.3.5. Pertes parasitaires

Dans ce sous-chapitre, nous ne tenons compte que des résultats obtenus avec les furets ayant subi une infection unique.

les animaux infectés à l'aide d'oiseaux et de mollusque, n'entrent pas en considération dans le calcul du rendement.

Dix furets ont été parasités selon le protocole (c.f. 3.4.4.). Deux cas n'ont abouti à aucune infection (Pf8 et Pf44).

Le nombre moyen d'adultes retrouvés dans les sinus est 6,1 (SD = 4,45).

De l'hôte paraténique, chez qui une moyenne de 13,55 l3 a été décelée, à l'hôte définitif, la perte parasitaire est de 55 %. Celle-ci n'est pas significativement différente de celle intervenant chez l'hôte intermédiaire ($\chi^2 = 0,23$, ddl = 1, $p > 0,05$) ou chez l'hôte paraténique ($\chi^2 = 0,02$, ddl = 1, $P > 0,05$).

Des 11 livres au stade adulte, le parasite subit une perte de 93,9 % (Fig. 18).

5. DISCUSSION

5.1. Terrein

5.1.1. Hôtes intermédiaires

5.1.1.1. Populations

D'une manière générale, les mollusques sont abondants dans les secteurs d'échantillonnage. Ils y forment des agrégats dont l'importance se modifie au cours de l'année (c.f. 4.1.1).

Les conditions météorologiques constituent un facteur particulièrement influent sur la présence et l'activité des gastéropodes (WEBLEY 1964). Cependant elles sont soumises à de telles variations au cours des saisons, qu'il ne nous est pas possible de suivre l'évolution des populations d'hôtes intermédiaires.

5.1.1.2. Taux d'infection (T.I)

Les mollusques servent d'hôtes intermédiaires à beaucoup d'espèces de Nématodes (YAMAGUTI 1961). Toutefois les taux d'infection touchant les populations sont généralement faibles .

Remarque: Nous faisons abstraction ici des foyers de certaines nématodoses du bétail, où il n'est pas rare d'observer des taux d'infection supérieurs à 40 % (CABARET 1982).

HANSSON (1967) a nourri, durant une année, deux visons avec des mollusques récoltés dans une zone à skrjebingylose. Un individu en a ingéré 2048, l'autre, 1267. Aucun des deux Carnivores n'a été infecté.

TRUSHIN (1974) fait état de taux d'infection des hôtes intermédiaires de Muellerius sp. (Metastrongyloidea, Protostrongylidae) situés entre 1,25 et 3,5 % suivant l'espèce de mollusque.

MAKLAKOVA (1975) découvre 2,83 % de gastéropodes (n=7.602) infectés par des Protostrongylidés du gibier, dans la région de Kaluzha (URSS).

MANGA-GONZALES et al. (1980) ont examiné 2.721 Hélicidés appartenant au genre Helicella spp.. Ils ont notamment mis en évidence des taux d'infection à Protostrongylidés de 0,88 % chez H. itala (n=1.595), 0,45 % chez H. ordunensis (n=443) et 7,11 % chez H. madritensis (n=201).

En 1980, nous avons trouvé 8 % de mollusques infectés par S. nasicola (n=100) dans un secteur proche de notre terrain (WEBER 1981), ce qui est certainement exceptionnel.

En effet dans la zone d'étude, le taux d'infection étant inférieur à 1 %, il est beaucoup plus proche des données de la littérature.

Il existe plusieurs raisons pour expliquer la faiblesse de la fréquence des larves chez l'hôte intermédiaire. Le facteur climatique joue un rôle important dans les relations hôte-parasite. HANSSON (1974) a montré que l'activité et la survie des ll de S. nasicola est fonction de la température ambiante et de l'humidité relative. A haute température (26°C), les ll sont plus actives, mais meurent plus rapidement. A 15°C, l'activité décroît en 3,5 jours, mais la survie atteint un mois. TRUSHIN (1973a) remarque que les mollusques s'infectent dès que le taux d'humidité relative atteint 80 %, ou lors de précipitations. CABARET et al. (1980) démontrent que la période d'infection optimale des Gastéropodes se situe durant les saisons pluvieuses.

Le taux d'infection dépend également de l'endroit de collecte. Il est fonction de la disponibilité en parasites (les mollusques situés à proximité d'une source de parasites ont plus de chance de s'infecter que les autres), et des conditions écologiques qui y règnent (TRUSHIN 1973b).

La réceptivité de l'hôte intermédiaire au parasite varie. Elle peut dépendre de la taille (CABARET 1982) et de l'espèce (SKORPING et HALVORSEN 1980). Ces auteurs ont infecté 16 espèces de mollusques avec Elaphostrongylus rangiferi (Metastrongyloidea). Tous les gastéropodes se sont parasités, mais à diverses intensités. Ce résultat peut expliquer pour quelle raison nous n'avons trouvé qu'une espèce d'escargot atteinte.

L'âge de l'hôte intermédiaire intervient aussi dans la fréquence d'apparition de larves. TRUSHIN (1971) estime que les vieux individus sont plus infectés que les jeunes. Cependant le développement larvaire se déroule plus vite, et une plus grande proportion de larves atteint le stade infectieux chez les jeunes gastéropodes.

D'après BOAG (1983), l'état des fèces de l'hôte définitif influence les mouvements des mollusques. Ceux-ci s'éloignent des crottes encore fraîches (humides ou séchées par le soleil), mais s'en rapprochent dès qu'elles sont altérées par les intempéries.

5.1.1.3. Intensité de l'infection

L'intensité de l'infection est faible. Une à deux larves atteignent le stade infectieux (c.f. 4.1.2.). Nous avons déjà remarqué ce phénomène (WEBER 1981).

CABARET et DAKKAK (1979) estiment qu'il existe un phénomène de limitation qui empêcherait d'obtenir des intensités d'infection élevées. L'existence de sites de passage qui immédiatement occupés, rendent toute pénétration impossible, et/ou la libération d'une substance lysante par le mollusque, seraient deux facteurs intervenant dans cette limitation.

Nous pensons que le faible nombre de larves par mollusque, en conditions naturelles, est avant tout le résultat d'une sélection se produisant chez le parasite. Les ll, en effet, sont sensibles aux changements climatiques. Leur mortalité est élevée (HANSSON 1974). Seules les plus résistantes parviendront à se mouvoir et à pénétrer dans le gastéropode.

5.1.2. Hôtes paraténiques

5.1.2.1. Populations

Les populations de rongeurs sont soumises à des fluctuations annuelles et saisonnières, dont les principales causes sont les facteurs climatiques, les densités de populations, la couverture végétale et la prédation (MERMOD 1969).

Les Arvicolidés présentent des cycles couvrant plusieurs années (KREBS et al. 1973).

Le Campagnol roussâtre, C. glareolus, subit des cycles de 3 ans (ASHBY 1967).

Les rongeurs sylvoles appartenant au genre Apodemus spp. n'ont que des fluctuations saisonnières (ASHBY 1967, MERMOD 1969).

Les variations saisonnières se définissent normalement comme suit : le point le plus bas apparaît au printemps avant la saison de reproduction ; la population augmente ensuite et atteint un pic à la fin de l'été, au début de l'automne ; dès que la reproduction cesse en automne, la population décline (MORRIS 1955).

Notre population de campagnols roussâtres a est effondrée à partir de l'automne 1982. Le nombre d'animaux capturés l'année précédente à pareille époque, est plus élevé. MERMOD (1969) a observé le même phénomène. Ceci signifierait que la population est en fin de cycle. L'absence de capture jusqu'au printemps 1983 le confirme.

Nos résultats montrent également une baisse, puis une disparition touchant la population de Microtus sp. Cette chute est confirmée par les données qui concernent la composition du régime alimentaire des Mustélinés. Nous y avons observé une diminution de la proportion de petits campagnols à partir de 1981.

les mulots n'ont pas subi de grandes fluctuations. Leur nombre a diminué suite à l'hiver 1981. Rappelons que les conditions climatiques étaient particulièrement mauvaises à cette saison. La population s'est toutefois reconstituée durant 1982.

Cette baisse générale des populations d'hôtes paraténiques potentiels est contemporaine de la pullulation d'A. terrestris. Nous y voyons là une des explications concernant la disparition de la skrjabinjylose chez l'hermine.

5.1.2.2. Taux d'infection

LANKESTER et ANDERSON (1966) se sont intéressés au rôle des micromammifères dans la transmission de certains Nématodes appartenant à la super-famille des Métastrongyloïdés. Dans la région d'Algonquin Park (Canada), le taux d'infection des hôtes paraténiques varie de 3,7 à 12,3 % suivant les espèces. Toutes espèces confondues, il est de 3,3 % (19/573). La plus haute fréquence de parasitose a été enregistrée chez une musaraigne, Blarina brevicauda, avec 9 individus parasités sur 73.

HANSSON (1967) a récolté 137 mulots, principalement A. sylvaticus, 125 C. glareolus et 29 Sorex araneus. Les mulots ont été distribués à un putois. Les campagnols ont servi de nourriture à un vison et à une hermine. Aucune skrjabinjylose ne s'est déclarée. Par contre, l'auteur a observé des signes d'infection chez 50 % des Mustéllidés (3/6) nourris avec les musaraignes.

En comparant ces données avec les nôtres (c.f. 4.1.2.2), nous remarquons une similitude. Les insectivores (1/6) semblent plus susceptibles d'être infectés que les rongeurs (1/42). Cette différence, bien que non significative, est à mettre sur le compte des habitudes alimentaires. Les mollusques sont une proie habituelle des musaraignes, alors qu'ils n'interviennent que périodiquement chez les rongeurs (WEBER 1981).

5.1.2.3. Intensité de l'infection

L'intensité de l'infection est faible (c.f. 4.1.2.2). LANKESTER et ANDERSON (1966) ont évalué le nombre moyen de larves par hôtes infectés. Une seule l3 a été trouvée chez Sorex fumeus (n=1) et Tamias striatus (n=1). Par contre, ils signalent 9,8 l3 chez B. brevicauda (n=9) et 17 l3 chez Peromyscus maniculatus (n=8). Les habitudes alimentaires individuelles expliquent ces variations de l'intensité. Un micromammifère inscrivant régulièrement des mollusques à son menu, a plus de chance d'avoir un portage parasitaire élevé. LANKESTER et ANDERSON (1966) ont mis en évidence 90 l3 de Métastrongyloïdés chez 1 P. maniculatus. Rappelons que ce rongeur occupe en Amérique du Nord la même niche alimentaire que les mulots en Europe.

5.1.3. Hôtes définitifs

5.1.3.1. Populations

A. Hermines

1) Dynamique

Plusieurs auteurs ont remarqué lors de précédentes études que les populations d'hermines peuvent être soumises à d'importantes fluctuations. LAVROV (1956) décrit une forte diminution affectant les populations de certaines régions d'URSS. Diverses causes telles le piégeage intensif, des conditions climatiques défavorables semblent être la raison de ces baisses.

D'autres auteurs comme BUNNEL et al. (1975) et KALLIO (1975) font état de variations cycliques. Celles-ci sont associées aux cycles de rongeurs, les hermines devenant très communes au moment des pics.

Dans le cadre d'une étude comparative de deux populations d'hermines dans le canton de Neuchâtel, DEBROT (1983) a mis en évidence deux types de fluctuations: les fluctuations périodiques et les variations aperiodiques. Ainsi dans la station d'étude de la Brévine (district du Locle), il a montré (DEBROT 1981) que les hermines se nourrissant exclusivement de campagnols terrestres, alors en pullulation, diminuaient suite à la disparition de leur proie favorite.

Par contre dans la station du Val de Ruz, les campagnols terrestres ne constituant pas la source principale de nourriture, la population d'hermines est restée stable de 1978 à 1981 (DEBROT 1982). Les faibles variations de densité doivent être attribuées à d'autres causes que l'effondrement d'une population-proie.

Si nous examinons la Figure 9, nous remarquons que la population présente des variations annuelles importantes. Une forte augmentation est visible durant l'année 1982. Puis le nombre d'hermines diminue sensiblement, pour arriver à un niveau très bas au printemps 1985. Des piégeages ponctuels effectués au cours de l'année 1985 dans le terrain du Val de Ruz, ont montré que la population était à un minimum jamais atteint durant sept années de prospection (MERMOD com. pers.). Cette situation coïncide avec la pullulation puis la diminution de leur proie principale, A. terrestre (c.f. 4.1.3.1).

