

# **ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON**

ANNEE 2000 - THESE N°89

## **LES BILHARZIES AVIAIRES ET LA DERMATITE CERCARIENNE: SITUATION EN REGION RHÔNE- ALPES ET EXPOSITIONS EXPERIMENTALES DE CANARDS COLVERTS (*Anas platyrhynchos*)**

### **THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)

et soutenue publiquement le 08 décembre 2000  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

**Magalie RENE**  
née le 05 Mars 1975  
à Annecy (Haute-Savoie)



# DEPARTEMENTS ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Directeur : Professeur J.-F. CHARY

Le 1<sup>er</sup> sept 2000

DEPARTEMENT	PREX	PRI	PR2	MC	MA ancien statut	Contractuel, associé & IPAC	AERC	Chargés de conseil et d'enseignement
<b>DEPART. SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE</b> Microbiologie, Immunologie, Pathologie Gie,  Pathologie infectieuse Parasitologie & Maladies parasitaires Qualité et Sécurité des Aliments Législation & Jurisprudence	Y. RICHARD  M. PRAVE C. CHAUVE G. CHANTEGORELET	G. BOURDOISEAU P. DEMONT A. LACHERETZ	A. KODDO D. GREZEL V. GUERIN J. VIALARD L. ZENNER C. VERNNOZY A. GONTHIER	80 % 80%		M. ARTOIS  PR associé	M.P. CALLAIT	
<b>DEPART. DES ANIMAUX DE COMPAGNIE</b>  Anatomie Chirurgie et Anesthésiologie Dermatologie - Cancérologie Médecine interne Imagerie médicale	E. CHATELAIN J.P. GENEVOIS J.P. MAGNOL	T. ROGER D. FAU C. FOURNEL	M.A. BERTHELET S. SAWAYA E. TRONCY T. MARCHAL L. CHABANNE P. BARTHEZ		D. REMY	WATRELOT-VIREUX MC 0,5 PERRON-LEPAGE MC 0,5	C. CAROZZO  F. PONCE C. ESCRIOU	M. WITZ  I
<b>DEPART. DES PRODUCTIONS ANIMALES</b> Zootechnie, Ethologie & Economie rurale Nutrition et Alimentation  Biol. & Patho de la Reproduction Patho Animaux de Production	M. FRANCK  J.P. DESCHANEL J.P. BADINAND P. BEZILLE	M. RACHAIL T. ALOGNINOIWA	D. GRANCHER L. ALVES de OLIVEIRA G. EGON P. GUERIN R. FRIKHA M.A. ARCANGIOLI D. LE GRAND			A. DERNBURG MC contractuel  N. GIRAUD MC contractuel D. LAURENT MC associé 0,2 P. DEBARNOT MC contract 0,2 G. LESENECAL MC contract 0,2		T. OSSET  I
<b>DEPART. SCIENCES BIOLOGIQUES</b> Physiologie / Ithérapeutique Biophysique / Biochimie Génétique et Biologie moléculaire Pharmacie / Toxicologie Législation du Médicament Bio-Mathématiques  Langues	P. DELATOUR G. LONGUE  R. BOVIN F. GARNIER	E. BENOIT F. GRAIN P. JAUSSAUD G. KECK  J.L. CADORÉ C. FLEURY	J.J. THEBAULT T. BURONFOSSE V. LAMBERT P. BERRY P. SABATIER M.L. DELIGNETTE 80 % K. CHALVET-MONFRAY		J.M. BONNET-GARIN		M. BOCQUET A. FAVIER	
<b>DEPART. HIPIQUE</b> Pathologie équine Clinique équine Expertise néotropique	O. LEPAGE			S. MARTINOT	A. LEBLOND		A. BENAMOU	

A la mémoire de ma mère,

**A Monsieur le Professeur PICOT,**  
de l'Université Claude Bernard - LYON I,  
qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de  
thèse.

Hommages respectueux

**A Madame le Professeur CHAUVE,**  
de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon,  
pour son soutien précieux, pour avoir accepté d'examiner notre  
travail avec bienveillance et pour avoir accepté de faire partie de  
notre jury de thèse.

Notre sincère gratitude

**A Mademoiselle le Docteur VIALARD,**  
de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon,  
pour avoir accepté de participer à notre jury de thèse.

Sincères remerciements

**A Madame le Docteur BAYSSADE-DUFOUR,**  
du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris,  
pour avoir accepté d'examiner notre matériel expérimental, pour  
son aide et ses conseils précieux tout au long de ce travail et pour  
avoir accepté de participer à notre jury de thèse.

Sincères remerciements

**A Monsieur le Docteur GAUTHIER,**  
du Laboratoire Départemental d'Analyses Vétérinaires de la Savoie,  
pour la réalisation de l'autopsie des canards et l'extraction des vers,  
pour sa gentillesse et sa disponibilité et pour avoir accepté de faire  
partie de notre jury de thèse.

Sincères remerciements

- A Monsieur DUBOIS**, de l' Institut National de Recherche Agronomique de Thonon-les-Bains, pour son aide précieuse, sa bonne-humeur et ses attentions.
- Au Docteur VUONG**, de l'Hôpital Saint-Michel de Paris, pour l'examen histologique des canards malgré un emploi du temps très chargé.
- A Monsieur MOUTHON**, du C.E.M.A.G.R.E.F de Lyon, pour avoir accepté de déterminer nos mollusques.
- A Monsieur GOURREAU**, de l' Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments de Maisons-Alfort, pour nous avoir introduit dans le monde de "la puce du canard" et pour sa présence aux moments opportuns.
- A Madame le Professeur LEGER**, de la Faculté de Pharmacie de Reims, pour nous avoir enseigné la technique de dissection des cavités nasales du canard et la technique d'éclosion des miracidiums.
- A Monsieur le Professeur BRUGERE**, de l'École Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort, pour avoir accepté sans retenue de nous consacrer une après-midi complète pour la perfusion d'un canard.

**A mon père,**

pour son soutien, sa présence et sa bonne-humeur et pour avoir patiemment élevé mes huit canards et supporté pendant de longs mois la présence de mon "laboratoire" et de mes aquariums. Qu'il trouve ici l'expression de toute ma reconnaissance.

**A Damienne et Lydie,**

mes soeurs et amies pour toujours. Pour leur présence dans les moments difficiles. Que rien ne puisse jamais détruire cette relation.

**A Christian,**

pour son amour, sa patience et ses attentions de tous les jours.

**A ma grand-mère maternelle,**

pour sa gentillesse, son ouverture d'esprit et sa présence.

**A la mémoire de ma grand-mère paternelle.**

**A Guy, Laurent, Valentin, Fanny, Matthieu et Jérémy,**

que la famille s'agrandisse encore et toujours dans le même esprit.

**A Manu,**

pour sa présence tout au long de mes études et pour ses précieux conseils en informatique.

**A mes cousins Laurent, Karine, Pascal et les 80 autres,**

en souvenir de ces bons moments partagés.

**A Gilles et Cath,**  
pour leur amitié, et leur participation à ce travail.

**A mes amis d'enfance,**  
Greg, Ai-lich, Chantal, Nadège, en souvenir de tous ces bons moments passés ensemble.

**A Linotte, feu Tigrou, Pitouchon et Copain** mes amis à quatre pattes et à nageoires.

**A tous mes amis d'aujourd'hui** que je ne peux citer ici.

# SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION</u> .....	10
---------------------------	----

## Première partie: Partie bibliographique

<u>I/ CLASSIFICATION DES BILHARZIES</u> .....	13
<i>A/ Eléments de taxinomie</i> .....	13
<i>B/ Critères de détermination du genre Trichobilharzia</i> .....	18
a. Spécificité d'hôte intermédiaire, d'hôte définitif et localisation géographique.....	18
b. Spécificité de localisation chez l'hôte définitif.....	19
c. Caractéristiques des œufs.....	20
d. Caractéristiques du miracidium.....	20
e. Caractéristiques de la cercaire.....	20
f. Caractéristiques morphologiques du ver adulte.....	21
g. Caryotype.....	22
<i>C/ Principaux agents de dermatite en Europe</i> .....	23
<u>II/ CYCLES ÉVOLUTIFS</u> .....	25
<i>A/ Hôtes intermédiaires</i> .....	26
a. Principaux mollusques hôtes intermédiaires.....	26
b. Biologie et écologie des mollusques.....	26
c. Cycle de reproduction.....	27
<i>B/ Hôtes définitifs</i> .....	28
a. Bilharzies à localisation nasale.....	28
b. Bilharzies à localisation mésentérique.....	29
<i>C/ Formes larvaires</i> .....	31
a. Miracidium.....	31
b. Sporocystes.....	31
c. Furcocercaire.....	31
<u>III/ MORPHOLOGIE DES BILHARZIES: EXEMPLE DE Trichobilharzia regenti</u> .....	34
<i>A/ Adultes</i> .....	34
<i>B/ Oeufs</i> .....	36

<i>C/ Formes larvaires</i> .....	37
a. Miracidium.....	37
b. Sporocystes.....	38
c. Furcocercaire.....	38
<b><u>IV/ LOCALISATION DES BILHARZIES CHEZ LES OISEAUX</u></b> .....	40
<i>A/ Bilharzies à localisation nasale</i> .....	40
<i>B/ Bilharzies à localisation mésentérique</i> .....	41
<b><u>VI/ LOCALISATION DES BILHARZIES CHEZ LES MAMMIFÈRES</u></b> .....	44
<b><u>VII/ POUVOIR PATHOGENE DES BILHARZIES</u></b> .....	44
<i>A/ Pouvoir pathogène chez l'oiseau</i> .....	44
a. Manifestations cliniques.....	44
1. Bilharzies à localisation nasale.....	44
2. Bilharzies à localisation mésentérique.....	45
b. Lésions histologiques.....	45
1. Bilharzies à localisation nasale.....	45
2. Bilharzies à localisation mésentérique.....	47
<i>B/ Pouvoir pathogène chez l'homme: la dermatite cercarienne</i> .....	48
a. Définition.....	48
b. Répartition géographique en France.....	49
c. Manifestations cliniques et traitement.....	51
d. Epidémiologie.....	53
e. Devenir des cercaires après infestation.....	56
<i>C/ Pouvoir pathogène chez les autres mammifères</i> .....	57
<i>D/ Effets de l'infestation sur l'hôte intermédiaire</i> .....	59
<b><u>VIII/ LUTTE CONTRE LES BILHARZIOSES AVIAIRES</u></b> .....	60
<i>A/ Action sur les oeufs</i> .....	61
<i>B/ Action sur les mollusques hôtes intermédiaires</i> .....	61
a. Lutte par modification physique du biotope.....	61
b. Lutte chimique.....	63
c. Lutte biologique.....	63
1. Agents toxiques: algues et extraits d'algues.....	64
2. Agents infectieux.....	64
3. Parasites des mollusques.....	65
4. Prédateurs de mollusques.....	65
5. Mollusques compétiteurs.....	66

<i>C/ Action sur les larves libres</i> .....	67
<i>D/ Prévention de la pénétration des furcocercaires</i> .....	67
<i>E/ Traitement anthelminthique des hôtes définitifs</i> .....	68
<b>VIII/ SITUATION DU PROBLÈME EN RÉGION</b>	
<b><u>RHÔNE-ALPES</u></b> .....	69
<i>A/ Historique et répartition géographique</i> .....	69
<i>B/ Etudes déjà réalisées en région Rhône-Alpes</i> .....	71
a. Lac Léman, 1983/1984/1985: étude des cercaires du Léman et étude épidémiologique de la dermatite.....	71
b. Lac d'Annecy, 1994: description d'un premier cas de dermatite.....	72
c. Lac d'Annecy, 1995/1996: isolement de furcocercaires de <i>Trichobilharzia franki</i> .....	73
d. Lac Léman, 1996: nouvelles enquêtes épidémiologiques.	73
e. Lac d'Annecy, 1997: enquêtes épidémiologique et environnementale.....	74
f. Lac du Bourget, lac de Paladru et lac d'Aiguebelette, 1997: enquêtes épidémiologique et écologique.....	75
g. Lac du Bourget, lac d'Annecy, 1998: enquête sur les hôtes définitif.....	76
h. Lac Léman, lac d'Annecy, 1998: étude malacologique et essais de lutte.....	78
i. Lac d'Annecy, 1998: infestation expérimentale de canards de Barbarie par des furcocercaires ocellées.....	78
j. Lac d'Annecy, été 2000: étude d'une population d'hôtes intermédiaires.....	79
k. Lac d'Annecy et lac Léman, 2000: étude de la diversité génétique des cercaires de <i>Schistosomatidae</i> .....	80
l. Lac Léman, 2000: expositions expérimentales d'un canard de Barbarie et d'un mérion aux furcocercaires ocellées de <i>Lymnaea peregra</i> .....	81
<i>C/ Conclusion</i> .....	82

# Deuxième partie: Partie expérimentale

<b><u>I/ EXPOSITIONS 1999</u></b> .....	84
<i>A/ Matériel</i> .....	84
a. Mollusques.....	84
b. Colverts.....	86
c. Cercaires.....	87
d. Vers.....	88
<i>B/ Méthodes</i> .....	88
a. Protocole d'émission des cercaires et isolement des furcocercaires ocellées.....	88
b. Coloration argentique des furcocercaires.....	89
c. Exposition expérimentale des colverts aux furcocercaires ocellées des différentes limnées.....	90
d. Ecouvillonnage nasal.....	90
e. Suivi coproscopique.....	90
f. Autopsie des colverts .....	91
g. Isolement des vers et des oeufs.....	91
h. Préparation d'un lot de vers pour l'étude des structures tégumentaires au microscope électronique à balayage.....	91
i. Coloration d'un lot de vers au Carmin Chlorhydrique Alcoolique de Grenacher.....	92
<i>C/ Résultats - Discussion</i> .....	92
a. Autopsies, écouvillonnages et coproscopies.....	92
b. Chétotaxie des cercaires.....	94
c. Etude morphologique des vers et des oeufs.....	95
<b><u>II/ EXPOSITIONS 2000</u></b> .....	108
<i>A/ Matériel</i> .....	108
a. Mollusques.....	108
b. Canards.....	109
<i>B/ Méthodes</i> .....	110
a. Protocole d'émission des cercaires et isolement des furcocercaires ocellées.....	110
b. Exposition expérimentale des canards aux furcocercaires ocellées.....	111
c. Sacrifice et préparation du canard 1 pour analyse anatomo- pathologique.....	111
d. Extraction des vers du canard 2 par perfusion et dissection.....	111
e. Isolement des vers.....	112

<i>C/ Résultats - Discussion</i> .....	112
a. Autopsie et analyse anatomo-pathologique du canard 1....	112
b. Examen du liquide de perfusion du canard 2 et dissection des organes.....	113
<b><u>III/ DISCUSSION GÉNÉRALE</u></b> .....	113
<b><u>CONCLUSION</u></b> .....	117
<b><u>ANNEXES</u></b> .....	118
<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b> .....	131