Nos résultats prouvent que la population des hermines du Val de Ruz est fortement dépendante de la densité des proies principales.

2) Sex-ratio

Les études concernant l'Hermine en captivité ont montré que le sex-ratio à la naissance est de 1:1 (EAST et LOCKIE 1965, MÜLLER 1970). La proportion de femelles est égale à 0,5.

Peu d'auteurs ont confirmé ce sex-ratio sur le terrain. ERLINGE (1977a), en marquant 53 femelles sur 105 hermines, a obtenu un PF de 0,5. DEBROT (1982) a capturé une plus grande proportion de mâles dans les deux stations. Pour la Brévine, le PF est de 0,45. Au Val de Ruz, il est égal à 0,41. Ces valeurs ne sont significativement pas différentes du sex-ratio théorique.

En règle générale, les valeurs de PF sont très inférieures à 0,5. YURGENSON (1933) obtient, à partir d'animaux tués, un PF de 0,28. Le matériel examiné par PETROV (1956) montre une proportion de femelles également très basse (PF=0,31). STUBOE (1969) met en évidence un PF de 0,31.

Les hypothèses expliquant ces variations sont nombreuses. YURGENSON (1933) admet que le sex-ratio est déjà inégal à la naissance.

Il pourrait être modifié par des facteurs alimentaires. TEPIOV (1948) montre que le sex-ratio dépend de la quantité de proies à disposition. La proportion de femelles augmente lorsque les campagnols diminuent.

DEBROT (1982) observe une plus grande proportion de mâles en période de pullulation de campagnols terrestres, que dans la phase de déclin.

TEPIOV (1948) remarque que la proportion de femelles trappées varie en fonction de la couche de neige. Les chasseurs piègent plus de femelles lorsqu'il n'y a pas ou peu de neige qu'en présence d'une couche importante. L'auteur estime que les femelles se déplacent sous la neige plus volontiers que les mâles. ERLINGE (1979a) affirme, dans le même ordre d'idées, que les femelles chassent plus fréquemment que les mâles dans les galeries de rongeurs.

Au printemps et en été, les mâles sont plus actifs que les femelles (ERLINGE 1979b, DEBROT et MERMOD 1983). Leur chance de rencontrer un piège et d'être capturés est ainsi augmentée.

Nous pensons que le déséquilibre du sex-ratio (PF=0,31) de la population du Val de Ruz est le fait d'une association de facteurs comportementaux (activité, déplacements).

3) Renouvellement

Le nombre de captures de juvéniles est élevé (104/148). Si nous comparons année après année (nous ne tenons pas compte de 1981 et 1985, vu le manque de données) nous assistons à une diminution significative de la proportion de juvéniles (PJ)(c.f. 4.1.3.1).

De 1978 à 1980, DEBROI (1982) n'a pas remarqué de variations importantes de PJ. la population du Val de Ruz était alors stable.

En Nouvelle-Zélande, RINEY et al. (1959), MARSHALL (1963) suggèrent que les étés à forte production de juvéniles coïncident avec une forte densité de Souris grise, Mus musculus. KING (1981) confirme cette hypothèse. L'auteur montre également que le nombre de corps jaunes, retrouvés en novembre chez les femelles, est corrélé de manière significative avec l'index de densité des souris durant le même mois.

L'augmentation de la fécondité est probablement une réponse physiologique à de bonnes conditions nutritionnelles.

B. Putois

Il existe peu de données sur l'écologie du Putois. La plupart des articles sont le fait d'auteurs russes, et ne sont malheureusement pas traduits dans une langue plus internationale.

Les travaux de références que nous avons à disposition, sont les résultats d'observations réalisées soit en captivité (GOETHE 1940), soit à partir de matériel mort (STUBBE 1969).

1) Dynamique

EIBERLE (1969) a prouvé, grâce aux statistiques de chasse, que l'espèce avait fortement diminué en Suisse. La disparition des biotopes favorables en serait la cause principale.

Dans le canton de Neuchâtel, le Putois a longtemps été considéré comme disparu. Toutefois, MERMOD et al. (1983) signalent quatre captures faites au Val de Ruz, de 1979 à 1981. De 1981 à 1985, une dizaine d'animaux ont été trappés dans la même région (Tabl. 8).

Malgré le faible nombre de captures, nous remarquons que la population du Val de Ruz est restée stable durant ces dernières années. Ceci prouve la faculté d'adaptation de l'espèce à se maintenir dans des zones à priori défavorables.

2) Sex-ratio

GOETHE (1940), lors d'observations en captivité, observe un PF de 0,42.

Par contre, toutes les données de la littérature montrent un déséquilibre important entre les proportions de mâles et de femelles en conditions naturelles. HENSEL (1881) trouve parmi 151 individus, 94 mâles et 57 femelles, soit $PF=0,37$. STUBBE (1969) met en évidence un sex-ratio de 2:1, soit 88 mâles pour 44 femelles ($PF=0,33$).

MERMOD et al. (1983) signalent un PF très faible (PF=0,10), mais significativement pas différent du PF observé dans notre terrain d'étude (PF=0,33).

Nos résultats confirment le déséquilibre décrit dans la littérature. Cependant, le manque de données existant nous empêche d'en expliquer les raisons.

C. Belettes

1) Dynamique

Le peu de captures ne nous permet pas d'analyser vraisemblablement l'évolution de la population. Toutefois, quelques points sont à souligner. A l'exception d'une capture réalisée en août 1983, toutes les observations ont eu lieu durant l'année 1981 et début 1983 (Tabl. 9).

L'état des populations de belettes est généralement dépendant de la quantité de nourriture à disposition, et suit de ce fait les cycles de petits rongeurs (SWANSON et FRYKLUND 1935, LOKEMOEN et HIGGINS 1972, GOSZCZYNSKI 1977, TAPPER 1979). TAPPER (1979) remarque qu'au cours des années à faibles densités de campagnols, les femelles de belettes ne se reproduisent pas.

La population du Vsl de Ruz n'échappe vraisemblablement pas à cette règle. Le fait que la majorité des captures se soient déroulées au moment des pullulations de petits Arvicolidés, en est une preuve.

2) Sex-ratio

Tout comme chez l'Hermine à la naissance, la proportion de femelles n'est pas différente de la proportion de mâles (EAST et LOCKIE 1964, 1965, STEPHEN in KING 1975).

Sur le terrain, un déséquilibre est observé. HILL (1939b) remarque une faible proportion de femelles au sein d'un échantillon de 446 individus (PF=0,27). WALKER (1972) et KING (1975) le confirment avec respectivement PF=0,22 et PF=0,26.

Nos résultats ne sont pas contradictoires (PF=0,28).

KING (1975) explique ce déséquilibre par une différence de "trappabilité" entre mâles et femelles. Celle-ci est due en partie à une plus grande timidité (trap-shyness) des femelles vis-à-vis des pièges. De plus les domaines vitaux des mâles sont plus vastes, ce qui leur assure un plus grand risque d'être pris.

5.1.3.2. Régime alimentaire

A. Herminea

L'analyse des faeces révèle l'importance des Arvicolidés dans le régime alimentaire des hermines, pour la période considérée (Fig. 12). Les proies les plus représentées sont A. terrestris schermann (49,2 %) et les petits Arvicolidés (Microtus sp. ou Pitymys sp.) (33,6 %).

Contrairement à ce qu'a montré DEBROT (1982) dans cette même station, la présence d'A. terrestris dans la composition du régime alimentaire n'est pas constante. Sa consommation par l'Hermine suit les fluctuations auxquelles sont soumises les populations de ce rongeur (DEBROT 1981).

Remarque: Dans nos contrées, le Campagnol terrestre connaît des variations de densité de populations pouvant être importantes. Celles-ci dépendraient de facteurs abiotiques, tels des conditions climatiques favorables (MEYLAN 1977). La périodicité de ces cycles n'est pas exactement connue. HABERT (1975) suggère une périodicité de 4 à 6 ans. DEBROT (1982) admet que le cycle se déroule sur 5 ans.

Les petits Arvicolidés suivent également de tels cycles (KREBS et al. 1973)

Le Val de Ruz a connu des explosions de populations d'Arvicolidés entre 1979 et 1983. Ces données sont basées sur des observations dans le terrain, où l'on pouvait constater l'étendue des dégâts causés par les rongeurs.

L'analyse du choix des proies met en évidence un pic de campagnols terrestres en 1982. Dès 1983, nous assistons à une diminution de la fréquence d'apparition d'A. terrestris dans le régime alimentaire, coïncidant avec un déclin des populations. Les petits Arvicolidés redeviennent la proie principale à partir de cette période. Il faut également noter l'apparition d'autres proies (Oiseaux, Muridés) mais en plus petits nombres (Fig. 12). Signalons que la fréquence des proies annexes est plus faible que pour la période 1978-1980 (DEBROT 1982).

Cette situation n'est pas sans rappeler celle décrite dans la vallée de la Brévine par DEBROT (1981). Après une exploitation quasi exclusive des campagnols terrestres par les hermines, les petits Arvicolidés, jusque là peu chassés, ont pris de l'importance dans le régime alimentaire, qui s'est aussi diversifié.

Plusieurs auteurs constatent qu'il y a une relation entre la taille des sexes (significativement différentes, Tabl. 11) et la taille de leurs proies prédominantes (SIMMS 1979, ERLINGE 1981, DEBROT 1982, KING et MOODY 1982, MARCHESI 1983). Les mâles chasseraient plus volontiers les gros rongeurs, alors que les femelles exploiteraient les petits.

Cette différence est expliquée par la taille réduite des femelles qui leur permet de chasser plus facilement les petits Arvicolidés dans leurs galeries (ERLINGE 1979a).

Nos données sont en contradiction avec celles de la littérature. Aucune différence de régime alimentaire n'existe entre les sexes. La plupart des échantillonnages de faeces ont été réalisés durant le pic de la pullulation, ce qui n'est pas le cas chez les auteurs cités ci-dessus. Durant ces périodes, la densité des campagnols terrestres peut atteindre 1000 individus/ha (MOREL et MEYLAN 1970), constituant ainsi une source de nourriture importante et énergétiquement profitable (un campagnol terrestre pèse en moyenne 2-3 fois plus qu'un campagnol des champs) pour les deux sexes. Dans la période de déclin de la population d'A. terrestria, la proportion de petits Arvicolidés identifiés dans les faeces des hermines mâles n'est pas différente de celle des femelles (c.f. 4.1.3.3). Les populations de Microtus sp. s'étant reconstituées, beaucoup de rongeurs circulent en surface et deviennent des proies faciles pour les hermines mâles.

B. Putois

Nous avons récolté peu de données sur le régime alimentaire du Putois. Cependant, nous pouvons relever que les petits Arvicolidés en constituent l'essentiel (c.f. 4.1.3.3). Il est intéressant de noter que ceux-ci apparaissent dans les faeces en 1981 et en 1984. Durant la pullulation de campagnols terrestres, le Putois exploite ce gros rongeur.

Contrairement à GOETHE (1939), DANILOV et RUSAKOV (1969), RZEBIK-KOWALSKA (1972) et MERMOD et al. (1983), nous n'avons pas identifié d'Amphibiens dans les faeces.

C. Belettes

Nos résultats (c.f. 4.1.3.3) ne nous démarquent en aucun cas des données de la littérature, qui signalent que Microtus sp. est la proie principale de Mustela nivalis (DAY 1968, MOORS 1975, KING 1980b).

5.1.3.3. Skrjabinqylose

A. Transmission

HOBMAIER (1941), DUBNITSKII (1956) ont montré le rôle essentiel que jouent les mollusques dans la transmission de Skrjabinqylus sp.

Toutefois la part des gastéropodes intervenant dans le régime alimentaire des Mustélidés est trop faible pour assurer des taux d'infection généralement élevés (HANSSON 1967, DEBROT 1981).

Notre analyse du régime alimentaire le confirme (c.f. 4.1.3.3).

Cependant la transmission directe n'est pas à exclure. Elle interviendra vraisemblablement dans des conditions extrêmes pour le carnivore (manque de nourriture).