# FIGURES

<u>figure 1</u> : principaux caractères distinctifs des schistosomes parasites des oiseaux (Yamaguti, 1971b) .....	14
<u>figure 2</u> : caractères distinctifs des différents membres de la famille des <i>Schistosomatidae</i> (Farley, 1971) .....	16
<u>figure 3</u> : représentation schématique du cycle évolutif général des bilharzies aviaires (Haemmerli, 1953) .....	25
<u>figure 4</u> : adultes mâle et femelle de <i>Trichobilharzia regenti</i> (Horak <i>et al.</i> , 1998) .....	35
<u>figure 5</u> : oeuf de <i>Trichobilharzia regenti</i> (Horak <i>et al.</i> , 1998) .....	36
<u>figure 6</u> : miracidium de <i>Trichobilharzia regenti</i> (Horak <i>et al.</i> , 1998) .....	37
<u>figure 7</u> : furcocercaire de <i>Trichobilharzia regenti</i> (Horak <i>et al.</i> , 1998) .....	39
<u>figure 8</u> : disposition des papilles sensorielles de la cercaires de <i>Trichobilharzia regenti</i> après coloration argentique (Horak <i>et al.</i> , 1998) .....	40
<u>figure 9</u> : distribution des schistosomules et des adultes dans les organes de l'hôte de 5 minutes à J168 p.i. (Bourms <i>et al.</i> , 1973) .....	43
<u>figure 10</u> : foyers de dermatite en France (Martins, 2000) .....	51
<u>figure 11</u> : taux d'atteinte par une probable dermatite cercarienne au cours de l'été 1996 sur les rives du lac Léman (Chamot <i>et al.</i> , 1998) .....	54
<u>figure 12</u> : principaux lacs de la région Rhône-Alpes (Atlas mondial Encarta 98 - Microsoft) .....	70
<u>figure 13</u> : répartition géographique des plages du lac Léman où ont été signalés des cas de dermatite durant les étés 1983 et 1984 (Eklun-Natey <i>et al.</i> , 1985c) .....	72
<u>figure 14</u> : plages du lac d'Annecy (Syndicat Intercommunal du Lac d'Annecy) .....	74

<u>figure 15</u> : comparaison des coquilles de <i>Lymnaea auricularia</i> et de <i>Lymnaea peregra</i> (Gloër & Meier-Brook, 1998) .....	85
<u>figure 16</u> : canards colverts ( <i>Anas platyrhynchos</i> ) (Peterson <i>et al.</i> , 1962) .....	86
<u>figure 17</u> : ver 239 TN1 d'après les données du M.E.B. (C. Bayssade-Dufour) .....	96
<u>figure 18</u> : schéma récapitulatif de l'exposition a .....	97
<u>figure 19</u> : ver 228 TN après observation à la chambre claire d'un microscope photonique (C. Bayssade-Dufour) .....	99
<u>figure 20</u> : schéma récapitulatif de l'exposition b .....	102
<u>figure 21</u> : ver 230 TN après observation à la chambre claire d'un microscope photonique (C. Bayssade-Dufour) .....	104
<u>figure 22</u> : ver 229 TN après observation à la chambre claire d'un microscope photonique (C. Bayssade-Dufour) .....	105
<u>figure 23</u> : oeuf de <i>Trichobilharzia franki</i> (Müller & Kimmig, 1994) .....	107
<u>figure 24</u> : schéma récapitulatif de l'exposition c .....	108

# TABLEAUX

<u>tableau I</u> : caractéristiques des 4 principales espèces de bilharzies aviaires agents de dermatite en Europe .....	24
<u>tableau II</u> : principaux mollusques hôtes intermédiaires de bilharzies aviaires en Europe .....	26
<u>tableau III</u> : hôtes définitifs de bilharzies à localisation nasale reconnus en Europe .....	28
<u>tableau IV</u> : principaux oiseaux d'Europe reconnus hôtes définitifs de bilharzies à localisation mésentérique .....	30
<u>tableau V</u> : infestation des hôtes définitifs par les schistosomes en hiver (Gauthier, 1999) .....	77
<u>tableau VI</u> : identification des limnées utilisées pour les expositions 1999 .....	86
<u>tableau VII</u> : caractéristiques des canards utilisés pour les expositions 1999 .....	87
<u>tableau VIII</u> : identification des vers .....	88
<u>tableau IX</u> : résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition a .....	93
<u>tableau X</u> : résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition b .....	93
<u>tableau XI</u> : résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition c .....	94
<u>tableau XII</u> : identification des limnées utilisées pour les expositions 2000 .....	109
<u>tableau XIII</u> : caractéristiques des canards utilisés pour les expositions 2000 .....	110

# ANNEXES

<b><u>ANNEXE 1:</u></b> .....	119
morphologie comparative des oeufs de <i>Trichobilharzia franki</i> , <i>Trichobilharzia ocellata</i> , <i>Trichobilharzia regenti</i> et <i>Trichobilharzia szidati</i>	
<b><u>ANNEXE 2:</u></b> .....	120
• lésions cutanées rapportées, symptômes associés et conséquence d'une dermatite cercarienne chez 153 nageurs à Genève (Suisse), en 1996 (Chamot <i>et al.</i> , 1998)	
• estimation du taux d'atteinte de baigneurs à Genève (Suisse) par une dermatite cercarienne en 1996 selon des caractéristiques de base, comportementales et météorologiques (Chamot <i>et al.</i> , 1998)	
<b><u>ANNEXE 3:</u></b> .....	123
clichés photographiques	

## INTRODUCTION

"Les bilharzioses sont des maladies vermineuses déterminées chez les mammifères (dont l'homme) et les oiseaux par le parasitisme de trématodes digènes gonochoriques, à localisation vasculaire et plus spécialement veineuse: les schistosomes ou bilharzies" (Euzéby, 1974). Leur hôte intermédiaire étant un mollusque gastéropode aquatique, ces parasites sont inféodés à ce milieu.

L'appellation "bilharzie" a pour origine le nom du chercheur qui en 1852 a découvert la schistosomose vésicale de l'homme: Théodor Bilharz (Euzéby, 1974).

Ces parasites sont surtout connus dans les pays tropicaux et subtropicaux pour être responsables d'une des plus importantes maladies helminthiques de l'homme: la schistosomiase (genre *Schistosoma*). Cette maladie concernerait 200 à 300 millions d'individus dans le monde (Blankespoor *et al.*, 1985).

Les schistosomes animaux qui nous intéressent sont, quant à eux, des parasites plus cosmopolites. Ils ont été décrits dans le monde entier, exception faite de l'Antarctique (Kolarova *et al.*, 1997).

Notre étude se limitera aux bilharzies aviaires, parasites du sang des oiseaux, pour deux raisons:

- l'intérêt d'une remise à jour des connaissances sur ce sujet,
- l'importance de l'étude de l'incidence médicale de ces parasites chez leurs hôtes définitifs habituels ainsi que chez leurs éventuels hôtes accidentels (dont l'homme). En effet, les larves cercaires de certaines de ces bilharzies sont responsables d'une affection humaine déjà bien connue dans le monde entier mais d'importance croissante en Europe et plus particulièrement en région Rhône-Alpes: la dermatite cercarienne. Cette incidence zoonosique explique l'abondance des travaux en cours.

La dermatite cercarienne est une éruption cutanée très prurigineuse due à la pénétration dermique de stades larvaires (furcocercaires) de trématodes aviaires. L'homme était considéré jusqu'à présent comme une impasse parasitaire (de Gentile *et al.*, 1996). Cependant, des études récentes remettent en question cette affirmation.

En Europe, c'est le genre *Trichobilharzia* qui serait le plus représenté (de Gentile *et al.*, 1996). Cependant une étude bibliographique approfondie nous montre qu'il existe à l'heure actuelle encore de nombreuses interrogations, notamment en ce qui concerne l'identification des parasites, les différents hôtes intervenant dans leurs cycles ainsi que les facteurs environnementaux et écologiques favorisant leur développement.

Les cas de dermatite sont décrits plus fréquemment lors d'activités professionnelles ou de loisirs en eau douce. Cependant, quelques cas de dermatites marines ont également été rapportés.

Dans une première partie nous nous attacherons à rassembler les données bibliographiques actuelles sur ce parasite: classification, cycles évolutifs et descriptions morphologiques, conséquences cliniques du parasitisme chez l'hôte définitif ainsi que chez l'hôte accidentel et méthodes de lutte envisageables ou déjà expérimentées contre ces bilharzies. Nous terminerons cette première partie par un bilan de la situation en région Rhône-Alpes. La seconde partie aura pour but de présenter les résultats que nous avons obtenus suite à plusieurs expositions expérimentales de colverts à des furcocercaires ocellées issues de deux espèces de limnées du lac d'Annecy.

Première partie: Partie  
bibliographique

# I/ CLASSIFICATION DES BILHARZIES

## A/ Eléments de taxinomie

Les schistosomes sont des acoelomates appartenant à l'embranchement des plathelminthes ("vers plats") qui comprend trois classes principales: les turbellariés, formes libres non parasites (planaires d'eau douce), les cestodes, parasites de forme rubanée, segmentés ("ténias"), et les trématodes, parasites non segmentés, foliacés (douve) ou cylindriques (schistosomes). Les trématodes intéressants sur le plan médical sont les digènes (existence d'au moins deux hôtes au sein du cycle parasitaire).

Parmi les trématodes digènes, généralement hermaphrodites, les schistosomes ont la particularité d'être de sexes séparés. Au cours de leur cycle évolutif, que nous développerons plus loin, ils passent par les différents stades: oeuf, miracidium, sporocyste et cercaire.

-----

Différentes classifications sont employées selon les auteurs. Nous nous baserons sur trois d'entre-elles qui donnent un aperçu de leur diversité.

### Classification de Yamaguti (1971b)

Yamaguti, comme de nombreux auteurs, classe les schistosomes des mammifères et des oiseaux dans une seule famille: la **famille des *Schistosomatidae***. Puis, en fonction des caractères morphologiques des vers adultes, il distingue 4 sous-familles (figure 1).

Canal gynécophore bien développé, testicules-----> sous-famille des  
situés en avant de l'union caecale, deux ventouses **Schistosomatinae**  
typiques, caecum unique sans branches latérales,  
femelle à corps cylindrique ou presque.

Genres: *Ornithobilharzia*, *Macrobilharzia*, *Microbilharzia*,  
*Austrobilharzia*.

Canal gynécophore variable (bien développé, -----> sous-famille des  
atrophié ou nul), testicules situés en arrière **Bilharziellinae**  
de l'union caecale, deux ventouses typiques,  
caecum unique sans branches latérales, mâle  
cylindrique ou aplati, femelle aplatie en région  
caecale.

Genres: *Trichobilharzia*, *Pseudobilharziella*, *Sinobilharzia*,  
*Bilharziella*, *Chinhuta*.

Canal gynécophore peu développé, -----> sous-famille des  
testicules nombreux, situés en arrière de **Dendritobilharziinae**  
l'union caecale, pas de ventouse,  
caecum avec branches latérales, corps  
aplatis dans les 2 sexes, femelle plus  
longue que le mâle.

Genre: *Dendritobilharzia*.

Canal gynécophore peu développé, testicules -----> sous-famille des  
nombreux situés en arrière de l'union caecale, **Gigantobilharziinae**  
acétabulum toujours absent, ventouse buccale  
généralement absente mais parfois présente,  
caecum sans branches latérales, corps cylindrique  
ou presque dans les 2 sexes, femelle plus longue  
ou plus courte que le mâle.

Genre: *Gigantobilharzia*.

figure 1: principaux caractères distinctifs des schistomes parasites des oiseaux  
(Yamaguti, 1971b)

### Classification d'Euzéby (1975) basée sur celle d'Azimov (1970)

Euzéby, reprenant la conception d'Azimov (1970) sépare les 70 espèces de schistosomes des mammifères et des oiseaux en deux familles:

- **famille des *Schistosomatidae***: parasites des mammifères, caractérisés par: deux ventouses typiques; un caecum unique, simple et non ramifié; un mâle à corps aplati et canal gynécophore bien développé s'étendant jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, dont les testicules, le plus souvent peu nombreux sauf dans le genre *Orientobilharzia*, sont situés en avant de la jonction postérieure des caecums, dans la moitié antérieure du corps, généralement immédiatement en arrière de l'acétabulum; une femelle filiforme plus longue que le mâle avec un pore génital post-acétabulaire et des cercaires généralement dépourvues d'yeux.

- **famille des *Ornithobilharziidae***: parasites des oiseaux caractérisés par un canal gynécophore atrophié; un grand nombre de testicules (supérieur à 80) et des cercaires ocellées (exception faite de la sous-famille des *Ornithobilharziinae* dont le canal gynécophore est bien développé et les cercaires aveugles).

En dehors de cette distinction de famille la classification des schistosomes parasites des oiseaux d'Euzéby (1975) est proche de celle de Yamaguti (1971b). Cependant Euzéby range les schistosomes d'oiseaux présentant un canal gynécophore bien développé, des testicules en avant de l'union caecale, 2 ventouses typiques et un caecum unique sans branches latérales dans la sous-famille des *Ornithobilharziinae* alors que selon Yamaguti, les membres de ce groupe appartiennent à la sous-famille des *Schistosomatinae*.

### Classification de Farley (1971)

Selon Farley, les schistosomes parasites de mammifères et d'oiseaux appartiennent à une seule famille: la **famille des *Schistosomatidae***. Puis, en fonction des caractères morphologiques des adultes, il est distingué trois sous-familles: les *Schistosomatinae*, les *Bilharziellinae* et les *Gigantobilharziellinae* dont les caractères sont décrits en figure 2.

Mâle avec canal gynécophore bien développé s'étendant jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, testicules situés en avant de l'union caecale -----> sous-famille des **Schistosomatinae** (oiseaux et mammifères)

genres: *Schistosomatium*, *Bivitellobilharzia*,  
*Heterobilharzia*, *Schistosoma*,  
*Austrobilharzia*, *Orientobilharzia*,  
*Macrobilharzia*, *Ornithobilharzia*.

Mâle sans canal gynécophore ou avec canal gynécophore réduit ne s'étendant pas jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, testicules situés en arrière de l'union caecale

Pore génital femelle situé juste en arrière de l'acétabulum, ventouse buccale et acétabulum présents dans les deux sexes -----> sous-famille des **Bilharziellinae** (oiseaux)

genres: *Bilharziella*, *Trichobilharzia*

Pore génital femelle à l'extrémité antérieure du corps, pas d'acétabulum dans les deux sexes -----> sous-famille des **Gigantobilharziinae** (oiseaux)

genres: *Gigantobilharzia*, *Dendritobilharzia*

figure 2: caractères distinctifs des différents membres de la famille des Schistosomatidae (Farley, 1971)

Notons que:

1. Farley range le genre *Dendritobilharzia* dans la sous-famille des *Gigantobilharziinae* alors qu'Euzéby et Yamaguti en font une sous-famille à part entière (sous-famille des *Dendritobilharziinae*).

2. Farley considère que les genres *Austrobilharzia* et *Microbilharzia* sont synonymes alors qu'Euzéby et Yamaguti séparent ces 2 genres.

Au delà de ces subtilités morphologiques, la systématique des bilharzies se heurte à d'autres difficultés. La méconnaissance notamment des cycles complets de nombreuses espèces a entretenu une confusion non négligeable dans toute la littérature (Farley, 1971). De plus, la description de certaines espèces couramment répandues est très contemporaine (*Trichobilharzia franki* en 1994, *Trichobilharzia regenti* en 1998). Enfin, beaucoup d'auteurs ont renforcé cette confusion en appelant *Trichobilharzia ocellata* des parasites différents ayant en commun un stade larvaire furcocercaire ocellée mais dont la forme adulte et le cycle parasitaire étaient inconnus (Blair & Islam, 1983). Odening (1996) confirme cette affirmation mais montre par ailleurs que l'espèce *Cercaria ocellata*, originellement décrite par La Valette en 1855 en Allemagne et dont l'unique hôte intermédiaire est *Lymnaea stagnalis*, est bien une espèce à part entière. Par ailleurs, la détermination des mollusques n'a pas toujours été réalisée par de véritables malacologistes ce qui laisse supposer l'existence d'éventuelles erreurs quant à la détermination de l'hôte intermédiaire (Gauthier, 1999).