S'il est évident qu'un hôte paraténique est nécessaire, il n'en va pas de même en ce qui concerne son genre ou son espèce. Suite à leurs expériences, HANSSON (1967), VAN SOEST et al. (1972) et JENNINGS et al. (1982) s'accordent à penser que les musaraignes sensu lato jouent un rôle important dans la transmission du parasite. VAN SOEST et al. (1972) remarquent l'absence de l'infection chez les hermines trouvées dans des régions exemptes de musaraignes. JENNINGS et al. (1982) relèvent que le taux d'infection des hermines de Terre Neuve augmente depuis l'introduction de Sorex cinereus.

Certains auteurs contredisent ces observations. KING (1974), KING et MOODY (1982) ont trouvé des hermines parasitées en Nouvelle-Zélande, région dépourvue de musaraignes.

MERMOD. et DEBROT (1981) constatent que le taux d'infection des Hermines, dans la vallée de la Brévine, est élevé malgré une faible proportion d'insectivores dans la composition du régime alimentaire. DEBROT (1982) remarque un phénomène similaire au Val de Ruz.

Un seul insectivore (une Taupe noire) a été identifié dans les faeces de nos Mustélidés.

L'hôte paraténique le plus probable est un micromammifère intervenant fréquemment dans le régime alimentaire, et se nourrissant de mollusques (DUNCAN 1976). DEBROT et MERMOD (1981) excluent A. terrestria schermann, parce qu'exclusivement herbivore. Ils suggèrent la présence d'un rongeur comme Apodemus sp. ou/et C. glareolus ou/et Microtus sp.

Autant l'étude du régime alimentaire que les tentatives de transmissions expérimentales du parasite (WEBER et MERMOD 1983), les recherches des IJ chez les hôtes paraténiques (c.f. 4.2.2.1) confirment ces hypothèses.

Vu leur importance dans le choix des proies de l'Hermine (MODRS 1980, DEBROT 1982), nous avons longtemps pensé que les oiseaux intervenaient dans la transmission de S. nasicola. Notre choix se portait sur les Turdidés qui sont de grands consommateurs de mollusques (KLEINER 1936). KING (1977) l'a également suggéré. Toutefois aucune de nos tentatives de transmission n'a abouti (WEBER 1981)(c.f. 4.2.3.1).

En conclusion, nous estimons que le cycle de S. nasicola se déroule de manière optimale grâce à l'intervention de rongeurs, occasionnellement malécophages, constituant des proies régulières des Mustélidés.

Nous n'excluons toutefois pas le fait que certains hôtes définitifs potentiels peuvent s'infecter au cours d'un repas mettant en cause une proie occasionnelle (mollusque, insectivore).

8. Taux d'infection

Le taux d'infection à S. nasicola est soumis à de grandes variations suivant les espèces, les régions et les périodes. LAVROV (1944) en URSS, VIK (1955) en Norvège, HANSSON (1968) en Suède, VAN SOEST et al. (1972) au Pays-Bas, GAMBLE et RIEWE (1982) au Canada, KING et MOODY (1982) en Nlle Zélande signalent des taux d'infection chez l'Hermine, respectivement de 14 %, 30 %, 49 %, 40 %, 100 %, 100 % et 10 %.

Les mêmes variations existent dans les populations de Putois : 50 %: G.-B. (LEWIS 1967); 89 %: Suède (HANSSON 1968); 70,3 %: URSS (DANILOV et RUSAKOV 1969); 100 %: Suisse romande (MERMOD et al. 1983); 46,6 %: Espagne (AYMERICH et al. 1984) et chez la Belette : 89 %: G.-B. (LEWIS 1967); 53 %: Suède (HANSSON 1968); 69-100 %: G.-B. (KING 1977); 26,7 %: Espagne (AYMERICH et al. 1984).

Ces différences peuvent dépendre de facteurs climatiques (DOUGHERTY et HALL 1955, KING 1977, KING et MOODY 1982, AYMERICH et al. 1984). Ces auteurs s'accordent à penser qu'il y a une corrélation positive entre le nombre moyen de jours pluvieux par année et le pourcentage de spécimens infectés. Cette hypothèse n'est vérifiable que sur une longue période, et à grande échelle (pays).

La densité des différents hôtes (VAN SOEST et al. 1972, AYMERICH et al. 1984) et l'environnement (HANSSON 1974) influencent le taux d'infection.

Certains auteurs évoquent également une résistance à l'infection amoindrie par le stress dû à un changement de nourriture (HANSSON 1968).

DEBROT (1981) pense qu'à un niveau plus régional les variations sont essentiellement provoquées par un changement de régime alimentaire. Il observe une augmentation du taux d'infection des hermines dans la vallée de la Brévine. Suite à la disparition de la proie principale (A. terrestris), elles ont élargi leur niche alimentaire, augmentant la consommation d'hôtes paraténiques potentiels. Au Val de Ruz, le taux d'infection est resté stable de 1978 à 1980. Durant cette période, le régime alimentaire de l'Hermine était varié, aucune pullulation d'A. terrestris n'ayant eu lieu (DEBROT 1982).

À partir de 1981, le taux d'infection des hermines s'est profondément modifié (Fig. 13).

En 1981, la population de campagnols terrestres est en pleine expansion, à un point tel que l'Hermine exploite intensivement ces proies pendant deux années.

Dès l'automne 1983, suite à l'effondrement d'A. terrestris, les hôtes paraténiques potentiels sont apparus régulièrement dans les fèces, provoquant le retour de la parasitose.

Le cas du Putois et de la Belette sont quelque peu différents. Leur régime alimentaire, essentiellement basé sur les petits Arvicolidés, ne s'est fondamentalement pas modifié (MERMOD et al. 1983).

Nos résultats confirment bien ceux de DEBROT (1981, 1982). Si l'hôte définitif se spécialise sur des proies non favorables à la transmission de la skrjabingylose, celle-ci va régresser. Sa réapparition dépendra de la disponibilité des dites proies. Leur diminution entraînera une diversification du régime alimentaire, favorisant ainsi l'intervention des hôtes paraténiques potentiels, et, par là-même, le parasite.

C. Taux d'infection selon les classes d'âge et de sexe

Nous n'avons trouvé aucune différence significative entre les sexes des hôtes définitifs capturés (c.f. 4.1.3.4). Nous confirmons de cette manière les résultats de LEWIS (1967), HANSSON (1970), VAN SOEST et al. (1972), KING (1977), DEBROT (1982), KING et MOODY (1982) et AYMERICH et al. (1984).

D'après GAMBLE et RIEWE (1982), s'il devait exister une différence entre le taux d'infection des deux sexes, elle serait due au fait que les femelles se nourrissent de proies plus petites que celles des mâles, incluant ainsi un nombre plus important d'hôtes paraténiques potentiels dans leur régime alimentaire.

Paradoxalement, les auteurs signalent un régime alimentaire significativement différent entre les sexes (c.f. 5.1.3.2). Pourtant les femelles ne sont significativement pas plus souvent atteintes que les mâles.

Pour expliquer ce phénomène, nous devons faire appel aux probabilités. Imaginons une population d'hermines dans une situation semblable à celle décrite par DEBROT (1982) au Val de Ruz. Le régime alimentaire est diversifié. Les mâles se nourrissent de grosses proies (= proies non favorables), alors que les femelles exploitent les petits rongeurs (= proies favorables). La différence est significative, mais n'implique pas obligatoirement que les mâles évitent les proies favorables.

Admettons un taux d'infection des hôtes paraténiques potentiels égal à 4%. Sachant qu'une femelle mange en moyenne une proie par jour, la probabilité de rester sain après chaque repas est de 96/100. Au bout d'un mois, elle atteint $(96/100)^{30}$. En une année, elle sera de $(96/100)^{365} = 0,000003$.

Si un mâle ne réalise que 150 repas potentiellement infectés au cours d'une année (différence significative, $p < 0,05$), la probabilité de rester sain sera de $(96/100)^{150} = 0,002$.

Nous remarquons dès lors qu'il y a autant de risque de s'infecter pour un mâle que pour une femelle.

En conclusion , un Mustéolidé, quelque soit son sexe, contractera la skrjabingylose à plus ou moins longue échéance, quel que soit le nombre de proies favorables (= 0) incluses dans le régime alimentaire. L'augmentation significative du T.I. chez les hermines adultes, entre 1983 et 1984/85 ($p=0.0005$), en est une preuve .

HANSSON (1968) trouve peu de juvéniles infectés par S. nasicola.

DEBROT (1982) relève qu'en été, au Val de Ruz, les adultes sont significativement plus infectés que les jeunes. Il a observé 8 adultes, sur 25, atteints, alors qu'aucun juvénile, sur 30, ne présentait de signe de skrjabingylose. Il a noté une différence semblable en automne.

Cette situation est explicable. Lorsque DEBROT (1982) a étudié cette population d'hermines, la parasitose était présente. Nous avons vu que, pour chaque animal, la probabilité de s'infecter est élevée. La proportion d'adultes parasités va donc augmenter année après année, si aucun changement radical n'intervient dans le régime alimentaire.

Les échantillonnages de Debrot ont été réalisés dans la phase d'expansion de la skrjabingylose.

Dans notre cas, nous assistons à une réapparition de la parasitose chez l'Hermine. En 1983, 4 juvéniles sur 23 présentent des signes d'infection, alors que seul 1 adulte sur 26 est dans cette situation ($p=0,17$). L'année suivante, la proportion d'adultes atteints augmente (10/21). Seul un juvénile sur 9 est infecté ($p=0,1$). En 1985, l'évolution devrait aboutir à une différence significative entre le T.I. des adultes et celui des juvéniles. Malheureusement, nous ne disposons d'aucune donnée pour vérifier cette hypothèse.

D. Période d'infection

KING (1977) établit que les jeunes belettes s'infectent dans les mois qui suivent leur naissance. HANSSON (1974) considère que la période d'infection la plus favorable pour les hermines et le Putois se situe durant les mois froids de l'année.

Pour DEBROT (1982), les hermines se parasitent préférentiellement entre mi-juin et mi-novembre.

Nous ne pouvons affirmer avec certitude qu'une période d'infection préférentielle existe. Le laps de temps s'écoulant entre une capture et une recapture est généralement long. De ce fait, la période d'infection potentielle s'étend sur plusieurs mois et ne peut être estimée avec précision.

Cependant, nous disposons de 4 cas d'hermines capturées, infectées, dans les 6 mois qui ont suivi leur naissance (Fig. 14). Tous les putois juvéniles étaient parasités à leur première capture (Tabl. 8).

Dans les conditions épidémiologiques que nous avons décrites, un jeune Mustélidé se nourrissant quotidiennement d'un hôte paraténique potentiel, a une probabilité de s'infecter dans les 4 mois qui suivent sa naissance égale à 99,23 %.

Quatre autres hermines ont été recapturées, infectées, moins de deux mois après leur première capture (Fig. 14). Dans ce cas, l'analyse de la situation nous montre que ces individus ont contracté la parasitose entre mi-août et octobre, et entre mi-décembre et mars.

Nos résultats étayent donc les conclusions relevées dans la littérature.

E. Effet "Skrjabinqylus"

POPOV (1943), LAVROV (1944), VAN SOEST et al. (1972), DUNCAN (1976) ont montré que les hermines atteintes de skrjabinqylose sont plus légères que les hermines saines. KOGTEVA et MOROZOV (1970) remarque le même phénomène chez Martes martes. Cette différence de poids serait due à un affaiblissement général provoqué par l'infection.

KING (1977) émet la même hypothèse au sujet des belettes, chez qui de telles variations ont également été mises en évidence.

DEBROT (1982) estime que cette différence, bien que non significative, est provoquée par la disparition des proies énergétiquement favorables (A. terrestris). Un affaiblissement général de la population apparaît, accompagné d'une augmentation du taux d'infection.

Au vue de nos résultats, nous optons pour l'hypothèse d'une symptomatique de la skrjabinqylose. En effet, si nous considérons les mâles adultes indemnes, capturés après la disparition d'A. terrestris, aucune différence significative n'existe entre leur poids ($m=254,8$, $SD=28,8$, $n=14$) et le poids moyen des mâles capturés durant toute la période d'étude (Tabl. 10). Le même phénomène existe chez les mâles juvéniles sains. Bien qu'étant un peu plus légers ($m=209,5$, $SD=28,3$, $n=14$), la différence n'est pas significative.

Les travaux de BAER (1931), VIK (1955) et de LANKESTER et ANDERSON (1971) renforcent l'hypothèse d'une symptomatique due à la pathogénicité de S. nasicola. La migration des L3, la présence des adultes dans les sinus provoquent des troubles physiologiques et comportementaux chez l'hôte définitif.

F. Intensité de l'infection

La méthode de comptage des oeufs et des larves mise au point par STOLL (1923), présente quelques limites quant à sa précision. La succession de manipulations (c.f. 3.6.3.1) augmente les risques d'erreur.

- 1) L'homogénéisation des faeces n'est pas forcément réalisée de la même manière, à chaque comptage.
- 2) Le pipettage de 0,15 ml de suspension peut connaître quelques variations qui, même si elles sont minimales, influencent le comptage. N'oublions pas qu'une 11 comptée représente 100 11 par gramme de faeces.
- 3) La mobilité des larves rend possible un double comptage ou une omission.
- 4) Le taux de reproduction des parasites femelles varie.

Toutefois, malgré ces facteurs d'erreur, cette méthode constitue l'unique moyen d'estimer l'ampleur de l'infection chez les hôtes définitifs vivants.

Les putois présentent en général des infections plus intenses que les hermines (Tabl. 21). HANSSON (1968) a établi qu'une différence significative existe entre le nombre moyen de Vers adultes installés chez le Putois (16,4 ind.) (Val de Ruz: 22,2 ind.) et celui rencontré chez l'Herminette (9,7 ind.) (Val de Ruz: 9,16 ind.). L'auteur estime que cette différence peut être le reflet de la résistance des hôtes au parasite, ou des variations dans la sélection de nourriture (fréquence des Soricidés dans le régime alimentaire).

JENNINGS et al. (1982) confirme cette hypothèse. Les hermines qu'ils ont étudiées mangent 37 % de Soricidés. Leur charge parasitaire moyenne est de 32 vers par individu.

Dans notre terrain d'étude, les inactives n'interviennent pas souvent dans la composition du régime alimentaire des Mustélinés. Durant la période d'étude, les putois ne l'ont pas transformé de manière aussi radicale que les hermines, les rendant exposés aux surinfections.

L'intensité de l'infection est dépendante des habitudes alimentaires des hôtes définitifs.

D'après PETROV (1927), KING (1977), l'invasion du sinus gauche est plus commune que l'invasion du droit chez M. nivalis. AYMERICH et al. (1984) remarquent le même phénomène chez M. erminea, M. nivalis et M. putorius, sans qu'il y ait toutefois de différence significative. HANSSON (1968) rapporte que la fréquence d'invasion est la même à gauche et à droite chez l'Herminette et la Belette. Par contre, l'auteur retrouvera plus de vers adultes dans le sinus droit des belettes, ainsi que dans le sinus gauche des hermines.

D'après LEWIS (1967), excepté chez la Belette, les sinus droit sont plus fréquemment envahis (Putois, Hermine).

Chez les putois, nous avons remarqué que l'occupation est bilatérale. Chez les hermines examinées, le sinus gauche est plus souvent atteint que le droit. La différence n'est pas significative.

Nous avons relevé trois cas d'atteintes profondes des ethmoturhinallia ("zone intermédiaire") (Tabl. 21). A chaque fois, l'infection était importante (plus de 20 vers).

La distribution des Nématodes est irrégulière. Il semble qu'il n'existe aucune règle dans l'établissement du premier parasite. L'asymétrie, si elle est présente, pourrait être expliquée par la sécrétion de phéromones d'agrégation ou sexuelles par le premier parasite.

F. Sex-ratio

LEWIS (1978) remarque un déséquilibre au niveau du sexe des Nématodes présents dans les sinus des belettes autopsiées (1 mâle pour 2,6 femelles). Il avait trouvé auparavant un putois parasité par 3 mâles et 13 femelles S. nasicola (LEWIS 1967).

Chez l'Hermine, KING et MOODY (1982) notent un excès significatif de vers femelles (1 mâle pour 1,44 femelle).

Nous observons un déséquilibre en faveur des femelles (Putois: 1:1,33 ; Hermine: 1:1,11). Malheureusement, la faiblesse de l'échantillonnage ne nous permet pas de mettre en évidence une différence significative.

De tels déséquilibres du sex-ratio sont à mettre sur le compte d'une adaptation du parasite face à la complexité de son cycle évolutif. Les pertes occasionnées par les passages à travers les différents hôtes sont importantes (Fig. 18). De plus en nature, les rencontres parasite-hôte intermédiaire sont aléatoires. Pour compenser ces facteurs limitants, le parasite, s'il veut survivre, doit posséder un potentiel reproducteur élevé. Ceci se concrétise pour S. nasicola, par un plus grand nombre de femelles.

G. Domages

DLT (1929) nie le pouvoir pathogène de S. nasicola, bien que MERIAM (1896) décrive plusieurs crânes de Mustélidés, perforés, et que PETROV (1927) signale des perforations crâniennes lors d'infections à S. nasicola.

LEWIS (1967) remarque des perforations dans le crâne d'un putois infecté par 16 adultes. Le même auteur décrit le crâne d'une belette parasitée par deux vers, comme exempt de déformations.

les belettes et les hermines semblent plus sujettes aux déformations (VIK 1955, HANSSON 1968). HANSSON (1970) suggère que la finesse des os du crâne des belettes et des femelles, en général, les rend plus facilement dommsgeables. Cette hypothèse est démentie par KING (1977) qui constate que ce sont les mâles qui présentent des dégâts crâniens plus importants. LEWIS (1978) le confirme chez la Belette. L'auteur démontre que pour obtenir des dommages osseux semblables à ceux des mâles, les femelles doivent avoir une charge parasitaire plus élevée. Les vers installés chez les femelles sont plus courts que ceux que l'on trouve chez les mâles. Cette réduction de taille est due à l'exiguïté des cavités sinuaires et, accessoirement, au "crowding effect" visible en état d'hyperinfection (READ 1951, HOLMES 1961, KRUPP 1961).

L'âge de l'hôte définitif est un facteur important. LEWIS (1978) relève que les belettes âgées ont des dégâts plus sévères que les jeunes, à infection égale.

Nous avons remarqué une différence de déformations entre les espèces étudiées. Chez la Belette, le seul cas enregistré est une perforation de la région supra-orbitale.

Une déformation de la région supra-orbitale est toujours visible chez les hermines parasitées (sauf pour E226 qui n'avait qu'un ver dans les sinus). Une perforation a même été notée dans un cas de forte infection (E 228).

Les putois présentent également des enflures de la région orbitale. Aucun cas de perforation extérieure n'est signalé, malgré l'importance des infections. AYMERICH et al. (1984) relèvent également des dégâts moindres chez le Putois.

L'explication est donnée par HANSSON (1972): les putois ont les os du crâne plus épais que les petits Mustéllidés.

A l'intérieur des cavités sinuaires, les dégâts sont plus importants chez le Putois que chez l'Hermine ou la Belette. Les sinus sont très dilatés. La région des ethmoturbinaillies et le septum sagittal sont atteints. VIK (1955) décrit même un cas de perforation osseuse interne, en direction du cerveau.

En résumé, l'importance des déformations dépend de l'espèce et de l'état physiologique de l'hôte définitif, ainsi que du nombre de vers présents dans les sinus.

5.1.3.4. Autres parasitoses

A. Strongyloïdoe

La transmission du parasite est soit directe, soit indirecte. Elle s'effectue sans l'intervention d'hôtes intermédiaires et paraténiques (KREIS 1932).

En conséquence, la dynamique du taux d'infection de dépend pas de leur disponibilité, mais de la probabilité qu'a l'hôte définitif de rencontrer le stade infectieux du parasite.

En 1982, la fréquence de la parasitose est la plus élevée (89,7 %). Les juvéniles sont pratiquement tous infectés. Ceci laisserait supposer que l'infection, si elle n'a pas déjà lieu au nid (situation possible), se déroulerait au moment de la dispersion des jeunes.

Ainsi en cas de forte densité d'hermines, la probabilité qu'ont deux individus de se rencontrer est importante, favorisant la transmission du parasite.

Les femelles sont moins souvent infectées que les mâles ($p=0,033$). Nous suggérons que, comme dans d'autres infections parasitaires (SOLOMON 1969), l'oestrogène est susceptible d'inhiber le développement et l'établissement de S. mustelorum.

B. Troglotrematose

Les premiers cas de troglotrematose en Suisse sont signalés par WEGELIN (1930), dans le nord-est du pays. BAER (1931) décrit des spécimens trouvés dans des putois provenant de la région de St.-Gall.

En Suisse romande, il faut attendre les travaux de DEBROT (1982) et MERMOD et al. (1983) pour avoir les premières données faisant état de cas importants. De 1978 à 1980, DEBROT (1982) a piégé dans le Val de Ruz, quatre putois tous porteurs de I. acutum. MERMOD et al. (1983) signalent pour le canton de Vaud et de Neuchâtel réunis, un taux d'infection de 4/13. Pour comparaison, dans le nord-est de la France, ARTOIS et al. (1982) trouvent 6 Putois infectés sur 14 ($p=0,7$ N.S.).

Dès 1981, aucun nouveau putois parasité par I. acutum n'a été capturé dans le Val de Ruz.

VOGEL et VOELKER (1978) ont bouclé expérimentalement le cycle de ce Trématode. L'hôte intermédiaire de premier ordre est un mollusque Prosobranchie (Bythinella sp.). La Grenouille rousse, Rana temporaria, joue le rôle d'hôte intermédiaire de deuxième ordre.

La fréquence d'apparition du parasite chez le Putois dépend de ces habitudes alimentaires. Pour s'infecter, il est nécessaire de manger des grenouilles. MERMOD et al. (1983) en signalent dans le régime des putois capturés entre 1978 et 1980. Par contre nous n'en avons pas identifié entre 1981 et 1985. Durant cette période, les putois ont exploité les rongeurs, alors en pullulation (c.f. 4.1.3.3).

C. filarioïdose

PETROV et GAGARINE (1937) ont réussi à parasiter un putois à l'aide d'un mollusque infecté expérimentalement par des filaires de f. bronchialis.

Le cycle n'est pas sans rappeler celui de Skrjabinjylus sp.. La présence d'un hôte paraténique doit y être quasi obligatoire (ANDERSON 1962). Cette hôte peut être un rongeur ou un insectivore (LANKESTER et ANDERSON 1966).

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que, dans notre terrain, la filarioïdose chez le Putois (100 %), soit aussi fréquente que la skrjabinjylose (100 %).

Malheureusement, vu les difficultés qu'il y a à démêler les pelotons formés par les adultes, il ne nous a pas été possible d'évaluer l'intensité de la parasitose.

5.2. Laboratoire

5.2.1. Hôtes intermédiaires

5.2.1.1. Intensité de l'infection et pertes parasitaires

CABARET et DAKKAK (1979) soumettent cinq lots de Cochlicella ventricosa à des infections de l1 de Protostrongylidés. Les doses infectantes administrées varient entre 3 et 1240 larves par mollusque. Le pourcentage de pénétration est supérieur à 90 % dans chaque lot.

SAUERLÄNDER (1979) estime à 72,5 % le degré de pénétration des l1 de Muellerius capillaris (Protostrongylidæ) chez Cepaea nemoralis.

Nous obtenons 74,7% de pénétration avec S. nasicola, chez A. reticulatus.

Le taux de pénétration, comme nous l'avons vu, peut être fonction de la réceptivité des hôtes intermédiaires (c.f. 5.1.1.2).

La méthodologie d'expérimentation constitue aussi un facteur influent. SKORPING et HALVORSEN (1980) démontrent qu'il y a une différence d'intensité d'infection chez une même espèce de mollusque, suivant le support des l1. Par exemple, pour A. reticulatus, l'intensité moyenne varie de 6,4 % (papier humide) à 67,4 % (fécales humides).

Dans notre travail, nous pouvons admettre que la méthodologie utilisée est bonne. Très proche de celle mise au point par SAUERLÄNDER (1979), elle assure une liberté totale de mouvements aux l1. La durée d'exposition n'est pas la même (24 h chez Sauerländer), mais l'auteur remarque que le plus grand nombre de larves pénètrent au cours de la première heure.