Parmi les schistosomes parasites d'oiseaux, un certain nombre est agent de dermatite cercarienne chez l'homme. Cinq genres sont généralement incriminés. Il s'agit des genres *Trichobilharzia*, *Ornithobilharzia*, *Gigantobilharzia*, *Austrotilharzia* et *Orientobilharzia* (de Gentile *et al.*, 1996).

Le genre *Trichobilharzia* est le plus important de la famille puisqu'il comprend plus de 40 espèces représentées dans le monde (Blair & Islam, 1983). Les furcocercaires de ce genre jouent un rôle indubitable dans l'étiologie des dermatites cercariennes de l'homme.

Il apparaît aujourd'hui que les espèces du genre *Trichobilharzia* comprennent deux groupes: les parasites des vaisseaux sanguins des viscères des oiseaux qui étaient les seuls connus en Europe jusqu'en 1997 (Horak *et al.*, 1998), et ceux des sinus veineux de la sphère nasale des oiseaux encore peu décrits et peut-être donc sous-estimés. Cependant, comme l'avait déjà Farley (1971), le genre *Trichobilharzia* est un "considérable chaos" pour différentes raisons: tout d'abord parce que peu de travaux sont allés au delà de la simple description des adultes et des cercaires pour chercher à détailler le cycle parasitaire, mais également par le fait que de nombreux articles sont incomplets et ne décrivent qu'un seul représentant des deux sexes.

Blair et Islam (1983) ont tenté de subdiviser ce groupe et de donner une description de ses représentants. Un certain nombre d'espèces, dont la description est incomplète, ont été classées par ces auteurs dans le groupe "*species inquirendae*".

## B/ Critères de détermination du genre *Trichobilharzia*

Le genre *Trichobilharzia* est défini par Skrjabin & Zakharow (1920) avec pour espèce type *Trichobilharzia kossarewi*, hôte type *Anas circia* et pays type la Russie.

Pour la détermination du genre, les systématiques tentent de faire la synthèse: des données morphologiques du parasite, des données chétotaxiques des formes larvaires et des données biologiques relatives aux hôtes intermédiaires. Pour *Trichobilharzia kossarewi*, à ce jour, beaucoup de ces données sont manquantes. L'utilisation de techniques telles que la biologie moléculaire ou la génétique permettrait d'affiner cette détermination lorsque les caractères précédemment cités sont parfaitement établis.

Nous nous baserons le plus souvent dans cette présentation sur les travaux de Blair et Islam (1983).

### **a. Spécificité d'hôte intermédiaire, d'hôte définitif et localisation géographique**

Les larves miracidium des digènes peuvent être attirées par de nombreuses espèces de mollusques mais ne sont capables en général de se développer que dans un seul d'entre eux (le plus souvent un *Lymnaeidae* ou un *Physidae* pour le genre *Trichobilharzia*) (Blair & Islam, 1983). Des descriptions récentes telles que celle de *Trichobilharzia franki* (Müller & Kimmig, 1994) ou celle de *Trichobilharzia regenti* (Horak *et al.*, 1998) vont dans le sens d'une spécificité étroite puisque, pour chacun de ces vers, un seul mollusque est reconnu hôte intermédiaire. Cependant d'autres travaux font mention d'une spécificité plus relative et d'un passage possible du parasite par des hôtes intermédiaires d'espèces différentes. Kolarova et Horak (1996) isolent, par exemple, des cercaires de *Trichobilharzia szidati* de 4 espèces différentes: *Lymnaea stagnalis*, *Radix auricularia*, *Lymnaea peregra* et *Stagnicola palustris*. Enfin, une récente étude, utilisant la biologie moléculaire, semble montrer qu'il pourrait y avoir 2 espèces différentes du genre *Trichobilharzia* parasitant *Lymnaea ovata* et que l'une de ces 2 espèces parasiterait également *Lymnaea auricularia* (= *Radix auricularia*) (Picard, 2000). Nous pensons qu'il serait souhaitable, avant de remettre cette spécificité en doute, d'être convaincu de l'identité des mollusques utilisés dans ces différents travaux.

Par opposition à leur spécificité d'hôte intermédiaire, assez étroite, les cercaires de *Trichobilharzia* sont capables de pénétrer l'épiderme de presque tous les vertébrés à sang chaud (Blair & Islam, 1983) mais elles ne poursuivent leur cycle parasitaire que dans certains d'entre-eux (notamment les oiseaux dans le cas des bilharzioses aviaires).

Parmi les oiseaux, de nombreuses espèces peuvent devenir hôte définitif d'une même espèce de bilharzie. La spécificité vis-à-vis de l'hôte définitif est donc, contrairement à celle de l'hôte intermédiaire, large. Enfin, des expositions expérimentales de vertébrés autres que des oiseaux ont parfois abouti au développement de vers dans des organes internes tels que les poumons et plus rarement le système nerveux central, le foie, les reins, le coeur et les intestins de ces vertébrés (Bacha *et al.*, 1982; Haas & Pietsch, 1991; Horak *et al.*, 1999; Horak & Kolarova, 2000; Martins, 2000; Olivier, 1953). Cependant, le développement ralenti des schistosomules et le faible nombre de vers quittant les poumons ne permettrait pas d'envisager le déroulement complet du cycle parasitaire chez ces hôtes non habituels (Bacha *et al.*, 1982).

La plupart des espèces du genre *Trichobilharzia* ont été décrites à l'origine dans un seul lieu géographique. Or, il apparaît que des descriptions ultérieures ont pu mettre en évidence ces mêmes parasites dans des localités parfois très éloignées. S'agit-il bien du même parasite ou là encore d'une erreur d'identification de la part des auteurs? Blair et Islam (1983) préfèrent ne pas tenir compte de cette particularité.

#### **b. Spécificité de localisation chez l'hôte définitif**

Il existerait une certaine spécificité de localisation organique des vers adultes chez l'hôte définitif. De façon générale, deux groupes de vers peuvent être distingués en fonction de leur lieu de résidence à maturité:

- les vers dont les adultes sont accouplés et pondent dans le système veineux mésentérique (Appleton, 1983; Barber & Cairn, 1995; Bourns *et al.*, 1973...).

- les vers dont les adultes sont accouplés et pondent dans le système veineux des cavités nasales (Blair & Islam, 1983; Blair & Ottesen, 1979; Fain, 1955a; Horak *et al.*, 1998; Martin-Loehr, 1999).

Notons que d'autres localisations que les veines mésentériques et les sinus veineux des cavités nasales ont parfois été décrites chez les oiseaux. Ces bilharzies à localisations particulières ont ainsi pu être isolées: du coeur (*Ornithobilharzia kowalewski*), des veines cloacales (*Trichobilharzia waubesensis*, *Trichobilharzia burnetti* et *Trichobilharzia kegonsensis*) ou des veines rénales (*Gigantobilharzia egretta*) de différentes espèces d'oiseaux (Yamaguti, 1971a).

La localisation de l'adulte chez l'hôte définitif permettrait donc une première distinction d'espèces. Cependant, il est nécessaire de garder quelques réserves car les recherches relatives à ces hôtes définitifs sont encore récentes et les connaissances encore fragmentaires.

### **c. Caractéristiques des oeufs**

Mc Müllen et Beaver (1945) attachent une grande importance à l'utilisation de la forme des oeufs comme critère de caractérisation des espèces.

Cependant, des descriptions ultérieures révèlent que des espèces différentes peuvent avoir des oeufs de morphologies presque identiques. Par exemple, les oeufs de *Trichobilharzia aureliani* issus des veines des cavités nasales de canards sont très proches de ceux de *Trichobilharzia elvae* que l'on trouve dans les vaisseaux sanguins viscéraux des oiseaux (Blair & Islam, 1983). De la même façon, les oeufs de *Trichobilharzia physellae* dont le cycle passe par un mollusque *Physidae* ressemblent à ceux de *Trichobilharzia maegraithi* qui se développe dans un mollusque *Lymnaeidae* (Blair & Islam, 1983).

### **d. Caractéristiques du miracidium**

Les principaux caractères utilisés pour différencier les larves miracidiums sont le nombre et l'arrangement des cellules germinales et la disposition de la ciliature épidermique. Chez la plupart des miracidiums du genre *Trichobilharzia* existent 22 cellules ciliées disposées en 4 rangées selon la formule 6:9:4:3=22. Cependant, cette formule n'est pas systématique chez toutes les espèces du genre *Trichobilharzia* et existe également dans d'autres genres de schistosomes (Blair & Islam, 1983).

### **e. Caractéristiques de la cercaire**

L'étude des cercaires chez l'hôte intermédiaire peut se faire selon deux modalités:

- par observation directe de leur émission et isolement de celles-ci en se plaçant dans les conditions de température et de luminosité optimales
- par dissection des mollusques et observation sous microscope des différents stades larvaires.

Curtis (1997) dans son étude sur les trématodes émis par un même mollusque (*Ilyanassa obsoleta*, hôte intermédiaire d'*Austrobilharzia variglandis*, agent de dermatite marine) recommande la technique de dissection car l'émission des cercaires ne semble révéler que quelques unes des espèces réellement présentes dans chaque individu.

Il semblerait qu'à l'heure actuelle, la seule technique permettant une détermination assez précise et pouvant présenter un intérêt en systématique soit l'observation de la disposition des papilles sensorielles après imprégnation argentique. Cette technique est appelée étude chétotaxique des cercaires. Cependant, Kolarova et Horak (1996), dans leur description des cercaires de *Trichobilharzia szidati*, reconnaissent que l'examen des cercaires par deux personnes différentes peut conduire à un résultat variable et admettent, malgré une disposition différente de l'une des papilles, que *Trichobilharzia szidati* serait identique à *Trichobilharzia cf. ocellata* décrite par Eklun-Natey *et al.* (1985c).

Certains auteurs tentent également de classer les cercaires en fonction de leur comportement et de leur position de repos dans l'eau. Cependant, selon Blair et Islam (1983) la majorité des cercaires de *Trichobilharzia* ont un comportement plus ou moins identique: un phototactisme positif et l'adoption au repos d'une position dite "en crochet".

Enfin, d'autres auteurs pensent qu'il pourrait y avoir une différence spécifique dans la chronologie de l'émission des cercaires de bilharzies d'oiseaux au cours du nyctémère. Il n'y a, à l'heure actuelle, pas suffisamment de données bibliographiques sur la chronobiologie de l'émission cercarienne chez les bilharzies d'oiseaux pour pouvoir en tenir compte en taxinomie (Blair & Islam, 1983).

#### **f. Caractéristiques morphologiques du ver adulte**

La longueur des vers adultes, utilisée par certains comme clé de détermination d'une espèce apparaît ne pas être un critère fiable puisque le mode de préparation ou de fixation du parasite semble pouvoir la modifier (Blair & Islam, 1983).

Blair et Islam (1983) ne tiennent pas non plus compte de la mensuration de l'acétabulum ou de la ventouse buccale car ils estiment que cette mesure a pu être réalisée selon des axes différents.

Cependant, l'étude d'autres particularités morphologiques telles que la présence d'épines ou de papilles de surface, la forme de l'extrémité postérieure du corps ou diverses autres caractéristiques du tégument peut, elle, donner des informations intéressantes.

En ce qui concerne les organes internes, on retient plus particulièrement:

- la zone de réunion des caecums
- la disposition de la papille génitale, la longueur relative de la vésicule séminale ou le nombre de testicules chez le mâle
- la forme et l'emplacement de l'ovaire et du réceptacle séminal chez la femelle.

L'étude de la morphologie des adultes et des oeufs est à l'heure actuelle la plus classique des méthodes d'identification spécifique. Il serait souhaitable de pouvoir systématiquement y associer une étude complète du cycle parasitaire (oeufs, formes larvaires, localisation chez l'hôte définitif...).

#### **g. Caryotype**

En 1997, date de la dernière description d'un caryotype de bilharzie aviaire, 22 espèces de la famille des *Schistosomatidae* avaient déjà été définies sur le plan cytogénétique (Spakulova *et al.*, 1997).

En général, les schistosomes possèdent des chromosomes relativement larges, le plus souvent à deux chromatides. Leur nombre varie de 14 à 20 dont 2 chromosomes sexuels: ZZ chez le mâle et ZW chez la femelle. Cependant, chez 5 espèces de *Trichobilharzia*, aucun chromosome sexuel n'a été mis en évidence (Spakulova *et al.*, 1997).

Il semblerait également que, malgré des différences morphologiques et des différences d'hôtes intermédiaires marquées, les caryotypes de certaines bilharzies soient souvent proches. Ainsi Spakulova *et al.* (1997), dans leur comparaison des caryotypes de *Trichobilharzia franki* et de *Trichobilharzia szidati*, avouent ne trouver de caractère réellement distinctif entre ces deux espèces, du point de vue caryotypique, que sur la morphologie des chromosomes sexuels (principalement du chromosome W). Pourtant ces deux espèces présentent des caractères généraux assez différents (forme des oeufs, aspect et position réciproque des organes sexuels et digestifs). Par contre, leur distinction est très difficile à partir de la morphologie des seules cercaires.

Ceci nous amène à conclure qu'il serait désormais souhaitable de décrire de façon précise toute nouvelle espèce de bilharzie, au moins sur le plan morphologique (adulte, stades embryonnaires et larvaires) et sur le plan biologique en y associant si possible des techniques plus récentes telles que le caryotypage ou la biologie moléculaire.

### C/ Principaux agents de dermatite en Europe

En Europe, dans l'état actuel de nos connaissances, 4 espèces de bilharzies sont considérées comme agents principaux de dermatite. Il s'agit de *Trichobilharzia ocellata*, *Trichobilharzia szidati*, *Trichobilharzia franki* et *Trichobilharzia regenti*, dont les caractéristiques sont rappelées dans le tableau I. Ce tableau a été réalisé grâce à un choix d'articles récents et/ou de références mais ne tient pas compte des descriptions les plus anciennes. Récemment, Odening (1996), reconnaît que *Trichobilharzia ocellata* est bien une espèce à part entière avec pour unique hôte intermédiaire *Lymnaea stagnalis*. Cependant, pendant de longues années, de nombreux auteurs y ont associé des espèces différentes n'ayant pour seul point commun que la présence d'ocelles sur le stade furcocercaire. Il est donc probable que sous le nom de *Trichobilharzia ocellata* on ait décrit un ensemble d'espèces dont font probablement partie *Trichobilharzia szidati*, *Trichobilharzia franki* et peut être d'autres non encore identifiées (Blair & Islam 1983; Kolarova & Horak, 1996).

espèce	hôtes intermédiaires connus	lieux de description	localisation de l'adulte chez l'hôte définitif
<i>Trichobilharzia franki</i> (Müller & Kimmig, 1994)	<i>Lymnaea auricularia</i> (3,9,10)	République Tchèque (9) Allemagne (10) France (3)	veines mésentériques
<i>Trichobilharzia ocellata</i> (La Valette, 1855)	<i>Lymnaea stagnalis</i> (12)	Agent majeur en Europe: Allemagne (12) Suisse (12) Danemark (12) Angleterre (12) Pologne (12) France (3, 12) ...	veines mésentériques
<i>Trichobilharzia regenti</i> (Horak et al., 1998)	<i>Lymnaea peregra peregra</i> (= <i>Lymnaea peregra</i> ) (5) <i>Lymnaea peregra ovata</i> (= <i>Lymnaea ovata</i> ) (5)	République Tchèque (5)	sinus veineux des cavités nasales
<i>Trichobilharzia szidati</i> (Neuhaus, 1952)	<i>Lymnaea peregra peregra</i> (= <i>Lymnaea peregra</i> ) (8,9) <i>Lymnaea peregra ovata</i> (= <i>Lymnaea ovata</i> ) (1,9,11) <i>Lymnaea stagnalis</i> (1,4,7,8,9,11,13) <i>Lymnaea auricularia</i> (1,6,7,8,9) <i>Stagnicola palustris</i> (8)	Agent majeur en Europe centrale République Tchèque (1,6,8,9,13) Suisse (1) Allemagne (1,11) Autriche (4) Pays-Bas (7) ...	veines mésentériques

(1) Allgöwer & Matuschka, 1993 ; (2) Gauthier, 1999 ; (3) Gay et al., 1999 ; (4) Graefe et al., 1973 ; (5) Horak et al., 1998 ; (6) Kolarova et al., 1989 ; (7) Kolarova et al., 1992 ; (8) Kolarova & Horak, 1996 ; (9) Kolarova et al., 1997 ; (10) Müller & Kimmig, 1994 ; (11) Neuhaus, 1952 ; (12) Odéning, 1996 ; (13) Spakulova et al., 1996

NB: Pour certains auteurs (comme Gloër & Meier-Brook, 1998), le genre *Lymnaea* est maintenant appelé *Radix*. Par soucis de correspondance avec notre partie expérimentale, nous conserverons dans la suite de ce travail l'appellation *Lymnaea*.