Le mode d'invasion du parasite peut influencer le degré de pénétration. Il était admis que les larves de Méteostrongyloïdés pénétraient directement à travers les téguments de l'hôte intermédiaire (HOBMAIER 1941). Toutefois, plusieurs travaux ont montré que chez certaines espèces d'Angiostrongyloïdés, les mollusques s'infectent en ingérant les larves. ANDERSON (1962) observe les deux modes de pénétration chez Aelurostrongylus pridhami. Dans le genre Parastrongylus sp., CHENG et ALICATA (1965) mettent aussi en évidence le double mode d'invasion chez P. cantonensis, alors que DROZDZ et al. (1971) observent uniquement la voie digestive chez P. dujardini.

Nous n'excluons pas pour S. nasicoles la possibilité d'une infection active et passive. Ceci expliquerait le taux élevé de pénétration.

Le comportement des mollusques est également important. Nous avons remarqué que certaines limaceas émettent plus de mucus que d'autres. Les il s'y engluent et deviennent immobiles. La pénétration n'est alors plus possible.

CABARET et DAKKAK (1979), suite aux infections expérimentales de C. ventricosa, ne retrouvent qu'une seule larve par mollusque(1), malgré 90 % de pénétration.

SAUERLÄNDER (1979) démontre que le taux de recouvrement des ll de M. capillaris est situé entre 34 et 45 % chez les mollusques exposés individuellement (entre 10 et 15 % dans les infections de masse). Les pertes subies par le parasite, au cours de son développement, sont de l'ordre de 40,7 %.

Nous avons retrouvé 25,4 l3 par mollusque infecté. Les pertes dans l'hôte sont de 66,6 %.

CABARET et DAKKAK (1979) estiment que le gastéropode a mis au point un système de régulation qui empêche les larves de s'établir. Nous ne souscrivons que partiellement à cette hypothèse. En effet, il nous semble peu probable qu'il y ait des endroits de passage obligé à travers le tégument, limitant le nombre de parasites. Les résultats de CABARET et DAKKAK (1979) le contredisent d'eux-mêmes.

Nous admettons cependant qu'il existe des réponses défensives de l'hôte intermédiaire au parasite. La plus connue est sans doute le phénomène d'encapsulation observé par THERON (1975), dans lequel les amœbocytes et les fibroblastes du mollusque interviennent. L'encapsulation n'est toutefois pas une réponse spécifiquement dirigée contre le parasite, mais plutôt une réaction contre la pénétration de corps étrangers (WITFIELD 1979). De plus elle n'inhibe pas son développement larvaire.

Bien que nos connaissances en immunologie des Invertébrés soient des plus rudimentaires, nous pensons qu'il est probable que le mollusque libère une substance régulatrice. De tels cas sont déjà connus chez le Homard, Homarus americanus (STEWART et al. 1972) (sécrétion d'une substance bactéricide à large spectre), et chez le Sipuncle. Sipunculus nudus (BANG et BANG 1975) (cellules spécialisées libérant du mucus, enveloppant les parasites).

L'efficacité de ce type de défense n'est vraisemblablement pas identique chez tous les mollusques. Ceci expliquerait les grandes différences de pertes parasitaires entre les espèces.

5.2.2. Hôtes paraténiques

5.2.2.1. Localisation des L3

HOBMAIER (1941) trouve des L3 de S. chitwoodorum dans l'estomac et le mésentère de rats et de souris infectés expérimentalement.

HACKERRAS (1956) étudie le cycle évolutif d'Aelurostrongylus abstrusus (Metastrongyloidea, Angiostrongylidae). Ce parasite se développe dans un mollusque non-spécifique. L'hôte définitif est le Chat. Admettant que la présence d'un hôte de transport est nécessaire, l'auteur infecte des souris de laboratoire à l'aide de L3.

La dissection ultérieure de ces rongeurs met en évidence les L3 encapsulées dans l'omentum. Après une digestion peptidique, 12 larves sont trouvées dans l'intestin grêle (mésentère et glandes compris), et 6 dans la carcasse, après que les viscères et la peau aient été ôtées.

ANDERSON (1962) observe que les L3 d'A. pridhami, parasite du Vison, tout comme celles de F. martis (= bronchialis) s'établissent dans le foie des hôtes paraténiques potentiels.

LANKESTER et ANDERSON (1966) confirment ces résultats avec d'autres espèces de Metastrongyloïdés.

LANKESTER (in HANSSON 1974) met en évidence des L3 de S. nasicola dans la musculature d'hôtes de transport, sans spécifier le site d'encapsulation.

D'après nos analyses, le parasite envahit principalement les tissus glandulaires, et vraisemblablement la musculature et le tissu conjonctif de la région antérieure de l'hôte. Ceci semble être une adaptation remarquable du Nématode qui a établi presque toujours dans la partie de la proie susceptible d'être mangée en premier par les prédateurs (nous avons observé que les Mustélinés commencent toujours leurs repas par la tête de la proie).

Les larves trouvées dans la région postérieure des rongeurs sont probablement encapsulées dans les tissus musculaires et conjonctifs. Les difficultés à localiser les L3 dans la carcasse expliquent pour quelle raison HOBMAIER (1941) prétend qu'elles se désintègrent 2 à 3 semaines post-infection. Les L3 ne perdent pas leur pouvoir infectieux aussi rapidement. Nous avons parasité des furets à l'aide de rongeurs infectés depuis une année:

5.2.2.2. Intensité de l'infection et pertes parasitaires

L'intensité moyenne de l'infection est de 13,5 L3 par individu, soit environ 4 fois plus que sur le terrain.

La dose infectieuse joue un rôle dans l'importance de la parasitose. Plus elle est haute, plus le nombre de larves retrouvées risque d'être élevé. En conditions expérimentales, elle atteint en moyenne 25,4 L3, soit 17 fois plus qu'en nature.

Si nous évaluons les pertes intervenant chez l'hôte de transport, nous remarquons qu'elles semblent proportionnellement plus élevées chez les micromammifères de laboratoire. En nature les hôtes sont exposés à de possibles réinfections. Dans ce cas, les nombres de larves retrouvées ne sont pas représentatifs d'une infection unique.

D'une manière générale, les rongeurs qui proviennent de nos élevages sont bien portants. En cas d'infection, les moyens de défenses dont dispose l'hôte paraténique seront efficaces.

Par contre en conditions naturelles, les infections multiples ne sont pas rares (WAHL 1967). La qualité de la réponse immunitaire sera amoindrie.

5.2.3. Hôtes définitifs

5.2.3.1. Transmission du parasite

Il n'a pas été nécessaire de réaliser plusieurs tentatives de transmission directe du parasite pour confirmer les travaux de DUBNITSKII (1956). Un seul essai a été fait, aboutissant à l'installation de 3 vers adultes dans les sinus du furet.

Le rôle des rongeurs dans le cycle a été défini au cours de nos travaux antérieurs (WEBER et MERMOD 1983). Seules les expériences menées avec Apodemus sp. avaient été couronnées de succès. L'intervention d'autres espèces (C. glareolus, M. arvalis) n'avait pu être prouvée.

Si la lacune a pu être comblée en ce qui concerne le Campagnol roussâtre, il n'en va pas de même pour le Campagnol des champs. Nous avons vu que les raisons d'un tel échec sont à mettre sur le compte du protocole d'expérience. La difficulté à infecter M. arvalis nous a empêché de répéter l'expérimentation.

En 1980 déjà, nous avons tenté d'infecter expérimentalement des hermines à l'aide de Merles noirs, Iurdus merula, supposées parasitées par S. nasicola (WEBER et MERMOD 1983). Aucun résultat positif n'a été enregistré.

Nous supposons que les larves libérées à l'intérieur du gésier, disparaissaient sous l'action violente des sucs digestifs. Le fait d'en retrouver, par deux fois, 1 à 3 dans le mésentère de merles morts 24 à 48 heures post-infection, infirmait cette hypothèse (WEBER 1981). Les larves résistent au processus digestif, et entreprennent une migration intra-tissulaire. Rappelons que 7 L3 ont été trouvées dans la musculature du gésier d'un moineau mort 48 heures post-infection .

En l'absence de données de référence, il nous est difficile de nous prononcer sur les causes de cet insuccès. Nous pouvons cependant émettre deux hypothèses: 1) les L3, sous l'influence des défenses immunitaires de l'hôte, sont détruites. 2) la localisation des L3 n'est pas la même chez l'oiseau. Les larves s'établiraient au niveau des tissus viscéraux (mésentère). Ceux-ci n'étant pas souvent ingurgités par les Mustéolidés, le parasite a peu de chance de poursuivre son évolution.

5.2.3.2. Intensité de l'infection et pertes parasitaires

Par les comptages larvaires et l'autopsie des furets, nous constatons que l'intensité de la parasitose est significativement plus faible que chez les putois (Tabl. 25)(test-t = 4,92 , ddl = 15 , p 0,001).

Nos sujets d'expérience ont subi une infection unique. Par contre, en nous souvenant de la faiblesse des charges parasitaires rencontrées aux premiers niveaux du cycle , nous pouvons affirmer que nous détenons là, la preuve d'une ou plusieurs réinfections des putois.

Les données concernant l'invasion des sinus, le nombre de Nématodes établis, le sex-ratio du parasite (c.f. 4.2.3.3) confirment celles relevés en nature (c.f. 4.1.3.4).

Aucune différence significative n'a été signalée entre la charge parasitaire des femelles et celle des mâles. Il semblerait que S. nasicola résiste à l'action de l'oestrogène inhibant l'installation de certains parasites (SOLOMON 1969).

Avec une perte parasitaire de 55 % au niveau de l'hôte définitif, la migration des L3 à travers les tissus du Mustéolidé limite sérieusement l'intensité finale de la skrjabingylose.

LANKESTER et ANDERSON (1971) démontrent que sur 400 L3 injectées directement dans la cavité abdominale du carnivore, 142 sont retrouvées comme adultes dans les sinus, 21 jours post-infection. Cette perte de 64,5 % n'est pas significativement différente de nos résultats (p=0,55780).

6. RESUME ET CONCLUSION

Certains aspects quantitatifs du cycle évolutif de Skrjabinqylus nasicola ont été étudiés a) en nature b) en laboratoire.

a) la récolte de mollusques a permis de mettre en évidence un taux d'infection des hôtes intermédiaires particulièrement bas (0,26 %).

L'intensité de l'infection est également faible (1 à 2 larves/hôte).

Les populations d'hôtes paraténiques potentiels sont soumises à des fluctuations annuelles et saisonnières. Une diminution des captures de certains rongeurs est observée en 1982, année de la pullulation d'Arvicola terrestris.

Le taux d'infection des hôtes paraténiques potentiels est faible (4,16 %).

Une l3 de S. nasicola a été identifiée dans les glandes salivaires d'une musaraigne, Sorex "araneus".

Cinq l3 ont été découvertes dans les glandes salivaires d'un Campagnol des champs, Microtus arvalis, prouvant par là-même la potentialité de ce rongeur à intervenir dans le cycle de S. nasicola.

Par des piègés réguliers, nous avons suivi l'évolution des populations d'hôtes définitifs.

Si la population de Putois, Mustela putorius, semble rester stable, des fluctuations importantes ont été observées chez l'Hermine, Mustela erminea.

L'analyse du régime alimentaire a montré le rôle prédominant d'A. terrestris dans ces variations. Les hermines exploitent préférentiellement ce rongeur lorsqu'il est en pullulation. En phase de déclin du Campagnol terrestre, Microtus sp. (ou Pitymys sp.) devient la proie principale. Le régime alimentaire se diversifie.

Durant la période d'étude, les rongeurs ont également été exploités par le Putois.

La Belette dépend essentiellement des petits Arvicolidés. Aucune capture n'a été faite au cours de la pullulation de campagnols terrestres.

Le taux d'infection des Mustéolidés est variable (Hermine: 10,73 % (16/148) ; Belette: 42,86 % (3/7) ; Putois: 100 % (10/10)).

La dynamique du taux d'infection dépend des habitudes alimentaires des hôtes définitifs. Aucune skrjabinqylose n'a été décelée chez l'Hermine entre l'automne 1981 et l'automne 1983. Durant cette période, elle consommait essentiellement A. terrestris. Ce rongeur, exclusivement végétarien, n'intervient pas dans le cycle de S. nasicola.

La parasitose réapparaît avec les petits campagnols et certains Muridés (Apodemus spp.) qui constituent l'essentiel du régime alimentaire dès la deuxième moitié de 1983.

Chez le Putois, le régime alimentaire ne s'est pas fondamentalement modifié en sept ans. La parasitose n'a pas régressé.