#### tableau I: caractéristiques des 4 principales espèces de bilharzies aviaires agents de dermatite en Europe

Quelques autres espèces de bilharzies d'oiseaux ont également de façon sporadique montré leur capacité à provoquer chez l'homme l'apparition d'une dermatite en Europe. Il s'agit notamment des espèces *Ornithobilharzia intermedia*, *Dendritobilharzia pulverulenta* et *Gigantobilharzia suebica* (Yamaguti, 1971b).

Notons qu'en dehors de ces 4 espèces, d'autres espèces de bilharzies d'oiseaux encore inconnues pourraient être ou devenir agents de dermatite dans nos régions.

### III/ CYCLES EVOLUTIFS

Les bilharzies d'oiseaux sont des trématodes digènes à sexes séparés. Adultes, ils parasitent les vaisseaux sanguins de leur hôte. Les oeufs sont pourvus d'un éperon épineux caractéristique. Ils sont pondus dans la paroi intestinale ou dans les cavités nasales de leur hôte puis sont éliminés avec les fèces ou le mucus nasal. Au contact d'un milieu aqueux, ils éclosent et donnent naissance à une première forme larvaire, nageuse: la larve miracidium.

Ils possèdent un seul hôte intermédiaire (mollusque aquatique) dans lequel se réalise la multiplication larvaire qui aboutit à la production de cercaires à queue fourchue (furcocercaires), nageuses. Ces dernières pénètrent activement chez l'hôte définitif par voie cutanée puis se transforment en jeunes schistosomules rejoignant rapidement le réseau veineux. Deux localisations électives des adultes sont connues: les sinus veineux des cavités nasales ou les veines mésentériques de l'hôte définitif. Chez l'homme, ces cercaires sont responsables de l'apparition d'une dermatite lors de leur pénétration cutanée. La figure 3 présente le cycle parasitaire général des bilharzies d'oiseaux.

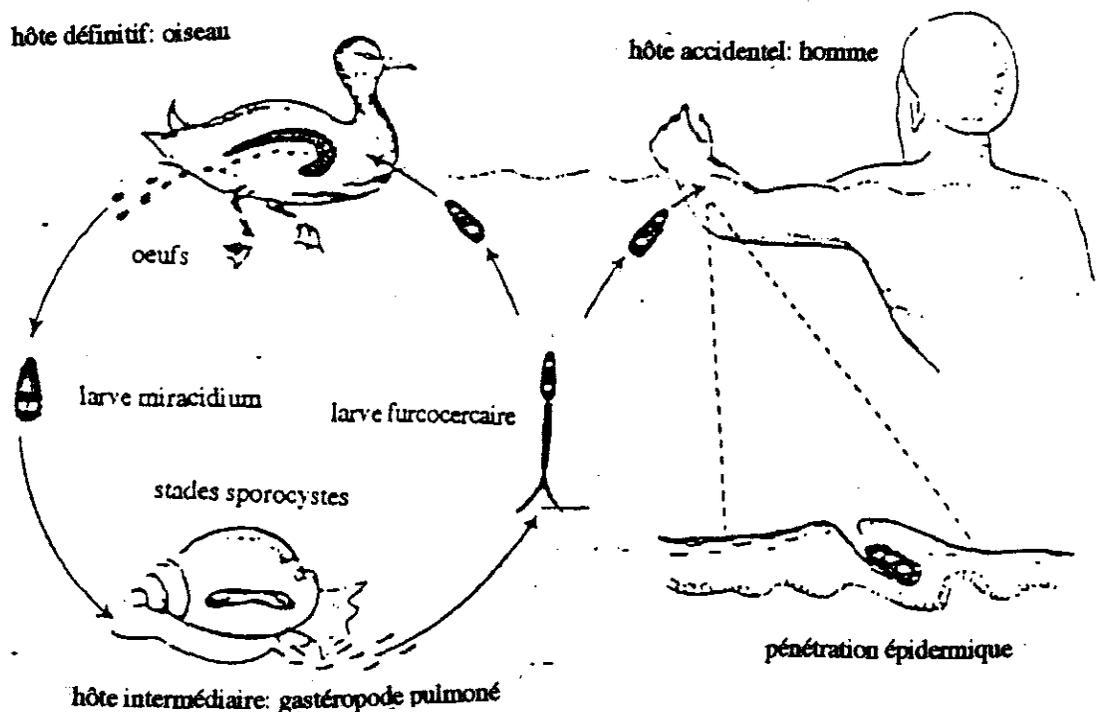


figure 3: représentation schématique du cycle évolutif général des bilharzies aviaires (Haemmerli, 1953)

## A/ Hôtes intermédiaires

### **a. Principaux mollusques hôtes intermédiaires**

Le cycle parasitaire des bilharzies aviaires du genre *Trichobilharzia* passe par un unique hôte intermédiaire: un mollusque gastéropode pulmoné aquatique appartenant le plus souvent, en Europe, à la famille des *Lymnaeidae*. La famille des *Planorbidae* est, quant à elle, hôte intermédiaire d'autres genres: *Dendritobilharzia* et *Gigantobilharzia* (Combes *et al.*, 1980). Le tableau II donne la liste des principaux mollusques hôtes intermédiaires de bilharzies aviaires en Europe.

<b><i>Lymnaeidae</i></b>	<i>Lymnaea peregra ovata</i> (= <i>Lymnaea ovata</i> ) (1,2) <i>Lymnaea peregra peregra</i> (= <i>Lymnaea peregra</i> ) (1,2) <i>Lymnaea stagnalis</i> (1,2) <i>Lymnaea auricularia</i> (1,2) <i>Lymnaea palustris</i> (1,2)
<b><i>Planorbidae</i></b>	<i>Planorbarius corneus</i> (1,2) <i>Planorbis planorbis</i> (2) <i>Planorbis acronicus</i> (1) <i>Anisus vortex</i> (2) <i>Anisus leucostomus</i> (1,2) <i>Bathymphalus contortus</i> (2)

(1) Allgöwer & Matuschka; (2) Kolarova *et al.*, 1997

tableau II: principaux mollusques hôtes intermédiaires de bilharzies aviaires en Europe

### **b. Biologie et écologie des mollusques**

L'ensemble des auteurs s'intéressant aux bilharzies s'accordent sur le fait que les connaissances sur l'écologie des mollusques hôtes intermédiaires sont encore fragmentaires et ne permettent que difficilement de prédire les conditions favorables au développement des parasites et à l'apparition de cas de dermatite.

Les principales informations sont issues de constatations de terrain et de quelques études concernant la biologie des individus, la coexistence de certaines espèces, et leur activité au cours de la journée.

Anderson *et al.* (1976) montrent que l'activité des mollusques est plus intense dans les premières heures de la journée, ceci étant fiable, au laboratoire, à une augmentation de la luminosité après une période d'absence d'éclairage.

Ces mollusques se situent préférentiellement dans les zones protégées de l'action des vagues et dans les milieux peu profonds (de 0 à 3 mètres environ) avec ou sans végétation mais enrichis en nutriments. Ces conditions se rencontreraient dans les secteurs situés à proximité des arrivées de cours d'eau, des égouts, des buses d'eaux usées, des zones portuaires et souvent à proximité des zones de baignade (Hubert, 2000). Ces données bibliographiques sont confortées par certaines observations de terrain qui montrent que les mollusques hôtes intermédiaires sont récoltés essentiellement dans les herbiers, les zones d'accumulation et de décomposition de matières organiques végétales et riches en algues filamenteuses, les embouchures de cours d'eau ainsi que dans les parties immergées des murs et autres ouvrages présentant une interface avec l'eau (embarcadères, quais, coques de barques etc.) (Fournier, 1998). Cependant, des différences inter et intra-spécifiques peuvent être observées. Ainsi, Wulfschleger & Ward (1998) montrent-ils une relation probable entre l'anatomie de *Lymnaea peregra ovata* et de *Lymnaea peregra peregra* et leur lieu de vie. *Lymnaea peregra ovata*, pourvue d'une coquille plutôt compacte à large ouverture et d'un pied large préférerait les côtes mouvantes et les eaux courantes alors que *Lymnaea peregra peregra*, à coquille plutôt longue munie d'une plus petite ouverture et d'un pied plus réduit supporterait mieux les zones momentanément émergées en s'enfonçant dans la vase. Dans le plan d'eau étudié par ces auteurs, *Lymnaea peregra ovata* est communément retrouvée dans des zones rocheuses mais également dans des zones peu profondes alors que *Lymnaea peregra peregra* est uniquement présente dans les zones peu profondes.

Les pulmonés d'eau douce sont omnivores, cependant les limnées peuvent devenir carnivores dans les lacs profonds (Martoja, 1995). Elles se nourrissent principalement d'algues vertes et de débris organiques (Hubert, 2000).

Des phénomènes de compétitions interspécifiques ont également pu être décrits. Ainsi, la coexistence dans un même milieu de *Lymnaea peregra* et de *Lymnaea auricularia* semble aboutir à une disparition progressive de *Lymnaea peregra* au profit de *Lymnaea auricularia*. Ce phénomène serait lié à une compétition alimentaire due à des similarités dans l'anatomie digestive de ces 2 espèces (Adam & Lewis, 1992).

### **c. Cycle de reproduction**

Pour la majorité des gastéropodes dulcicoles, le cycle biologique est annuel et il serait, pour la plus grande partie des individus de ces espèces sans recouvrement des générations. Les individus de la génération précédente passent l'hiver, pondent à la fin du printemps ou au début de l'été puis meurent.

Pendant ce temps, les oeufs éclosent et donnent naissance à la nouvelle génération qui va se développer rapidement jusqu'à l'automne puis passer l'hiver à l'état de vie ralentie en attendant le printemps suivant (Hubert, 2000).

### B/ Hôtes définitifs

#### **a. Bilharzies à localisation nasale**

Dans le cas des bilharzioses nasales, les hôtes définitifs actuellement décrits dans le monde appartiennent pour la plupart à l'ordre des Anseriformes (Martin-Loehr, 1999).

En Europe, de tels parasites ont été identifiés pour la première fois, en 1984, chez des cygnes tuberculés (*Cygnus olor*) du lac de Zürich (Palmer & Ossent, 1984), puis Horak *et al.* (1998) ont montré le développement de *Trichobilharzia regenti* dans les sinus veineux des cavités nasales du canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et du canard de Barbarie (*Cairina moschata*) en République Tchèque. Martin-Loehr (1999) a reproduit, pour la première fois en France, le cycle d'une bilharzie à localisation nasale (probablement *Trichobilharzia regenti*) chez le canard de Barbarie. Les espèces, reconnues hôtes définitifs de bilharzies nasales en Europe, sont reportées dans le tableau III.

ordre	famille	espèces
Ansériformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i> (canard colvert) (1) <i>Cairina moschata</i> (canard de Barbarie) (1,2) <i>Cygnus olor</i> (cygne tuberculé) (3)

(1) Horak *et al.*, 1998 ; (2) Martin-Loehr, 1999 ; (3) Palmer & Ossent, 1984

tableau III: hôtes définitifs de bilharzies à localisation nasale reconnus en Europe

Cependant, des espèces n'appartenant pas à l'ordre des Anseriformes ont également montré, sur d'autres continents, leur capacité à devenir hôtes définitifs de bilharzies à localisation nasales. Elles appartiennent à l'ordre des Columbiformes (pigeon) (Islam, 1986), à l'ordre des Ciconiiformes (ibis) (Fain, 1955a) et à l'ordre des Podicipédiformes (grèbes) (Martin-Loehr, 1999).

Notons cependant que toute tentative de développement, chez le poulet, de *Trichobilharzia arcuata* ou de *Trichobilharzia regenti*, parasites des sinus veineux des cavités nasales, s'est soldée par un échec (Horak *et al.*, 1998 ; Islam, 1986).

En Europe, la première description de ces parasites étant récente, aucune enquête relative aux hôtes définitifs n'a encore été réalisée. On peut donc envisager, connaissant la faible spécificité de ces bilharzies envers leurs hôtes définitifs, que de nombreuses espèces d'oiseaux, autres que celles citées précédemment, puissent héberger de tels parasites.

Une enquête, réalisée fin 1998 et début 1999 dans un étang du nord de la France (région de Vouziers dans les Ardennes), a révélé que la moitié des colverts autopsiés était porteuse d'oeufs de trichobilharzies au niveau des cavités nasales (Léger & Martin-Loehr, 1999). Ceci laisse présager de découvertes probablement surprenantes.

#### **b. Bilharzies à localisation mésentérique**

Les connaissances sur les hôtes définitifs de bilharzies à localisation mésentérique sont moins fragmentaires. Les descriptions sont nombreuses, autant en Europe que sur les autres continents.

L'étude de la bibliographie relative à ces parasites montre que les hôtes définitifs de bilharzies à localisation mésentérique appartiennent pour la plupart à l'ordre des Ansériformes et à l'ordre des Lariformes (Kolarova *et al.*, 1997).