L'intensité de l'infection est variable. Elle est la plus forte chez le Putois.

L'occupation des sinus est irrégulière, mais non préférentielle par rapport aux deux sinus. En cas d'infection importante, l'invasion est bilatérale.

Le sex-ratio de S. nasicola indique un déséquilibre en faveur des femelles.

Aucune corrélation n'existe entre le nombre de l1 par gramme de faeces et le nombre de femelles adultes présentes dans les aines de l'hôte.

La méthode des comptages larvaires permet seulement d'évaluer l'ampleur de l'infection.

Nous avons observé une parasitose intestinale causée par Strongyloides mustelorum, chez l'Hermine.

Sa fréquence est variable. Contrairement à celle de S. nasicola, elle est élevée lorsque la population d'hermines est importante. Elle diminue en cas de faible densité.

Sa dynamique n'est pas directement liée au régime alimentaire, mais dépend de la probabilité de rencontre de deux individus.

Troglotrema acutum, Trématode parasite des sinus frontaux du Putois, a été décelé une seule fois.

Le fait d'avoir un régime alimentaire basé sur les rongeurs, au détriment des amphibiens (hôte intermédiaire de 2e ordre), explique la régression de la parasitose.

b) Les recherches en laboratoire avaient pour buts principaux la localisation des l3 de S. nasicola chez l'hôte paraténique et le rendement du cycle.

Les l3 s'établissent préférentiellement dans la région antérieure du corps de l'hôte de transport (tête, cou).

Les tissus envahis sont glanduleux (Gl. salivaires, gl. lacrymales extra-orbitales) et musculaires ou/et conjonctifs.

Des infections expérimentales des différents hôtes (mollusque, rongeur, furet) nous ont permis d'étudier le rendement du parasite.

De 100 l1 mises en contact avec 1 mollusque, 74,7, en moyenne, pénètrent dans le tégument de l'hôte intermédiaire (perte = 25,3 %).

Au bout de deux semaines qu'aura duré le développement larvaire, 25,4 l3 sont retrouvées dans le gastéropode (perte = 66 %).

A l'étape suivante, 1 limace infectée est donnée à 1 rongeur. La recherche des l3 chez l'hôte de transport a permis de localiser 13,6 individus (perte = 46,5 %).

Enfin, l'hôte paraténique est offert à l'uret.

Suite à cette opération, 6,1 adultes s'installent dans les aïnus de l'hôte définitif (perte = 55 %).

Les pertes totales subies par le parasite s'élèvent à 93,9%.

Il n'est pas aisé de faire un parallèle entre les résultats obtenus en laboratoire et ceux du terrain. La transmission du parasite s'opère dans des conditions fondamentalement différentes. En laboratoire, elle se déroule de manière optimale. Les doses infectieuses sont élevées. Les rencontres hôtes-parasite sont contrôlées.

En nature, l'existence du parasite dépend de beaucoup plus de facteurs (survie des l1 brève en mauvaises conditions, probabilité d'une rencontre parasite-hôte intermédiaire minime, chance qu'un rongeur mange un mollusque infecté faible).

Ce travail a permis de définir le cycle de S. nasicola (Fig. 20) et de mettre en évidence les relations parasite-hôtes, d'un point de vue essentiellement quantitatif. Toutefois il subsiste une lacune. Il ne nous a pas été possible de déterminer le nombre de l1 qui sont mises en présence de l'hôte intermédiaire en nature. Tant que nous ne connaissons pas la production larvaire de chaque ver femelle, l'estimation de la dose infectieuse initiale et l'évaluation des pertes en conditions naturelles ne pourront se faire.

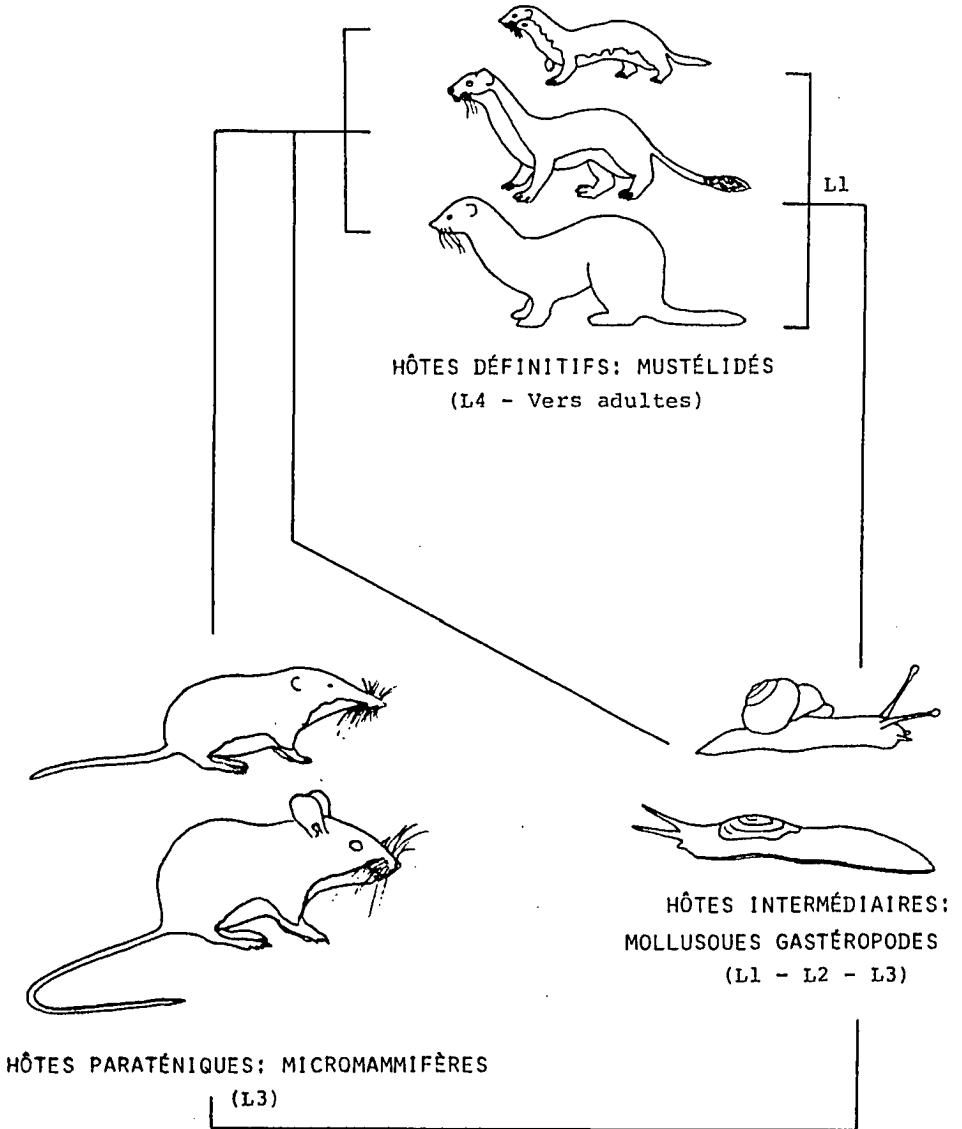


Figure 20: Cycle de *Skrjabinigylus nasicola*.

7. REMERCIEMENTS

Cette thèse a été réalisée sous la direction du Prof. C. Mermod, de l'Institut de Zoologie de l'Université de Neuchâtel. Je tiens à le remercier chaleureusement de l'aide et de la disponibilité dont il a fait preuve au cours de ce travail.

J'exprime également ma vive gratitude aux Prof. A. Aeschlimann, Directeur de l'Institut de Zoologie de l'Université de Neuchâtel, B. Czaplinski (Varsovie, Pologne), L. Euzet (Montpellier, France) ainsi qu'au Dr. M.-C. Durette-Deset (Paris, France) et au Dr. A. Meylan (Station fédérale de Changin) pour avoir accepté de faire partie du jury de thèse.

Je remercie également :

C. Baroffio, A. Buret, P. Debiève, G. Donzé et P. Marchesi pour l'aide qu'ils m'ont apportée durant les piégeages de Mustélidés, et pour la mise à disposition de putois.

D. Weber pour le "prêt" de putois piégés dans d'autres parties du canton de Neuchâtel.

M. le Dr. J.-C. Pedroli, Inspecteur de la Chasse et de la Pêche du Canton de Neuchâtel, pour les diverses autorisations de piégeages qu'il m'a accordées.

Mme J. Moret, conseillère en statistique de la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel, pour ses conseils dans l'analyse des données.

Le "Tierspital" de l'Université de Berne, pour le don de "Marceline", un bien sympathique furet.

Toutes les personnes qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre.

Enfin, je tiens à remercier tout particulièrement mon amie, Sandra, pour son soutien et sa collaboration dans la réalisation de ce travail.

Cette étude a été faite grâce au soutien financier du Fonds National de Recherches Scientifiques (subside No: 3.033-81) et de l'Institut de Zoologie de l'Université de Neuchâtel.

8. BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON, R.C. 1962. The systematics and transmission of new and previously described Metastrongyles (Nematoda: Metastrongylidae) from Mustela vison. Can. J. Zool. 40: 893-920.

ARTOIS, M.J., BLANCOU, J. & GERARD, Y. 1982. Parasitisme du Putois (Mustela putorius) par Troglotrema scutum. Rev. Méd. Vét. 133(12): 771-777.

ASHBY, K.R. 1967. Studies on the ecology of field mice and voles (Apodemus sylvaticus, Clethrionomys glareolus and Microtus agrestis) in Houghall Wood, Durham. J. Zool., Lond. 152: 389-513.

AYMERICH, M., MARQUEZ, M.D. & NEIRA, M.L. 1984. Incidencia del Nematodo parasito Skrjabinogylus nasicola Leuckart, 1842 sobre el Mustela en Espana. Donana Acta Vertebrata 11(2): 263-274.

BAER, J.-G. 1931. Quelques helminthes rares ou peu connus du putois. Rev. Suisse Zool. 38: 313-334.

BAER, J.-G. 1957. How to collect parasites. Methods adapted by the first Symposium on Host Specificity among Parasites of Vertebrates. Imprimerie Paul Attinger, Neuchâtel. 7 pp.

BAGEANOW. 1936. Kizucheniiu fauny paraziticheskih chervei Puhkinskogo zverozovkhoa. In: Popov (1943).

BANG, B.G. & BANG, F.B. 1975. Cell recognition by mucus secreted by urn cell of Sipunculus nudus. Nature 253: 634-635.

BLAIR, W.F. 1941. Techniques for the study of mammal populations. J. Mammal. 22: 148-157.

BOAG, D.A. 1983. The response of terrestrial snails to the presence of ungulates feces, a source of nematode larvae (Metastrongyloidea: Protostrongylidae). Can. J. Zool. 61: 1852-1856.

BUNNEL, F.L., MACLEAN, S.F. & BRDWN, J. 1975. Barrow, Alaska, USA. In: Structure and function of tundra ecosystems (Rosswall, T. & Heal, O.W., ed.) Ecol. Bull. No 20: 73-124.

CABARET, J. 1982. L'appréciation de l'infestation des mollusques par les Protostrongylidés: des paramètres utilisés et de leur inter-relation. Ann. Parasitol. Hum. Comp. 57(4): 367-374.

CABARET, J. & DAKKAK, A. 1979. Infestation expérimentale de Cochlicella ventricosa (Draparnaud, 1801) par des larves de Protostrongylidés. Ann. Parasitol. Hum. Comp. 54(1): 57-64.

CABARET, J., DAKKAK, A. & BAHAIIDA, B. 1980. Etude de l'infestation des mollusques terrestrés de la région de Rabat (Maroc) par les larves de Protostrongylidés dans les conditions naturelles. Rev. d'Élevage et de Méd. Vét. des Pays tropicaux 33(2) 159-165.

CAMERON, T.W.M. & PARNELL, I.W. 1933. Internal parasites of land mammals in Scotland. Proc. Roy. Physic. Soc. 22(3): 133-154.

CAUGHNEY, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto. 234 pp.

- CHALINE, J., BAUDVIN, H., JAMMOT, D. & SAINT GIRONS, M.-C. 1974. Les proies des rapaces. Doin, Paris. 141 pp.
- CHENG, T.C. & ALICATA, J.E. 1965. On the modes of infection of Achatina fulca by the larvae of Angiostrongylus cantonensis. Malacologia 2: 267-274.
- DANILOV, P.I. & RUSAKOV, O.S. 1969. (The ecology of the polecat, Mustela putorius, in Northwest European Russia). In: King, C.M. éd. 1980. Biology of mustelids: some Soviet research. Vol. 2. Science Information Division, Opt. of Scientific and Industrial Research, Wellington, New Zealand. 214 pp.
- DAY, M.G. 1968. Food habits of British stoats (Mustela erminea) and weasels (Mustela nivalis). J. Zool. 155: 485-497.
- DEBROT, S. 1981. Trophic relations between the Stoat (Mustela erminea) and its prey, mainly the Water Vole (Arvicola terrestris schermanni). In: Worldwide Furbearer Conf. Proc., Vol. II (Chapman, J.A., Pursley, D., ed.), Frostburg, Maryland, August 1980: 1259-1289.
- DEBROT, S. 1982. Ecologie de Mustela erminea l.: dynamique des composantes structurales, trophiques et parasitaires de deux populations. Thèse de doctorat non publiée. Univ. Neuchâtel. 279 pp.
- DEBROT, S. 1983. Fluctuations de populations chez l'Herminette (Mustela erminea l.). Mammalia 47: 323-332.
- DEBROT, S. 1984. Dynamique du renouvellement et structure d'âge d'une population d'herminettes (Mustela erminea). Rev. Ecol. (Terre Vie) 39: 77-88.
- DEBROT, S. & MERMOD, C. 1978. Morphométrie crânienne par radiographie. II: Application à une population d'herminettes (Mustela erminea l.). Rev. Suisse Zool. 85: 738-744.
- DEBROT, S. & MERMOD, C. 1981. Cranial helminth parasites of the Stoat and other mustelids in Switzerland. In: Worldwide Furbearer Conf. Proc., Vol. II (Chapman, J.A., Pursley, D., ed.), Frostburg, Maryland, August 1980: 690-705.
- DEBROT, S. & MERMOD, C. 1983. The spatial and temporal distribution pattern of the Stoat (Mustela erminea l.). Oecologia 59: 69-73.
- DEBROT, S., MERMOD, C., FLVAZ, G. & WEBER, J.-M. 1982. Atlas des poils de Mammifères d'Europe. Ed. Inst. Zool., Univ. Neuchâtel. 208 pp.
- DOUGHERTY, E.C. & HALL, E.R. 1955. The biological relationships between American weasels (genus Mustela) and nematodes of the genus Skriabinqylus Petrov, 1927 (Nematode: Metastrongylidae), the causative organisms of certain lesions in weasel skulls. Revista Iber. Parasit. Tomo Extraordinario: 531-576.
- DROZDZ, J., DOBY, J.-M. & MANDAHL-BARTH, G. 1971. Etude des morphologies et évolution larvaires d'Angiostrongylus (Parastrongylus) dujardini Drozd et Doby, 1970 (Nematode: Metastrongylidae). Infestation des Mollusques hôtes intermédiaires. Ann. Parasitol. Hum. Comp. 46: 265-276.
- DUBNITSKII, A.A. 1956. (A study of the development of the nematode Skriabinqylus nasicola, a parasite of the frontal sinuses of mustelids). Karskul. Zverovod. 1: 59-61. Traduction: King (1975 b).

- DUNCAN, N. 1976. Theoretical aspects concerning transmission of the parasite Skrjabinqylus nasicola (leuckart 1842) to stoats and weasels, with a review of the literature. *Mammal. Rev.* 6: 63-74.
- EAST, K. & LOCKIE, J.D. 1965. Further observations on weasels (Mustela nivalis) and stoats (Mustela erminea) born in captivity. *J. Zool.* 147: 234-238.
- EIBERLE, K. 1969. Vom Iltis (Mustela putorius) in der Schweiz. *Schweiz. Z. Forstwesen* 120(2): 99-107.
- ERLINGE, S. 1974. Distribution, territoriality and numbers of the weasel, Mustela nivalis, in relation to prey abundance. *Oikos* 25: 308-314.
- ERLINGE, S. 1977. Spacing strategy in stoat Mustela erminea. *Oikos* 28: 32-42.
- ERLINGE, S. 1979a. Movements and daily activity pattern of radio tracked male stoats, Mustela erminea. In: A handbook on biotelemetry and radio tracking (Amianer Jr., C.J. & MacDonald, D.W., eds.). Pergamon Press, Oxford and New York: 703-710.
- ERLINGE, S. 1979b. Adaptive significance of sexual dimorphism in weasels. *Oikos* 33: 233-245.
- ERLINGE, S. 1981. Food preference, optimal diet and reproductive output in stoats Mustela erminea in Sweden. *Oikos* 36: 303-315.
- EWING, S.A. & HIBBS, C.M. 1966. The sinus worm, Skrjabinqylus spp. (Nematoda: Pseudaliidae), a common parasite of skunks in Kansas. *Am. J. Vet. Res.* 27(121): 1783-1785.
- GAMBLE, R.L. & RIEWE, R.R. 1982. Infestations of the nematode Skrjabinqylus nasicola (leuckart, 1842) in Mustela frenata (lichtenstein) and M. erminea (L.) and some evidence of a paratenic host in the life cycle of this nematode. *Can. J. Zool.* 60: 45-52.
- GOBLE, F.C. 1942. Skrjabinqylus chitwoodorum from the frontal sinuses of Mephitis mephitica in New York. *J. Mammal.* 23: 96-97.
- GOETHE, F. 1939. Untersuchungen über die Winternahrung des Iltis nebst einigen weiteren biologischen Feststellungen. *Wild und Hund* 43: 720-722.
- GOETHE, F. 1940. Beiträge zur Biologie des Iltis. *Z. Säugetierk.* 15: 180-223.
- GOLVAN, Y.J. & DROUHET, E. 1972. Techniques en parasitologie et en mycologie. Flammarion Médecine-Sciences, Paris. 470 pp.
- GOSZCZYNSKI, J. 1977. Connections between predatory birds and mammals and their prey. *Acta Theriologica* 22: 399-430.
- HABERT, M. 1975. Quinze années de lutte contre le campagnol terrestre dans le Jura et le Haut Doubs. *Phytoma* 273: 11-14.
- HANSSON, I. 1967. Transmission of the parasitic nematode Skrjabinqylus nasicola (leuckart, 1842) to species of Mustela (Mammalia). *Oikos* 18: 247-252.
- HANSSON, I. 1968. Cranial helminth parasites in species of Mustelidae. I. Frequency and damage in fresh mustelids from Sweden. *Oikos* 19: 217-233.

- HANSSON, I. 1970. Cranial helminth parasites in species of Mustelidae. II. Regional frequencies of damage in preserved crania from Denmark, Finland; Sweden, Greenland and the N.E. of Canada compared with the helminth invasion in fresh mustelids skulls from Sweden. Ark. Zool. 22: 571-594.
- HANSSON, I. 1972. Skull-damaging helminths in Mustelids in Fennoscandia. Aquilo, Ser. Zool. 13: 65-68.
- HANSSON, I. 1974. Seasonal and environmental conditions affecting the invasion of mustelids by larvae of the nematode Skrjæbingylus nasicolæ. Oikos 25: 61-70.
- HENSEL, R. 1881. Cranialogische Studien. Nova Acta Leopoldina 42: 125-195.
- HILL, W.C. 1939a. The nematode Skrjæbingylus chitwoodorum n. sp. from the skunk. J. Parasitol. 25: 475-478.
- HILL, M. 1939b. The reproductive cycle of the male weasel (Mustela nivalis). Proc. Zool. Soc. Lond. 1090: 481-512.
- HOBMAIER, M. 1941. Extremammalian phase of Skrjæbingylus chitwoodorum (Nematoda). J. Parasitol. 27: 237-239
- HOLMES, J.C. 1961. Effects of concurrent infections on Hymenolepis diminuta (Cestoda) and Moniliformis dubius (Acanthocephala). 1. General effects and comparison with crowding. J. Parasitol. 47: 209-216.
- JENNINGS, D.H., THRELFALL, W. & OODDS, D.G. 1982. Metazoan parasites and food of short-tailed weasels and mink in Newfoundland, Canada. Can. J. Zool. 60: 180-183.
- KALLIO, P. 1975. Kevo, Finland. In: Structure and function of tundra ecosystems (Rosswall, T. & Heal, O.W., ed.). Ecol. Bull. No 20: 193-223.
- KING, C.M. 1973. A system for trapping and handling live weasels in the field. J. Zool., Lond. 171 458-464.
- KING, C.M. 1974. The nematode Skrjæbingylus nasicolæ (Metastrangyloidea) in mustelids: a new record for New Zealand. New Zealand J. Zool. 1: 501-502.
- KING, C.M. 1975. The sex ratio of trapped weasels (Mustela nivalis). Mammal Rev. 5: 1-8.
- KING, C.M. 1975b. Biology of Mustelids, some Soviet research: Vol. 1. British Lib. Lond. Div., Boston Spa. 266 pp.
- KING, C.M. 1977. The effect of the nematode parasite Skrjæbingylus nasicolæ on British weasels (Mustela nivalis). J. Zool., Lond. 182: 225-249.
- KING, C.M. 1980. The weasel Mustela nivalis and its prey in an English woodland. J. Anim. Ecol. 49: 127-159.
- KING, C.M. 1981. The reproductive tactics of the stoat (Mustela erminea) in New Zealand forests. In: Worldwide Furbearer Conf. Proc., Vol I (Chapman, J.A., Pursley, D., ed.), Frostburg, Maryland, August 1980: 443-468.
- KING, C.M. & MOODY, J.E. 1982. The biology of the stoat (Mustela erminea) in the national parks of New Zealand. New Zealand J. Zool. 9: 49-144.
- KLEINER, A. 1936. La consommation des Mollusques par les Oiseaux. L'Oiseau et la Rev. franç. d'Ornith. 6: 233-251.

- KOGTEVA, E.Z. & MOROZOV, V. F. 1970. (Infection of the pine marten (Martes martes) by nematodes of the genera Filaroides and Skrjabinogylus in the northwest RSFSR). Zool. Zhurnal 49(1): 131-136. Translation: King (1975 b).
- KONLER, G. & RUITENBERG, E.J. 1974. Comparison of three methods for detection of Irichinella spiralis infections in pigs by five European laboratories. Bull. OMS 50: 413-419.
- KONTRIMAVICHUS, V.I. 1961. (Résumé anglais: Data on the helminth fauna of the marten in Khabarovsk territory). Helminthologie 3: 168-173.
- KONTRIMAVICHUS, V.I., DELAMURE, S.I. & BOEV, S.N. 1976. Principles of nematology. Vol. 26. Metastrongyloidea of domestic and wild animals. K.M. Ryzhikov. Izdatel'stvo Nauka, Moscow.
- KREBS, C.J., GAINES, M.S., KELLER, B.L., MYERS, J.H. & TAMARIN, R.H. 1973. Population cycles in small rodents. Science 179: 35-41.
- KREIS, H.A. 1932. Studies on the genus Strongyloides (Nematodes). Am. J. Hyg. 16(2): 450-491.
- KRUPP, I.M. 1961. Effect of crowding and superinfection on habitat selection and egg production in Ancylostoma caninum. J. Parasitol. 47: 957-961.
- LANKESTER, M.W. & ANDERSON, R.C. 1966. Small mammals as paratenic hosts of lungworms. Can. J. Zool. 44: 341-342.
- LANKESTER, M.W. & ANDERSON, R.C. 1971. The route of migration and pathogenesis of Skrjabinogylus spp. (Nematoda: Metastrongyloidea) in mustelids. Can. J. Zool. 49: 1283-1293.
- LANKESTER, M.W. & CRICHTON, V.J. 1972. Skrjabinogylus lutrae n. sp. (Nematoda: Metastrongyloidea) from otter (Lutra canadensis). Can. J. Zool. 50: 337-340.
- LAUROV, N.P. 1944. (Effect of helminth invasions and infectious diseases on variations in numbers of the ermine (Mustela erminea L.)). Trudy tsentral. lab. Biol. Okhotn. 6: 151-163. Translation: King (1975 b).
- LAUROV, N.P. 1956. (Characteristics and causes of the prolonged depression in numbers of the ermine in forest-steppe and steppe zones of USSR). Trudy Vses. Nauch Issled Instit. Okhot. Prom. 16: 89-107.
- LEUCKART, F.S. 1842. Zoologische Bruchstücke III. Freiburg. pp 43-47.
- LEWIS, J.W. 1967. Observations on the skull of Mustelidae infected with the nematode Skrjabinogylus nasicola. J. Zool., Lond. 153: 561-564.
- LEWIS, J.W. 1978. A population study of the metastrongylid nematode Skrjabinogylus nasicola in the weasel Mustela nivalis. J. Zool., Lond. 184: 225-229.
- LEWIS, T. & TAYLOR, I.R. 1967. Introduction to Experimental Ecology. Acad. Press, London. 400pp.
- LINDER, A. 1953. Planen und Auswerten von Versuchen. Birkhäuser, Bale. p. 177 ss.
- LOCKIE, J.D. & DAY, M.G. 1964. The use of anaesthesia in the handling of stoats and weasels. In: Symposium on Small Mammal Anaesthesia (O. Graham Jones, ed.), Pergamon Press, Oxford: 187-189.