Les descriptions étant nombreuses, parfois anciennes ou incomplètes, nous constituons, à partir d'un ouvrage (Yamaguti, 1971b) et deux articles récents (Kolarova *et al.*, 1997; Kostadinova, 1997), une liste des principales espèces d'oiseaux hôtes définitifs de bilharzies à localisation mésentérique reconnues en Europe (tableau IV). Ces trois documents nous donnent un aperçu de la diversité des espèces hôtes définitifs de tels parasites mais ne permettent en aucun cas de réaliser une liste exhaustive.

ordre	famille	espèces
<b>Ansériformes</b>	<i>Anatidae</i>	g. <i>Anas</i> (1,3) dont <i>Anas platyrhynchos</i> (canard colvert) (1) <i>Anas clypeata</i> (canard souchet) (1) <i>Anas querquedula</i> (sarcelle d'été) (1) <i>Anas crecca</i> (sarcelle d'hiver) (1) <i>Anas acuta</i> (canard pilet) (1)  g. <i>Aythya</i> (1,3) dont <i>Aythya ferina</i> (fuligule milouin) (1) <i>Aythya fuligula</i> (fuligule morillon) (1,3)  g. <i>Anser</i> (3) dont <i>Anser anser</i> (oie cendrée) (1)  g. <i>Cygnus</i> (1,3) dont <i>Cygnus olor</i> (cygne tuberculé) (1,3)  g. <i>Bucephala</i> (garrots) (3)  g. <i>Mergus</i> (harles) (3)
<b>Charadriiformes</b>	<i>Laridae</i>	g. <i>Sterna</i> (1,3) dont <i>Sterna hirundo</i> (sterne pierregarin) (1,3)  g. <i>Chlidonias</i> (guifettes) (1,3)  g. <i>Hydropogone</i> (sternes) (1,3)  g. <i>Gelochelidon</i> (sternes) (1)  g. <i>Larus</i> (1,3) dont <i>Larus minutus</i> (mouette pigmée) (2,3) <i>Larus ridibundus</i> (mouette rieuse) (1,3) <i>Larus argentatus</i> (goéland argenté) (2) <i>Larus fuscus</i> (goéland brun) (3) <i>Larus canus</i> (goéland cendré) (3)
<b>Podicipédiformes</b>	<i>Podicipedidae</i>	g. <i>Podiceps</i> (3) dont <i>Podiceps cristatus</i> (grèbe huppée) (1,3)
<b>Ciconiiformes</b>	<i>Ardeidae</i>	g. <i>Ardea</i> (3) dont <i>Ardea cinerea</i> (héron cendré) (1)  g. <i>Nycticorax</i> (bihoreaux) (3)
	<i>Ciconiidae</i>	g. <i>Ciconia</i> (cigognes) (3)
<b>Gruiformes</b>	<i>Rallidae</i>	g. <i>Fulica</i> (1) dont <i>Fulica atra</i> (foulque macroule) (1)  <i>Rallus aquaticus</i> (râle d'eau) (1,3)
	<i>Gruidae</i>	g. <i>Grus</i> (grues) (3)
<b>Charadriiformes</b>	<i>Scolopacidae</i>	g. <i>Tringa</i> (chevaliers) (3)
<b>Gaviiformes</b>	<i>Gaviidae</i>	g. <i>Gavia</i> (plongeurs) (3)
<b>Procellariiformes</b>	<i>Procellariidae</i>	<i>Puffinus kuhli</i> (puffins) (3)

(1) Kolarova *et al.*, 1997 ; (2) Kostadinova, 1997 ; (3) Yamaguti, 1971b

tableau IV: principaux oiseaux d'Europe reconnus hôtes définitifs de bilharzies à localisation mésentérique

## C/ Formes larvaires

### **a. Miracidium**

Après éclosion, l'oeuf émis dans les fientes ou le mucus nasal libère une petite larve ciliée nageuse appelée larve miracidium. Dans le cas des bilharzioses méésentériques comme dans celui des bilharzioses nasales, l'éclosion peut avoir lieu directement dans les tissus ou après libération des oeufs dans l'eau avec les fientes ou le mucus nasal (Bourns *et al.*, 1973; Horak *et al.*, 1998). Dans l'eau, elle se produit en une dizaine de minutes lorsque la température est convenable (Gay, 1997). De faible longévité (12 heures selon Hoeffler, 1974), la larve part immédiatement à la recherche de l'hôte intermédiaire. Elle serait guidée par un chimiotactisme positif envers des substances sécrétées par l'hôte intermédiaire spécifique (Kalbe *et al.*, 1997).

### **b. Sporocystes**

La pénétration active de la larve miracidium dans le mollusque hôte intermédiaire aboutit, en fonction de l'espèce de bilharzie, au développement et à la multiplication, dans la glande digestive de celui-ci, d'un ou plusieurs stades sporocystes (Yamaguti, 1975). La dernière génération de sporocystes donne naissance à la forme larvaire suivante: la larve furcocercaire.

### **c. Furcocercaire**

L'infestation du mollusque par un miracidium aboutirait en 7 semaines selon Hubert (2000), 5 semaines selon Hoeffler (1974), à la libération de milliers de cercaires (jusqu'à 25000 selon Chamot *et al.*, 1998), toutes du même sexe. Jarcho & Van Burkalow (1952) considèrent que l'infestation de mollusques par les miracidiums se déroule au cours de l'été et que le développement larvaire s'étend sur l'hiver pour déboucher sur l'élimination des cercaires l'été suivant. Ces dernières, nageuses elles aussi, sont également de faible longévité: 24 à 50 heures selon Meyer & Dubois (1954), 12 à 24 heures selon Hoeffler (1974). Notons que Meyer & Dubois (1954) n'ont pas pu obtenir d'infestations expérimentales de la peau humaine lorsque les cercaires étaient âgées de plus de 24 heures. Pourvues d'une queue fourchue, les cercaires assurent la réinfestation de nouveaux hôtes définitifs.

Leur émission est active et se présente sous forme d' "essaims". La larve perce le manteau du mollusque, le plus souvent près du bord de la coquille du côté exposé à la lumière. Quand le corps est dégagé, elle tire par à-coups le tronc caudal avec les fourchons. Complètement libérée, la cercaire adopte une nage le plus souvent à reculons et intermittente en direction d'une source lumineuse (phototropisme positif, géotropisme négatif). Elle se fixe dès qu'elle atteint un support et adopte alors une position dite "en crochet" (fixation sur le support par la ventouse ventrale alors que le reste du corps s'écarte de la paroi) (Meyer & Dubois, 1954). Les études de Feiler & Haas (1988a et 1988b) montrent que les cercaires ont tendance à s'accumuler en surface et que leurs déplacements et leur attachement sont stimulés par le passage d'une zone d'ombre au dessus du liquide dans lequel se trouvent les cercaires en suspension (zone d'ombre simulant le passage d'un canard) et par la présence en suspension de certains composants chimiques de la peau des pattes (lipides de surface: cholestérol et céramides).

L'intensité de l'émission est sous la dépendance de différents paramètres environnementaux. Ainsi Meyer & Dubois (1954) ont-ils pu obtenir expérimentalement une reprise de l'émission des furcocercaires par une simple augmentation de la luminosité ou de la température de l'eau. Azimov & Dadaev (1977) ont observé un maximum d'émission des cercaires de différents Trématodes sous lumière naturelle à des températures de 22,5°C à 24,5°C. Une diminution de la température de l'eau en deça de 16°C (10°C à 12°C selon Azimov & Dadaev, 1977) rendrait les émissions quasi nulles (Cusin 1986; Meyer & Dubois, 1954). Si l'on tient compte des données de l'épidémiologie de la dermatite, il semblerait que les plus fortes émissions soient obtenues lorsqu'une période de chaleur succède à une période de froid (Cusin, 1986; Kolarova *et al.*, 1989). Meyer & Dubois (1954) ont également réussi à relancer les émissions en excitant les mollusques alors que le jeûne semblait les arrêter. Anderson *et al.* (1976) ont relié l'augmentation de l'émission à une augmentation de l'activité des mollusques, cette dernière étant également fonction de la luminosité.

Les émissions se produiraient par pics au cours du nyctémère. Anderson *et al.* (1976) ont constaté que l'émission des cercaires de *Trichobilharzia ocellata* se produisait essentiellement le matin entre la 2ème et la 6ème heure d'exposition des mollusques à la lumière et ont relié cette émission à l'augmentation importante de l'activité de ces mêmes mollusques dans ce créneau horaire. Meyer et Dubois (1954), pour l'espèce *Cercaria turicensis*, ont observé 3 pics d'émission: le premier à l'aube, le deuxième vers midi et le troisième au crépuscule ou plus tard dans la soirée. Mac Farlane et Macy (1946), pour l'espèce *Cercaria oregonensis*, en observent deux: l'un entre 18 h et minuit, l'autre tôt le matin.

Il ne semble donc pas y avoir de règle générale quant à la chronologie d'émission des cercaires de bilharzies. On peut aisément imaginer que chaque espèce puisse présenter un rythme d'émission qui lui est particulier.

L'étude du pourcentage de mollusques émettant des cercaires au laboratoire, donne les résultats suivants. Fournier (1998) estime que 20 à 50% des mollusques émettent des cercaires de tous genres (cercaires à queue simple, furcocercaires ocellées, furcocercaires non ocellées). Par contre, le pourcentage de mollusques émettant des furcocercaires ocellées reste faible, de l'ordre de 0,03 à 10 % en fonction du lieu de prélèvement dans l'étude de Fournier (1998), 0,5 % dans l'étude de Cusin (1986). Horak *et al.* (1998) ont, quant à eux, obtenu un pourcentage de mollusque émettant des furcocercaires ocellées variant de 0,5 à 2,6% alors qu'Eklu-Natey *et al.* (1985c) l'estimaient dans le Léman à 1%. Cette émission en laboratoire est sous la dépendance de conditions de température et d'éclairement encore mal élucidées qui peuvent être différentes d'une espèce de bilharzie à l'autre. Il est donc probable que, pour certaines espèces, les conditions optimales n'étant pas réunies, le taux d'émission de cercaires s'en trouve considérablement diminué.

Une approche plus exacte consisterait à étudier le taux d'infestation après écrasement et dissection des mollusques (Curtis, 1997). Cependant, l'étude de Kolarova *et al.* (1992) qui associait les deux modalités de recherche précitées (émission et écrasement) n'a mis en évidence la présence de cercaires de bilharzies que dans 0,4 % des 15334 mollusques prélevés. Le taux d'infestation des mollusques par des furcocercaires ocellées reste donc faible, quelque soit la méthode de recherche employée.

Il existerait également une relation directe entre la quantité de cercaires émises par les mollusques et la taille de ces derniers. La probabilité des petits individus à être parasités serait plus faible que celle des gros individus (Curtis, 1997; Fournier, 1998). Quatre phénomènes pourraient expliquer cette relation (Curtis, 1997): les mollusques les plus âgés et donc les plus gros bénéficieraient d'un temps d'exposition aux miracidiums plus long et auraient donc plus de chance d'être infestés; les jeunes mollusques, plus petits, n'ayant pas atteint la maturité sexuelle pourraient être moins attractifs pour les miracidiums; les jeunes mollusques pourraient également, en raison de leur jeune âge et de leur petite taille, ne pas survivre à l'infestation; enfin, chez certains mollusques, le parasitisme se traduirait par une croissance favorisée (phénomène de gigantisme que nous évoquerons ultérieurement).

### **III/ MORPHOLOGIE DES BILHARZIES: EXEMPLE DE** ***Trichobilharzia regenti***

Nous nous baserons, tout au long de ce paragraphe, pour l'étude des caractères morphologiques du parasite, sur l'exemple de *Trichobilharzia regenti* (Horak *et al.*, 1998). Il s'agit d'une description fiable, récente et complète de la seule bilharzie aviaire à localisation nasale décrite à l'heure actuelle en Europe.

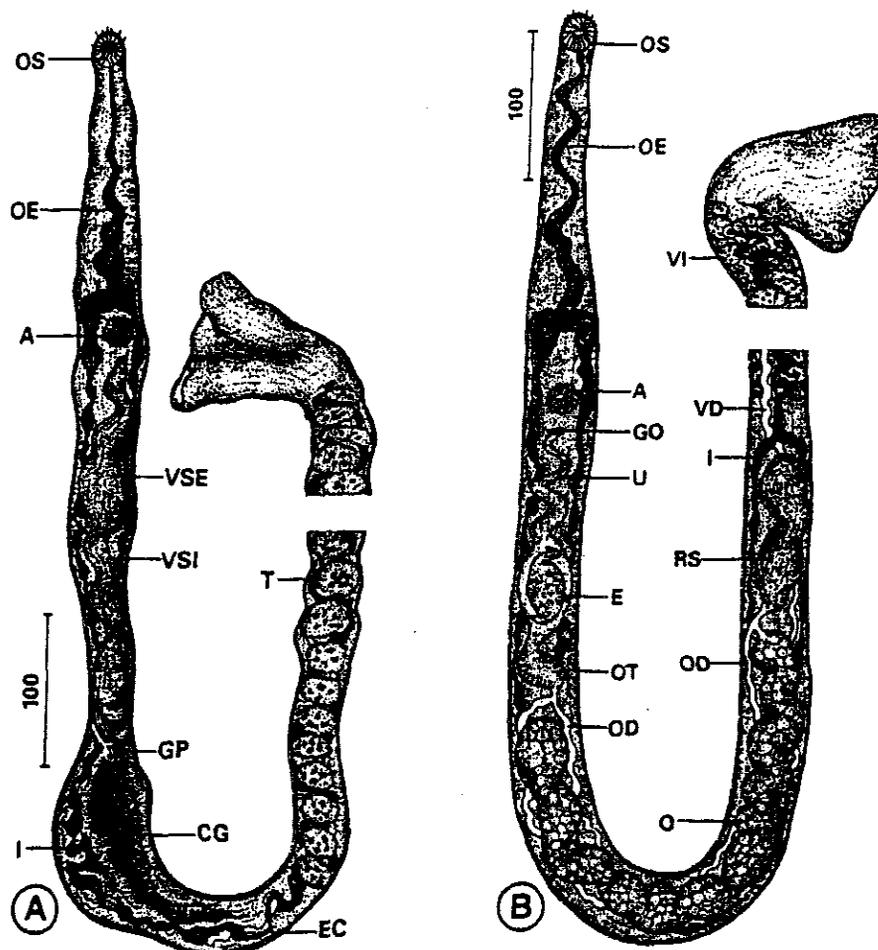
#### **A. Adultes**

Dans le cas de *Trichobilharzia regenti*, la longueur réelle des vers adultes n'est pas connue. En effet la dissection des cavités nasales et l'isolement des vers est un travail très minutieux. Horak *et al.* (1998) n'ont obtenu que des fragments de vers et n'ont donc pu fournir qu'une estimation de la longueur des mâles de 11 mm.

Le mâle (figure 4) présente un corps filiforme de largeur presque uniforme. Cette dernière est en moyenne de 58  $\mu\text{m}$  en avant de l'extrémité spatulée. Sa surface est striée longitudinalement. La partie antérieure du corps présente quelques protubérances ainsi que des tâches pigmentées. La ventouse orale mesure en moyenne 39 x 32  $\mu\text{m}$ , l'acétabulum 34 x 29  $\mu\text{m}$ . Le tégument de la ventouse orale porte quelques cils probablement à vocation sensorielle. L'ouverture buccale est subterminale. Le canal gynécophore, relativement court et large, forme une gouttière ventrale dont les parois sont recouvertes d'épines. La partie postérieure du corps s'élargit en s'enroulant chez certains vers. Le système reproducteur comprend de nombreuses testicules (plus de 120), un canal collecteur et une vésicule séminale. Les testicules, légèrement ovales, se répartissent entre l'extrémité postérieure du canal gynécophore et l'extrémité postérieure du corps. La vésicule séminale est le plus souvent divisée en deux parties, l'une externe et l'autre interne. Le canal éjaculateur s'ouvre au niveau de la papille génitale se trouvant au début du canal gynécophore. Le tube digestif comporte un long oesophage partant de l'ouverture buccale et bifurquant en deux caecums juste devant l'acétabulum dont la surface est couverte d'épines. Les deux caecums se réunissent derrière la vésicule séminale. L'intestin se situe dorsalement par rapport au canal gynécophore et parcourt la région des testicules jusqu'à l'extrémité enroulée de la queue. Du système excréteur, il a été impossible de compter les cellules flammes. Le canal excréteur contient de nombreux pinceaux ciliés.

La femelle (figure 4) est aussi filiforme et ses caractéristiques de surface sont les mêmes que celles du mâle. Sa largeur, en avant de l'extrémité spatulée, est en moyenne de 43  $\mu\text{m}$ . L'extrémité caudale est en forme de massue. La ventouse orale mesure en moyenne 37 x 30  $\mu\text{m}$ , l'acétabulum 34 x 29  $\mu\text{m}$ .

La morphologie des ventouses, du système excréteur et du tube digestif est généralement semblable à celle du mâle. La réunion des caecums a lieu derrière le réceptacle séminal. Le système reproducteur comprend un long ovaire tubulaire suivi d'un réceptacle séminal qui représentent les organes les plus visibles de la partie antérieure du corps. De nombreuses cellules vitellines sont localisées entre le réceptacle séminal et l'extrémité du corps. L'oviducte commence en arrière de l'ovaire, rejoint le réceptacle séminal, contourne la région de l'ovaire et gagne l'ootype situé en avant de l'ovaire. L'utérus, court et parfois incurvé, se trouve dans la continuité de l'ootype et se termine par l'orifice génital juste en arrière de l'acétabulum. L'ensemble ootype/utérus ne contient qu'un seul oeuf.



(A:acétabulum; CG: canal gynécophore; E: oeuf; EC: canal excréteur; GO: ouverture génitale; GP: papille génitale; I: intestin; O: ovaire; OD: oviducte; OE: oesophage; OS: ventouse buccale; OT: ootype; RS: réceptacle séminal; T: testicules; U: utérus; VD: vitelloducte; VI: vitellaria; VSE: vésicule séminale externe; VSI: vésicule séminale interne.)

A: extrémités antérieure et postérieure du mâle

B:extrémités antérieure et postérieure de la femelle

figure 4: adultes mâle et femelle de *Trichobilharzia regenti* (Horak *et al.*, 1998)

Echelle en µm

### Bl Oeufs

Les oeufs de bilharzies ont une forme généralement allongée avec à l'une des extrémité une pointe en forme de crochet caractéristique.

Les oeufs de *Trichobilharzia regenti* (figure 5) sont de forme allongée, presque symétrique selon un axe longitudinal et présentent une extrémité longue et arrondie et une autre plus courte avec un petit processus épineux recourbé.

Leur taille est en moyenne de 289 x 89  $\mu\text{m}$ .

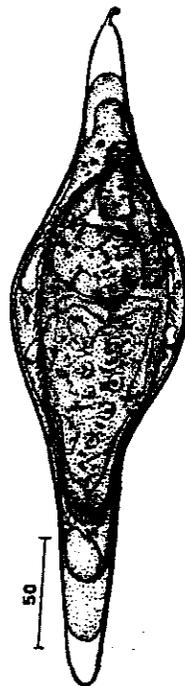


figure 5: oeuf de *Trichobilharzia regenti* (Horak et al., 1998)

Echelle en  $\mu\text{m}$

La morphologie comparative des oeufs des espèces *Trichobilharzia franki*, *Trichobilharzia ocellata*, *Trichobilharzia regenti* et *Trichobilharzia szidati* est représentée dans l'annexe 1.

## C/ Formes larvaires

### **a. Miracidium**

La larve miracidium de *Trichobilharzia regenti* (figure 6) présente les caractéristiques morphologiques suivantes. Elle mesure environ 106  $\mu\text{m}$  sur 41  $\mu\text{m}$ . Elle est piriforme et montre, à sa surface, des cellules ciliées disposées selon 4 rangées de 6,9,4 et 3 cellules chacune. Entre la première et la deuxième rangée apparaissent deux papilles latérales. Sous la cuticule se trouvent de nombreuses vacuoles de forme et de fonction non déterminées. La larve miracidium contient deux sortes de glandes, une glande apicale à granulations grossières et colorée en bleu par le GIEMSA et deux longues glandes latérales gagnant l'extrémité postérieure de la masse neurale, finement granuleuses et colorées en rose par le GIEMSA. Ces deux types de glandes s'ouvrent à l'extrémité antérieure. Dans la continuité de la glande apicale se trouve la masse nerveuse entourée par des cercles de cellules. La moitié distale du corps contient un groupe de cellules germinales. Des cellules rondes dont la fonction est inconnue occupent la région comprise entre les cellules germinales et la masse neurale. La larve possède deux paires de cellules flammes, situées respectivement aux niveaux antérieur et postérieur de la seconde rangée de cellules ciliées (Horak *et al.*, 1998).



figure 6: miracidium de *Trichobilharzia regenti* (Horak *et al.*, 1998)

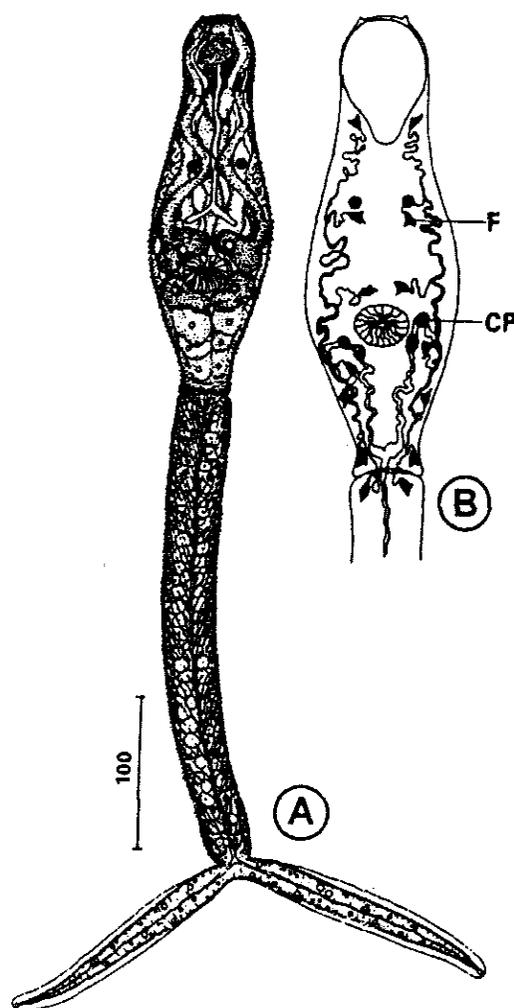
Echelle en  $\mu\text{m}$

### **b. Sporocystes**

Le ou les stades sporocystes de *Trichobilharzia regenti* n'ont pas été décrits par Horak *et al.* (1998). Nous extrapolons donc aux connaissances sur la morphologie des sporocystes de bilharzies aviaires fournies par la bibliographie. Il s'agit de sacs de tailles et de formes très variables. Certains présentent des étranglements ou des renflements, d'autres sont simplement allongés ou ovales (Yamaguti, 1975). Ils contiennent les ébauches du stade larvaire suivant: sporocyste ou cercaire.

### **c. Furcocercaire**

La longueur totale des cercaires de *Trichobilharzia regenti* (figure 7) est en moyenne de 759  $\mu\text{m}$  (Horak *et al.*, 1998). Leur surface est couverte de fines épines. L'acétabulum se situe en arrière de la moitié du corps. Les ocelles se trouvent à mi-distance entre l'organe antérieur et l'acétabulum. Deux paires de glandes circumacétabulaires entourent l'acétabulum. La partie postérieure du corps est occupée par trois paires de glandes post-acétabulaires. Le contenu des glandes circumacétabulaires reste incolore tandis que les glandes post-acétabulaires apparaissent roses après coloration au GIEMSA. L'intestin bifurqué s'ouvre sous l'organe antérieur, suit l'axe central du corps et se sépare enfin en deux caecums juste au dessus de l'acétabulum. Le système excréteur est composé de sept paires de cellules flammes et de deux paires de pinceaux ciliés intra-tubulaires, reliés à des canaux collecteurs qui se rejoignent à la base du corps de la cercaire pour former le canal excréteur qui parcourt la queue jusqu'à chaque extrémité des fourches. Le tronc caudal paraît rayé obliquement et est rempli de cellules en forme d'étoile. Le long des fourches, on observe des nageoires bien développées.



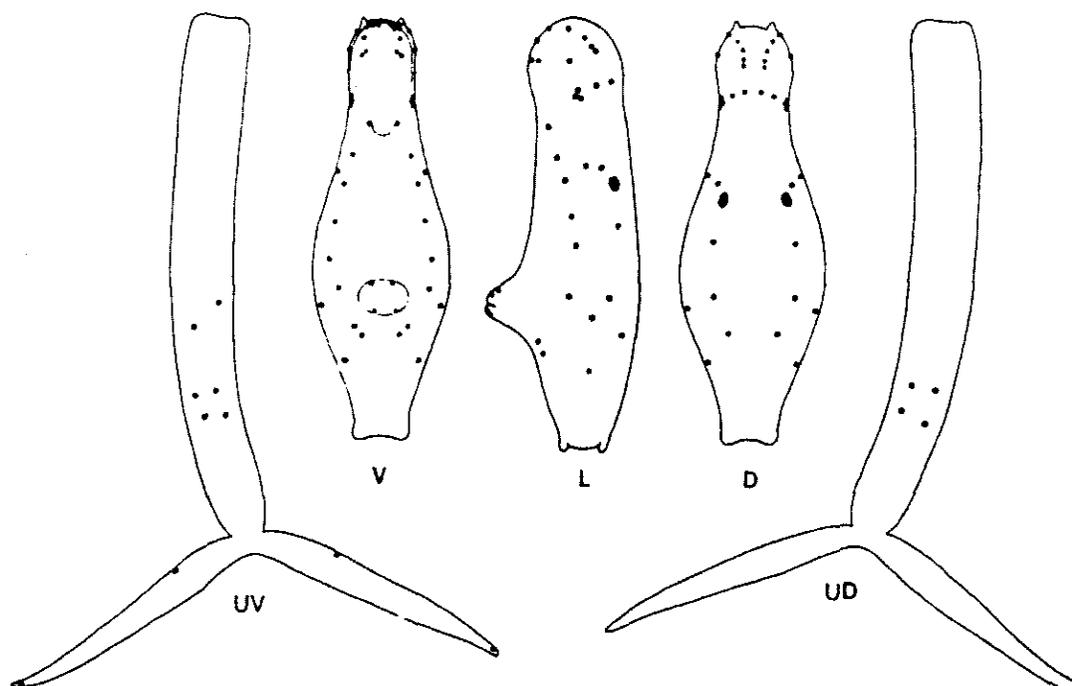
A: cercaire entière  
 B: système excréteur de la cercaire

figure 7: furcocercaire de *Trichobilharzia regenti* (Horak *et al.*, 1998)

Echelle en  $\mu\text{m}$

La disposition des papilles sensorielles après coloration argentique a été décrite par Horak *et al.* (1998) (figure 8). Celle observée par Martin-Loehr (1999) semble être assez proche avec toutefois deux différences:

- l'observation par Martin-Loehr de 2 papilles sur l'acétabulum alors qu'Horak *et al.* en font figurer 4.
- les papilles situées à l'extrémité des fourches n'ont pu être observées par Martin-Loehr car elles étaient masquées par des amas de nitrate d'argent au niveau des pores excréteurs.



(V: vue ventrale du corps; L: vue latérale du corps; D: vue dorsale du corps; UV: vue ventrale de la queue; UD: vue dorsale de la queue)

figure 8: disposition des papilles sensorielles de la cercaire de *Trichobilharzia regenti* après coloration argentique (Horak *et al.*, 1998)

#### **IV/ LOCALISATION DES BILHARZIES CHEZ LES OISEAUX**

Lorsqu'elles atteignent leur hôte, les cercaires se fixent par la ventouse ventrale et pénètrent l'épiderme par effraction. Cette pénétration s'accompagne de la perte de la queue. Les schistosomules quittent rapidement l'épiderme de l'oiseau pour gagner le système veineux où, entraînés par le sang, ils vont effectuer une migration et un développement complexe. Leur trajet chez l'hôte définitif est encore mal connu.

##### *A/ Bilharzies à localisation nasale*

Dans le cas des bilharzioses nasales, Islam (1986) a pu mettre en évidence des mâles immatures de *Trichobilharzia arcuata* dans les poumons et le coeur d'un pigeon mort en période prépatente (J12 p.i).

Martin-Loehr (1999), observe, quant à elle, sur ses 3 canetons autopsiés à J21, outre des vers dans les sinus veineux des cavités nasales (appartenant très probablement à l'espèce *Trichobilharzia regenti*), un couple de vers dans une artère pulmonaire, un oeuf dans une artériole pulmonaire, des granulomes à corps étranger contenant des débris de vers au niveau pulmonaire et hépatique ainsi qu'un granulome à corps étranger entourant probablement un oeuf dans la paroi intestinale.

Enfin, Horak *et al.* (1999) ont mis en évidence, suite à l'observation chez des canetons exposés aux cercaires de *Trichobilharzia regenti* de symptômes nerveux (paralysie partielle ou complète des pattes, problèmes d'équilibre et d'orientation), la présence de vers adultes dans les cavités nasales mais également celle de vers en cours de développement dans la moëlle épinière thoracique à partir de J3 p.i., dans la moëlle épinière synsacrée et cervicale à partir de J6-J7 p.i. et enfin dans le cerveau à partir de J10-J13 p.i.. Il n'a été observé de schistosomules dans aucun autre organe excepté dans les poumons entre J2 et J3 p.i.. Au cours de cette expérimentation, les premiers vers ont atteint les cavités nasales à partir de J13 p.i. et le premier oeuf immature a été détectable à partir de J14 p.i..

Rappelons qu'en 1998, les vers adultes de *Trichobilharzia regenti* n'avaient pu être isolés par Horak *et al.* (1998) qu'à partir de J15 p.i. que dans les vaisseaux sanguins et les tissus mous environnants des cavités nasales alors que les premiers oeufs étaient apparus à partir de J20 p.i. dans les sécrétions nasales.

Ces connaissances, encore succinctes ne peuvent donner une idée précise du trajet du parasite à l'intérieur de l'hôte définitif mais laissent supposer, selon Horak *et al.* (1999), un passage possible des jeunes schistosomules de *Trichobilharzia regenti*, au cours de leur migration, par le système nerveux central de l'oiseau avant d'atteindre leur localisation finale: les cavités nasales. Cette dernière localisation peut être atteinte dès J13 p.i., les premiers oeufs de *Trichobilharzia regenti* apparaissant à J14 p.i..

### B/ Bilharzies à localisation méésentérique

Dans le cas des bilharzioses intestinales, les études étant beaucoup plus nombreuses, nous retiendrons celle de Bourns *et al.* (1973), à notre avis la plus complète, qui s'intéresse au trajet des jeunes schistosomules de *Trichobilharzia ocellata* (hôte intermédiaire: *Lymnaea stagnalis*).

J0 est le jour de l'exposition des canards aux furcocercaires de *Trichobilharzia ocellata*. Lorsqu'elles ont trouvé leur hôte, les cercaires se fixent fortement par leur ventouse ventrale. Elles perdent rapidement leur queue et déposent une gouttelette de leur glande de fixation dans cette ventouse.

Le passage de la couche cornée apparaît évident 5 minutes après pénétration et bientôt le corps entier de la cercaire se retrouve dans la peau. La progression à travers la peau est continue puis s'accélère après le passage du stratum germinatum. Aucun ver ne semble avoir atteint les vaisseaux sanguins avant 19 heures. Une fois le système veineux atteint, la dissémination des vers est rapide. Les premiers sont retrouvés dans le poumon et les reins au bout de 19 heures et dans le foie au bout de 24 heures. Le nombre de vers présents dans le rein n'est pas significatif sauf à J1 et J2.