LOKEMOEN, J.T. & HIGGINS, K.F. 1972. Population irruption of the least weasel, Mustela nivalis, in east central North-Dakota USA. *Prairie Nat.* (PRNTD) 4(3-4): 96.

MACHIDA, M. & MIKURIYA, M. 1968. Studies on the skrjabinngyiasis in Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo* 11: 153-157.

MACKERRAS, M.J. 1956. Observations on the life history of the cat lungworm, Aelurostrongylus abstrusus (Raillet, 1898) (Nematoda: Metastrongylidae). *Austr. J. Zool.* 4: 188-195.

MAKLAKOVA, I.P. 1975. (Terrestrial molluscs of the southern Podmoskov'ya, intermediate hosts of protostrongylids of game animals). *Trudy Gel'mintologicheskoi laboratorii (Istedovanie po sistematike zhiznennym tsiklam i biokkimii gel'mintov)* 25: 102-106.

MANGA-GONZALES, M.Y. & MORRONDO-PELAYO, M.P. 1980. Notes on natural infection of some Melicidae spp. (Mollusca, Stylomatophora) by Protostrongylinae sheep larvae. *Maliotia* 10(2): 92.

MARCHESI, P. 1983. *Ecologie de Mustela erminea* l. dans les Préalpes vaudoises. Travail de licence non publié. Univ. Neuchâtel. 90 pp.

MARSHALL, W.H. 1963. The ecology of mustelids in New Zealand. *DSIR Inform. Ser.* 38: 1-32

MERMOD, C. 1969. *Ecologie et dynamique des populations de trois Rongeurs sylvoicoles.* *Mammalia* 33(1): 1-57.

MERMOD, C. & DEBROT, S. 1978. Morphométrie crânienne par radiographie. I: Problèmes techniques. *Rev. Suisse Zool.* 85: 730-738.

MERMOD, C., DEBROT, S., MARCHESI, P. & WEBER, J.-M. 1983. Le Putois (Mustela putorius l.) en Suisse romande. *Rev. Suisse Zool.* 90: 847-856.

MERRIAM, H.C. 1896. *Synopsis of the Weasels of North America.* N.A. Fauna, No 11.

MEYLAN, A. 1977. Foasorial forms of the water vole, Arvicola terrestris (L.), in Europe. *EPPD Bull.* 7: 209-221.

MOORS, P.J. 1975. The food of weasel (Mustela nivalis) on farmland in northeast Scotland. *J. Zool.* 177(4): 455-462.

MOORS, P.J. 1980. Sexual dimorphism in the body size of mustelids (Carnivora): the roles of food habits and breeding systems. *Oikos* 34: 147-158.

MOREL, J. & MEYLAN, A. 1970. Une pullulation de campagnola terrestres (Arvicola terrestris (L.)) (Mammalia: Rodentia). *Rev. Suisse Zool.* 77: 705-712.

MORRIS, R.F. 1955. Population studies on some small forest mammals in Eastern Canada. *J. Mammal.* 36: 21-35.

MÜLLER, H.-U. 1970. Beiträge zur Biologie des Hermelina (Mustela erminea L.). *Säugetierk. Mitt.* 18: 293-380.

OLT, A. 1929. Untersuchungen von Iltiaköpfen auf Parasiten in der Nasen und Stirnhöhle. *Deutsche Jägerzeitung*, Bd. 93: 83-84.

- PETROV, A.M. 1927. (Parasitische Würmer der Mustelidae. Zur Charakteristik der in den Stirnhöhlen und in den Lungen parasitierenden Nematoden). Festschrift für Skrjabin, Moskau, pp: 138-149.
- PETROV, A.M. 1928. Addition to the explanation of systematics of nematodes parasitic in the frontal sinus and lungs of Mustelidae. Ann. Mag. Trop. Med. 22: 259-264.
- PETROV, A.M. & GAGARIN, V.G. 1937. (A study of the development of the helminths of fur-bearing animals (filaroidosis and skrjabinoglyosis)). Doklady Vses. Akad. S-Kh. nauk im V.I. Lenina 5(8): 291-294. Translation: King (1975 b).
- PETROV, O.V. 1956. (Sexual dimorphism in the skull of Mustela erminea L.. Vestnik Leningrad. Univ. 1956(15) Part 3: 41-56. Translation: King (1975 b).
- PETRUSEWICZ, K. & ANDRZEJEWSKI, R. 1962. Natural history of a free-living population of house mice (Mus musculus Linnaeus), with particular reference to groupings within the population. Ekologia Polska, Seria A 10: 86-122.
- POPOV, V.A. 1943. (Numerosity of Mustela erminea Pall. as affected by Skrjabinoglyus invasion). Doklady Akad. Nauk SSSR 39: 160-162.
- READ, C.P. 1951. The "crowding effect" in tapeworm infections. J. Parasitol. 37: 174-178.
- RINEY, T., WATSON, J.S., BASSETT, C., TURBOTT, E.G. & HOWARD, W.E. 1959. Lake Monk. An ecological study in southern Fiordland. N.Z. DSIR Bull. 135: 1-74.
- RZEBIK-KOWALSKA, B. 1972. Badania nad pokarmem ssaków drapieżnych w Polsce. Acta Zool. Cracov. 17: 415-506.
- SAUERLÄNDER, R. 1979. Cepaea nemoralis (Helicidae, Stylommatophora) als experimenteller Zwischenwirt für Muellerius cepillarie (Protostrongylidae, Nematoda). Z. Parasitenkd. 59: 53-66.
- SIEGEL, S. 1956. Non parametric statistics for the behavioral sciences. McGraw-Hill Kogakusha Ltd., Tokyo, Japan. 312 pp.
- SIMMS, D.A. 1979. North American weasels: resource utilization and distribution. Can. J. Zool. 57: 824-832.
- SKORPING, A. & HALVORSEN, O. 1980. The susceptibility of terrestrial gastropods to experimental infection with Elaphostrongylus rangiferi Mitskevich (Nematoda: Metastrongyloidea). Z. Parasitenkd. 62: 7-14.
- SOEST, R.W.M. van, LAND, J. van der & GREE, P.J.H. van. 1972. Skrjabinoglyus naaicola (Nematoda) in skulls of Mustela erminea and Mustela nivalis (Mammalia) from the Netherlands. Beaufortia 20: 85-97.
- SOLOMON, G.B. 1969. Host hormones and parasitic infection. Int. Rev. Trop. Med. 3: 101-158.
- SOULSBY, E.J.L. 1965. Textbook of veterinary clinical parasitology. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1120 pp.
- STEWART, J.E. & ZWICKAR, O.M. 1972. Natural and induced bactericidal activities in the haemolymph of the lobster Homarus americanus: products of haemocyte-plasma interaction. Can. J. Microbiol. 18: 1499-1509.

- STOLL, N.R. 1923. Investigation on the control of Hookworm disease. XV. An effective method of counting Hookworm eggs in feces. Am. J. Hyg. 3 : 59-70.
- STUBOC, M. 1969. Populationsbiologische Untersuchungen an Mustela-Arten. Hercynia, Deutschland 6: 306-318.
- SWALES, W.E. 1938. Skrjabinogylus nasicola (Leuckart 1842) Petrov, 1927, a nematode parasitic in the frontal sinuses of American Mustelidae. pp: 455-458. Libro Jub. Prof. L. Travassos, Rio de Janeiro. 589 pp.
- SWANSON, G. & FRYKLUND, P.O. 1935. The least weasel in Minnesota and its fluctuations in numbers. American Midland Naturalist 16: 120-126.
- IAPPER, S. 1979. The effect of fluctuating vole numbers (Microtus agrestis) on a population of weasels (Mustela nivalis) on farmland. J. Anim. Ecol. 48: 603-617.
- TEPLOV, V.P. 1948. (The problem of sex-ratio in ermine). Zool. Zhurnal 27(6): 567-570. Translation: King (1975 b).
- THERON, A. 1974. Contribution à l'étude de quelques Helminthes de Rongeurs et de Carnivores. Rapport de stage. Univ. des Sciences et Techniques du Languedoc. Acad. de Montpellier. 48 pp.
- THERON, A. 1975. Recherches expérimentales sur l'évolution larvaire de Skrjabinogylus nasicola (Nematoda: Metastrongyloidea) chez deux mollusques terrestres. Vie et Milieu 25, Série C: 49-54.
- TRUSHIN, I.N. 1971. (Age susceptibility of molluscs to infections with Muellerius capillaris larvae). Trudy Vsesoyuznogo Instituta Gel'mintologii im. K.I. Skryabina 18: 271-274.
- TRUSHIN, I.N. 1973a. (The effect of the daily activity of terrestrial molluscs on the possibility of infection with Muellerius larvae). Trudy Vsesoyuznogo Instituta Gel'mintologii im. K.I. Skryabina 20: 179-183.
- TRUSHIN, I.N. 1973b. (The role of ecological factors in the natural infection of molluscs by Muellerius larvae). In Gagarin, V.G. (ed.). Problemy obshehei i prikladnoi gel'mintologii. Moscow, USSR. Izdatel'stvo "Nauka": 344-347.
- TRUSHIN, I.N. 1974. (Comparative rates of Muellerius infection in terrestrial molluscs in the laboratory and in natural conditions). Byulleten' Vsesoyuznogo Instituta Gel'mintologii im. K.I. Skryabina 13: 114-120.
- TWIGG, G.I. 1978. Marking mammals by tissue removal. In: Animal marking, recognition marking of animals in research (B. Stonehouse, ed.), pp: 109-118. The Macmillan Press, London. 257 pp.
- VIK, R. 1955. Invasion of Skrjabinogylus (Nematoda) in Norwegian Mustelidae. Nytt. Mag. Zool. 3: 70-78.
- VOGEL, H. & VOETKER, J. 1978. Über den Lebenszyklus von Trogloctrema acutum. Tropenmed. Parasit. 29: 385-405.

- WAHL, E. 1967. Etüde parasito-écologique des petits Mammifères (Inaectivores et Rongeurs) de val de l'Allondon (Genève). Rev. Suisse Zool. 74: 129-188.
- WALKER, D.R.G. 1972. Observations on a collection of weasels (Mustela nivalis) from estates in southwest Hertfordshire. J. Zool., Lond. 166: 474-480.
- WEBER, J.-M. 1981. Transmission expérimentale de Skrjabinogylus nasicola (Leuckart) à Mustela spp. L. Travail de licence non publié. Institut de Zoologie, Univ. de Neuchâtel. 47pp.
- WEBER, J.-M. & MERMOD, C. 1983. Experimental transmission of Skrjabinogylus nasicola, parasitic nematode of mustelids. Acta Zool. Fenn. 174: 237-238.
- WEBLEY, D. 1964. Slug activity in relation to weather. Ann. Appl. Biol. 53: 407-414.
- WEGELIN, H. 1930. Merkwürdige Nasenparasiten des Iltis Putorius foetorius Cuv. Mitt. Thurg. Naturf. Ges. 28: 159-166.
- WHITFIELD, P.J. 1979. The Biology of Parasitism: an introduction to the study of associating organisms. Edward Arnold Ltd., London. 277 pp.
- YAMAGUTI, S. 1961. Systema Helminthum. Nematodes of Mammals. Vol. 3 (1): 494-528.
- YURGENSON, P.B. 1933. (Skull variation in the ermine (Mustela erminea L.)) Zool. Zhurnal 12(1): 60-68. Traduction: King (1975 b).