Quelques uns sont isolés de la rate à J4, J7, J9 et J10. Aucun n'est isolé du cerveau. Dans les poumons, les schistosomules pénètrent les espaces aërifères. Ils apparaissent d'abord dans les capillaires aëriens et les parabronches pour terminer dans les bronches secondaires où ils réintègrent l'épithélium bronchial et rejoignent de nouveau le système veineux. Le passage dans les poumons semble être plus rapide chez *Anas rubripes* que chez *Anas platyrhynchos*. Une seconde invasion des poumons a lieu à J5 chez *Anas rubripes* et à J8 chez *Anas platyrhynchos*. Cependant, après J5, les vers n'envahissent ni les espaces aërifères, ni les épithéliums, ni les veines. Ils se logent dans la paroi artérielle où ils provoquent une importante réaction inflammatoire.

Les schistosomules atteignent le foie à J1 ou J2. A J4, cet organe contiendrait 90 % des vers de tout l'organisme. Plus de 90 % des vers du foie se trouveraient entre J1 et J6 dans les sinusoides alors qu'ils sont pour la majorité dans le système veineux (notamment la veine porte) entre J7 et J9. Aucun ver n'est retrouvé dans le foie des canards sacrifiés à J10 et à J11. Cependant, un faible nombre peut être identifié dans celui des oiseaux examinés entre J12 et J35. Quelques autres sont également isolés des préparations de foie écrasé entre J248 et J370.

Les premiers vers adultes apparaissent dans les veines de l'intestin grêle à J8 mais la majorité d'entre eux les atteignent entre J10 et J21. C'est ici que se déroule la ponte. Situés au départ dans les veines périphériques, on les retrouve par la suite plus profondément dans la muqueuse, en dehors des vaisseaux, s'approchant parfois de l'extrémité des villosités. Aucun spécimen n'est observé dans les artères. Après J21, plus aucun ver ne peut être isolé des intestins. Les vers acquièrent leur maturité sexuelle et leur taille adulte à J7.

La distribution des schistosomules au court du temps dans l'organisme de l'hôte définitif est représentée sur la figure 9.

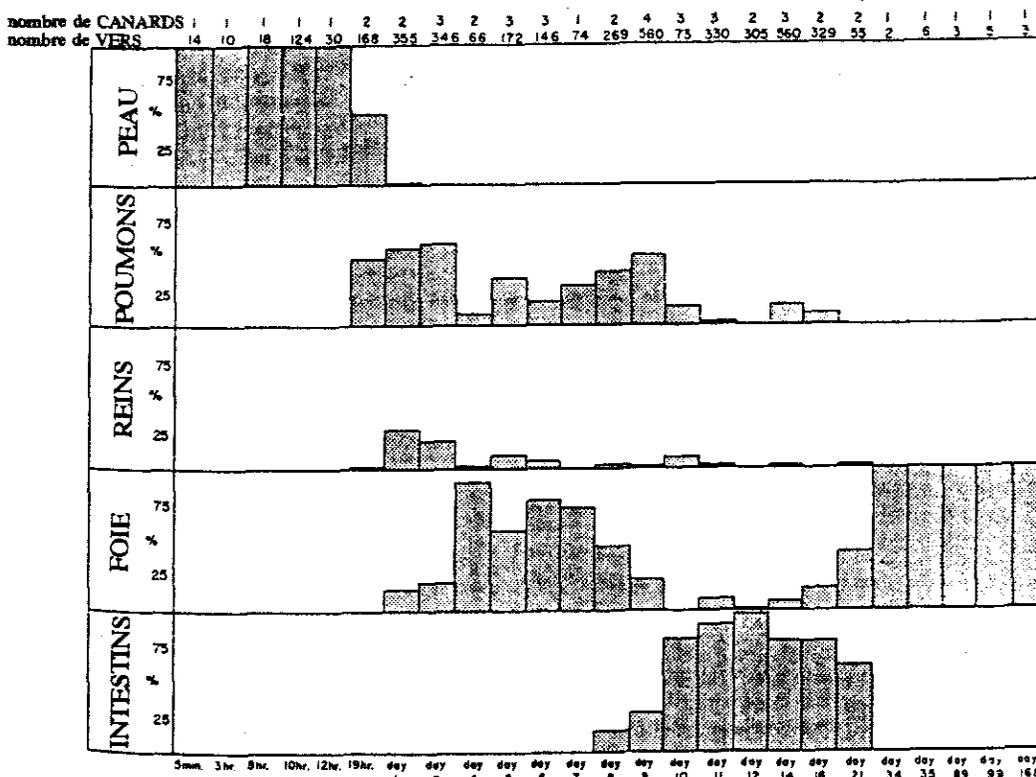


figure 9: distribution des schistosomules et des adultes dans les organes de l'hôte de 5 minutes à J168 p.i. (Bourns *et al.*, 1973)

Bourns *et al.* (1973) situent le début de la ponte au 9<sup>ème</sup> jour, le maximum étant atteint entre J14 et J16. Ils trouvent cependant des oeufs jusqu'à J56. Certains sont déjà embryonnés dans la muqueuse où ils ont été déposés alors que d'autres ne le sont pas dans les selles.

Meuleman *et al.* (1984) observent, quant à eu, le début de l'émission des oeufs de *Trichobilharzia ocellata* (avec pour hôte intermédiaire également *Lymnaea stagnalis*) dans les selles à J13, le maximum d'émission entre J15 et J22 et une décroissance à partir de J24 jusqu'à la quasi nullité à J30. La différence dans la chronologie de l'émission des oeufs décrite par ces deux auteurs est probablement liée au fait que Bourns *et al.* observent les oeufs directement dans la paroi intestinale par dissection des canards alors que Meuleman *et al.* les détectent par coproscopie, c'est à dire après que ceux-ci aient réalisé l'ensemble du trajet du tube digestif et soient libérés dans le milieu extérieur.

En résumé, selon l'étude de Bourns *et al.* (1973), les cercaires atteignent les viscères en moins de 24 heures. A l'intérieur des poumons, les schistosomules évacuent le système vasculaire pour occuper les espaces aërières et pénétrer de nouveau dans les veines à l'intérieur des bronches. Dans le foie, les vers occupent surtout les sinusoides de J1 à J6, les veines de J7 à J9 et sont absents de J10 à J11; ils y retournent par petit nombre, le foie étant le seul organe infecté de J89 à J370. La plupart des vers isolés de J10 à J21 se trouvent dans les veines et les tissus du tube digestif, mais il n'en reste pas après J21. La ponte commence à J9 et le nombre d'oeufs atteint son maximum entre J14 et J16 dans la paroi du tube digestif.

## **VI LOCALISATION DES BILHARZIES CHEZ LES MAMMIFÈRES**

Dans certaines circonstances, conditions météorologiques favorables, forte émission cercarienne, les larves cercaires peuvent venir infester un hôte qui n'est pas leur hôte définitif naturel. L'homme, au cours d'une activité nautique ou professionnelle, peut devenir cet hôte accidentel. Elles pénètrent alors l'épiderme de celui-ci, mais, rapidement arrêtées par ses défenses immunitaires, ne peuvent normalement poursuivre leur chemin dans les tissus plus profonds et meurent, selon une théorie qui a été récemment remise en question. Leur passage transcutané est responsable de l'apparition d'une papule au point de pénétration; la maladie ainsi engendrée est appelée dermatite cercarienne.

Cependant, comme nous l'exposerons de façon plus précise ultérieurement, certains auteurs ont pu démontrer, chez d'autres mammifères que l'homme (rongeurs, lapins et singes), un passage possible de schistosomules au delà du derme, et l'installation de jeunes vers dans des organes internes.

A notre connaissance, en aucun cas les vers n'y deviennent adultes et n'y pondent. On parle d'impasse parasitaire (de Gentile *et al.*, 1996) mais cette notion devra être révisée et précisée, surtout s'il s'avérait que cette notion tranquillisante masquait une réalité inquiétante, celle du rôle pathogène possible des vers immatures dans l'organisme des mammifères.

## **VII POUVOIR PATHOGÈNE DES BILHARZIES**

### **A/ Pouvoir pathogène chez l'oiseau**

#### **a. Manifestations cliniques**

L'impact de l'infestation des oiseaux par des bilharzies est à l'heure actuelle encore peu documenté.

#### **1. Bilharzies à localisation nasale**

Les études traitant des bilharzies à localisation nasale sont assez rares en Europe avant 1984. L'existence de ces parasitoses chez l'hôte définitif était inconnue ou très peu connue, elles se sont développées très récemment depuis 1998. Seuls des symptômes de type rhinite granulomateuse (Palmer & Ossent, 1984) avaient été décrits.

Comme nous l'avons vu précédemment, Horak *et al.* (1999) ont observé, en République Tchèque, chez des canctons exposés à des cercaires de *Trichobilharzia regenti*, des symptômes nerveux de type paralysie des pattes ainsi que des problèmes d'équilibre et d'orientation, les vers de cette espèce ayant une localisation habituellement nasale. Ces symptômes seraient liés: soit à une localisation accidentelle de vers n'ayant pas atteint les cavités nasales, soit à la migration des vers immatures par le système nerveux central des oiseaux avant d'atteindre leur localisation définitive. Dans leur étude, l'installation des vers adultes dans les cavités nasales s'est parfois accompagnée d'hémorragies plus ou moins importantes.

## 2. Bilharzies à localisation méésentérique

L'impact clinique de l'infection d'oiseaux par des bilharzies à localisation méésentérique est un peu mieux connue. Comme dans le cas des bilharzies à localisation nasale, le parasitisme est plutôt bien toléré et passe le plus souvent inaperçu.

Cependant, des cas d'atteintes plus graves ont pu être décrits avec perte de poids et fonte musculaire plus ou moins importantes (Greve *et al.*, 1978; Pence & Rhodes, 1982; Wojcinski *et al.*, 1987), mortalité de groupes d'oiseaux (Wilson *et al.*, 1982; Wojcinski *et al.*, 1987), anémie (Pence & Rhodes, 1982; Wojcinski *et al.*, 1987), déshydratation (Wojcinsky *et al.*, 1987), diarrhées hémorragiques (Greve *et al.*, 1978), boiteries (Wojcinski *et al.*, 1987), ou encore encéphalites liées à une localisation exceptionnelle d'oeufs et à l'apparition secondaire d'une réaction granulomateuse dans les tissus du cerveau ou du cervelet, à proximité des vaisseaux (Wilson *et al.*, 1982).

### **b. Lésions histologiques**

#### 1. Bilharzies à localisation nasale

Dans le cas des bilharzioses nasales, les vers adultes s'installent dans les sinus veineux des cavités nasales (Blair & Islam, 1983; Fain, 1955a; Islam, 1986; Palmer & Ossent, 1984), parfois dans les tissus mous environnants (Horak *et al.*, 1998) et y pondent.

Les lésions engendrées par les vers adultes et leurs oeufs, décrites par divers auteurs, sont les suivantes:

Fain (1955a, 1955b), étudiant les espèces *Trichobilharzia nasicola*, *Trichobilharzia rodhaini* et *Trichobilharzia spinulata* chez l'ibis bronzé, le petit canard brun à bec jaune, l'oie d'Egypte et l'oie de Gambie met en évidence chez ces oiseaux la présence:

- d'oeufs dans le mucus nasal et à l'intérieur de la muqueuse, principalement celle des cornets. Ceux-ci sont facilement observables à la loupe binoculaire car de grande taille. Ils sont groupés et forment de petits amas blanchâtres bien visibles. L'examen histologique des cornets montre souvent des lésions importantes avec accumulation de lymphocytes et formation de volumineuses et nombreuses cellules géantes au voisinage des oeufs. Parfois, une infection secondaire ou de la fibrose peuvent être observées. La muqueuse prend un aspect blanchâtre avec un piqueté plus pâles correspondant aux amas d'oeufs.

- de schistosomes adultes dans les petites veines des cornets ou des parois des fosses nasales des oiseaux, principalement aux environs immédiats des narines. C'est également là qu'est mis en évidence le plus grand nombre d'oeufs et que les lésions sont les plus intenses. Selon l'auteur, l'examen du mucus nasal des canards semblerait être un moyen facile de révéler l'infection sur l'animal vivant.

Palmer et Ossent (1984), quant à eux, décrivent les lésions observées sur 16 cygnes tuberculés du lac de Zürich. Les cygnes infectés présentent de nombreuses ponctuations blanches, fines et opaques au niveau de la muqueuse nasale. Celles-ci ne sont visibles à l'oeil nu que chez les animaux fortement atteints. Histologiquement, ces ponctuations se révèlent être des granulomes contenant de nombreux oeufs fusiformes en leur centre et entourés de cellules géantes multinucléées et d'un infiltrat dense de cellules inflammatoires. Dans certains cas, un épaissement du tissu conjonctif est noté. Les schistosomes ne peuvent être isolés que dans les veines basales de la muqueuse nasale. Des sections de trématodes non identifiés ont pu être décelées histologiquement dans les veines des villosités duodénales chez deux des cygnes présentant des granulomes dans les vaisseaux nasaux mais aucun trématode entier, ni oeuf, ni granulome n'ont pu être détectés au niveau des vaisseaux mésentériques ou de la cavité abdominale.

Enfin, Horak *et al.* (1999) observent chez quelques canetons exposés aux cercaires de *Trichobilharzia regenti* des pétéchies sur la muqueuse nasale, s'accompagnant rarement d'importantes hémorragies.

Les lésions observées ailleurs que dans les cavités nasales sont décrites maintenant.

C. Martin-Loehr (1999) retrouve, suite à l'exposition de canards à des cercaires proches de *Trichobilharzia regenti*, un couple de vers dans une artère pulmonaire, un oeuf dans une artériole pulmonaire, des granulomes à corps étranger contenant des débris de vers au niveau pulmonaire et hépatique ainsi qu'un granulome à corps étranger entourant probablement un oeuf dans la paroi intestinale.

Horak *et al.* (1999) mettent, quant à eux, en évidence des vers en développement dans le système nerveux central de canetons exposés aux cercaires de *Trichobilharzia regenti*. Ces vers migrent et se développent directement dans le tissu nerveux, s'alimentant des cellules nerveuses environnantes, et ne résident en aucun cas dans les

vaisseaux. Une réaction inflammatoire avec infiltration lymphocytaire et des phénomènes dégénératifs mal identifiés sont parfois présents autour des parasites ou sur leurs trajets. Ils notent également la présence de vers dans les poumons à J2 et J3.

Enfin, Islam (1986) isole des vers immatures du coeur d'un pigeon exposé aux cercaires de *Trichobilharzia arcuata*, bilharzie à localisation habituellement nasale.

Le trajet de ces parasites à l'intérieur de l'hôte définitif n'étant pour l'instant pas connu, les lésions histologiques décrites dans d'autres organes que les cavités nasales peuvent correspondre: soit à une localisation exceptionnelle, dans ces organes, d'oeufs ou de vers emportés par le flux sanguin, soit à la migration des vers immatures à l'intérieur de l'hôte.

## 2. Bilharzies à localisation mésentérique

Lors d'infestation d'oiseaux par des bilharzies à localisation mésentérique, sont décrites les lésions suivantes dans un ordre de fréquence décroissante:

- des réactions inflammatoires et granulomateuses sur l'ensemble du tractus digestif (intestin grêle et colon) ainsi que des lésions de vascularite (Morales *et al.*, 1971; Wojcinsky *et al.*, 1987). Ces réactions s'accompagnent le plus souvent d'une destruction marquée de la paroi intestinale (muqueuse, musculuse et ruptures vasculaires) (Appleton, 1984; Wojcinski *et al.*, 1987). Les lésions chroniques sont dominées par de la fibrose et un épaissement de la muqueuse (Wojcinski *et al.*, 1987). Dans les atteintes les plus graves, elles peuvent être responsables d'hémorragies (Appleton, 1984 ; Greve *et al.*, 1978). Il semblerait que les lésions les plus marquées soient provoquées par la ponte, plus que par la présence des vers dans les vaisseaux mésentériques sous-jacents (Appleton, 1984; Greve *et al.*, 1978).

- des lésions hépatiques plus ou moins marquées avec hypertrophie (Pence & Rhodes, 1982; Wojcinski *et al.*, 1987), augmentation de la friabilité (Pence & Rhodes, 1982), décoloration (Greve *et al.*, 1978; Pence & Rhodes, 1982). Microscopiquement, ont été observés des granulomes (Appleton, 1984; Greve *et al.*, 1978; Morales *et al.*, 1971; Wilson *et al.*, 1982), des lésions de vascularite (Appleton, 1984; Morales *et al.*, 1971; Pence & Rhodes, 1982) évoluant vers la fibrose des vaisseaux (Pence & Rhodes, 1982) et de la nécrose (Pence & Rhodes, 1982). Ont également parfois été décrites des obstructions des canaux biliaires intralobulaires (Pence & Rhodes, 1982)

- des lésions pulmonaires avec épaissement des bronches et de la paroi interalvéolaire (Appleton, 1984; Morales *et al.*, 1971), congestion pulmonaire (Wojcinski *et al.*, 1987), réaction granulomateuse (Morales *et al.*, 1971; Wilson *et al.*, 1982) et vascularite (Bourns *et al.*, 1973; Morales *et al.*, 1971)

- des thromboses de la veine mésentérique caudale et de ses ramifications lors d'infestation massive par des parasites adultes (Wojcinski *et al.*, 1987)

- quelques rares cas d'encéphalites avec également réaction granulomateuse lors de localisation exceptionnelle des vers et de leurs oeufs dans les vaisseaux du cerveau ou du cervelet (Wilson *et al.*, 1982).

Dans la majorité des cas, les vers adultes accouplés se trouvent essentiellement dans les vaisseaux mésentériques malgré une migration préalable des schistosomules dans différents organes (poumons et foie notamment) (Bourns *et al.*, 1973). Les oeufs y sont pondus et évacués dans la lumière intestinale. Cependant, des oeufs peuvent être retrouvés dans d'autres organes (foie, reins, poumons, cerveau...) (Appleton, 1984 ; Greve *et al.*, 1978 ; Wilson *et al.*, 1982), ils sont alors probablement emportés par le torrent circulatoire qui assure leur dissémination dans l'ensemble de l'organisme.

### B/ Pouvoir pathogène chez l'homme: la dermatite cercarienne

#### **a. Définition**

Selon l'O.M.S., la dermatite cercarienne est "une affection passagère de répartition mondiale, due à la pénétration cutanée de stades larvaires - furcocercaires - de trématodes *Schistosomatidae*."

Elle se manifeste chez l'homme par une "éruption maculo-papuleuse très prurigineuse dont l'intensité varie selon l'espèce parasitaire en cause et la sensibilité personnelle de l'individu infecté" (de Gentile *et al.*, 1996).

Comme nous l'avons vu précédemment, 5 genres parasites d'oiseaux sont classiquement incriminés dans cette pathologie: les genres *Ornithobilharzia*, *Gigantobilharzia*, *Austrotilharzia*, *Orientobilharzia* et *Trichobilharzia* (de Gentile *et al.*, 1996). En Europe, c'est le genre *Trichobilharzia* qui serait le plus représenté (de Gentile *et al.*, 1996). Les cas de dermatite sont décrits plus fréquemment lors d'activités professionnelles ou de loisirs en eau douce.

Cette affection est décrite, en fonction des pays sous le nom de "dermatite des nageurs", "swimmer's itch", "sawah itch" (Indonésie), "koganbyo" (Japon), "baderdermatitis" (Allemagne), "sedge pool itch" (Michigan), "rice farmer dermatitis"... . En France, on parle à tort de "puces de canards", l'appellation "puce" étant réservée à l'insecte, alors que l'agent responsable de cette dermatite est une larve furcocercaire de trématode.

C'est en 1923, après avoir observé des cas chez des baigneurs du lac de Constance en Suisse, que Naegeli décrit pour la première fois les manifestations cliniques de cette dermatite sous le nom d' *Hexanthena caniculare* (éruption caniculaire). Il attribue alors la cause de cette éruption au plancton animal (Naegeli, 1923).

L'étiologie véritable de cette affection n'a été décrite pour la première fois qu'en 1928 par Cort dans l'état du Michigan lors d'une exposition accidentelle de sa propre personne au cours d'une collecte de mollusques. Cort identifia l'agent responsable de cette dermatite comme un schistosome non humain et suggéra que la réaction cutanée observée était liée à une réponse immunitaire de type allergique contre le parasite qui, par erreur, aurait pénétré la peau du mauvais hôte (Cort, 1928).

En France, c'est en 1931 que Brumpt expérimenta pour la première fois cette affection cutanée, suite à des prélèvements de mollusques aquatiques dans le bois de Boulogne (Brumpt, 1931). Depuis cette date, de nombreux autres foyers ont été déclarés mais cette maladie est encore mal connue du public.

## **b. Répartition géographique en France**

La dermatite cercarienne est une affection cosmopolite de répartition mondiale (de Gentile *et al.*, 1996). En France, une cartographie des foyers déclarés jusqu'en 1998 est réalisée par Martin-Loehr (1999) puis complétée par Martins (2000) (figure 10).

C'est ainsi que trois foyers principaux sont décrits ainsi que de nombreux foyers annexes pour lesquels peu d'études épidémiologiques ou malacologiques ont été entreprises.

Les trois principaux foyers sont:

- le **foyer des lacs Alpains**: Lac Léman (Haute-Savoie), lac d'Annecy (Haute-Savoie), lac du Bourget (Savoie) et lac de Paladru (Isère)
- Le **foyer de Franche-Comté**: lac de Saint-Point (Doubs), lac de Remoray (Doubs) et étang de Rioz (Haute-Saône)
- Le **foyer des pays de Loire**: étang de Grézillé (Maine et Loire), étang de Nozay (Loire atlantique) et étang de Sillé le Guillaume (Sarthe).

En dehors de ces trois principaux foyers, d'autres plans d'eau ou cours d'eau ont fait l'objet de plaintes occasionnelles. Il s'agit:

- des ruisseaux du **bois de Boulogne** (Brumpt, 1931)
- du **Mâble** et de la **Veude** (affluents de la Vienne dans le département de l'Indre et Loire): 1 cas en 1944
- de la **Saône**, au pont de Collonges: 1 cas en 1965
- du **lac de Guerlédan** dans le Morbihan: une dizaine de cas dont la date d'apparition n'a pas été précisée
- du **lac de Pugeat** près de Limoges: quelques cas dont la date d'apparition n'a pas été précisée
- du **lac de Grand Lieu** en Loire Atlantique: quelques cas dont la date d'apparition n'a pas été précisée
- de la **plage de Dienville** dans l'Aube: une cinquantaine de cas en 1993; **Amance** en 1993
- de l'**étang de Saint-Firmin** dans le Cher: environ 15 cas en 1998
- de l'**étang de Baerenthal** en Moselle en 1998
- des **rizières de la Camargue** (épidémies chez des ouvriers agricoles)
- de la **région de Rouen** en 1997
- de la **région de la Brenne**: quelques cas dans un étang privé il y a une quinzaine d'années
- de l'**étang de Vouziers** dans les Ardennes (pas de cas de dermatite déclaré mais étang à risque car 50% des canards sont porteurs de trichobilharzies dans les cavités nasales).



figure 10: foyers de dermatite en France (Martins, 2000)

### **c. Manifestations cliniques et traitement**

Les manifestations cliniques de la dermatite cercarienne chez l'homme ont été largement documentées par divers auteurs depuis la première description de Naegeli en 1923.

La diversité des atteintes et des lésions observées peut se résumer ainsi:

Lors de la première exposition à des cercaires, la symptomatologie est discrète et passe souvent inaperçue. On note cependant l'apparition d'un prurit passager 10 à 30 minutes après l'exposition et de quelques macules qui se résorbent en 10 à 24 heures (Acha & Szyfres, 1989). De 5 à 14 jours plus tard, de petites papules peuvent apparaître, accompagnées de prurit, au point où avaient évoluées les macules (Acha & Szyfres, 1989). Une première exposition détermine chez l'homme une sensibilisation de type allergique (Gay *et al.*, 1999; Macfarlane, 1944; Macfarlane, 1949; Olivier, 1949).

La réponse secondaire, chez les sujets sensibilisés par une première atteinte est plus rapide et plus intense. C'est cette dernière qui est la plus souvent décrite puisque la première exposition motive rarement une consultation. Elle est variable en fonction de la sensibilité de chaque individu et de l'espèce de bilharzie infestante (Acha & Szyfres,

1989; de Gentile *et al.*, 1996). Environ 20 minutes après exposition, un violent prurit se fait ressentir. Sa durée est variable en fonction des individus. Des macules se développent le long des trajets suivis par les cercaires et sont remplacées 10 à 20 heures plus tard par des papules ou, chez quelques individus, par une réaction urticarienne. L'apparition de ces papules s'accompagne d'un nouveau prurit intense qui disparaît spontanément 1 semaine plus tard. Dans quelques cas, lorsque la démangeaison est intense, une infection secondaire peut apparaître sous la forme de pustules suite au "grattage" (Acha & Szyfres, 1989).

Selon Eklun-Natey *et al.* (1985c), chez la plupart des baigneurs, les symptômes se déclarent entre 2 et 24 heures après la baignade et dans la plupart des cas disparaissent en 5 jours.

La taille des différentes éruptions cutanées observées peut atteindre de 5 à 8 mm de diamètre (Eklun-Natey *et al.*, 1985c). Elles peuvent être localisées (jambes surtout) ou généralisées (64% des personnes selon Eklun-Natey *et al.*) avec une répartition des lésions sur tout le corps excepté la tête et les mains (Eklun-Natey *et al.*, 1985c). Les régions les plus atteintes sont le torse et les membres (Chamot *et al.*, 1998). Le prurit est parfois si intense qu'il est responsable d'insomnies (Cort, 1928; Eklun-Natey *et al.*, 1985c; Gaschen *et al.*, 1956). Les symptômes durent en moyenne 5 jours (50% des cas) mais peuvent persister jusqu'à 10 jours (Eklun-Natey *et al.*, 1985c). Plus rarement, chez certains sujets, les lésions confluent et deviennent oedémateuses et douloureuses (Berg & Reiter, 1960 ; Brackett, 1940 ; Cort, 1928).

Des symptômes généraux peuvent être observés: il s'agit de fièvre le plus souvent (Berg & Reiter, 1960; Eklun-Natey *et al.*, 1985c; Scully *et al.*, 1985), et plus rarement d'affaiblissement général plus ou moins marqué (Berg & Reiter, 1960; Cort, 1928; Eklun-Natey *et al.*, 1985c; Scully *et al.*, 1985), de réactions ganglionnaires (Eklun-Natey *et al.*, 1985c ; Scully *et al.*, 1985), voire de céphalées, sueurs et diarrhées pouvant nécessiter une hospitalisation (Scully *et al.*, 1985).

Selon l'enquête de Chamot *et al.* (1998), sur 100 personnes atteintes de "dermatite cercarienne", 49 ne présentent que 1 à 5 lésions cutanées alors que 11,1 en ont plus de 30. Seules 19,6 % des personnes atteintes ont ressenti de sévères démangeaisons, 17% se sont plaintes de troubles du sommeil et 50,3 % ont eu recours à des médicaments.

Dans les cas classiques, le traitement fait appel uniquement à des topiques anti-prurigineux auxquels peut être associé, si l'infestation est massive, un traitement général à base de corticoïdes et d'anti-histaminiques (Chamot *et al.*, 1998).

Dans le cadre de la lutte contre les bilharzioses humaines, quelques essais d'application prophylactique de topiques empêchant la pénétration des cercaires se sont avérés intéressants. Abu-Elyazeed *et al.* (1993) montrent le rôle partiellement protecteur d'une application quotidienne d'un topique à base de niclosamide sur une population de fermiers exposés aux cercaires de *Schistosoma mansoni* dans le delta du Nil. Le taux de réinfestation après traitement curatif s'est avéré être plus faible dans le groupe protégé par le niclosamide (53,3%) que dans le groupe placebo (71,3%).

Fripp & Armstrong (1973) montrent une efficacité semblable, contre les infestations par des cercaires, d'un nettoyant cutané à base d'hexachlorophène sur une population de souris. Aucune application sur l'homme n'a été tentée lors de cette expérience, cependant les auteurs pensent que ce produit pourrait être utilisé par des personnes soumises de façon occasionnelle à un contact avec une eau infestante.

#### **d. Epidémiologie**

Les conditions d'apparition d'une telle affection sont encore mal élucidées. De nombreuses descriptions de foyers existent pourtant mais elles ne font généralement l'objet que d'une description clinique partielle et de quelques relevés météorologiques instantanés.

Nous nous intéresserons principalement à l'étude de Chamot *et al.* (1996), réalisée sur les rives du Léman, portant sur un grand nombre de baigneurs et qui donne des informations intéressantes quant à l'épidémiologie de cette affection.

Elle se base sur les réponses à 1174 questionnaires, directement distribués aux baigneurs. Sur les 1174 baigneurs interrogés, 681 ont pu être recontactés ultérieurement pour répondre à un second questionnaire.

Les résultats des différents points du questionnaire sont reportés en annexe 2.

Les principales informations issues de cette étude sont les suivantes:  
Le taux d'infestation moyen est estimé à 27,7% malgré des variations quotidiennes parfois notables.

Pour une exposition semblable avec l'eau contaminée, le taux d'atteinte est quasiment le même pour les deux sexes dans toutes les catégories d'âges. Cependant les jeunes sont plus souvent atteints, ceci étant probablement lié à leur comportement de baignade (eaux moins profondes, bains plus fréquents).

Les personnes les plus affectées sont celles qui se baignent entre 10h00 et 14h00. Le temps de la baignade est également un facteur à prendre en compte, l'infestation devenant plus fréquente chez les personnes ayant passé au moins 10 minutes dans l'eau. La profondeur de l'eau ne semble pas jouer de façon significative sur la probabilité d'infestation.

Par contre, les paramètres température et pression atmosphérique se montrent très évocateurs. La fréquence d'apparition de cas de dermatite est en moyenne légèrement plus importante pour des températures supérieures à 24,5°C et nettement plus importante pour des pressions supérieures à 969 kPa (une  $P^{\circ} < 969$  kPa quelque soit la température donne un pourcentage d'infestation de 16,55% alors qu'une  $P^{\circ} > 969$  kPa quelque soit la température donne un pourcentage d'infestation de 33,3 %).

Il est conclu que la durée de baignade, le moment de la journée, la pression et la température atmosphériques sont quatre paramètres qui influent de façon notable sur la probabilité qu'ont les cercaires d'atteindre la peau de l'homme. Il est probable que les conditions météorologiques affectent le comportement des cercaires en modifiant les caractéristiques physiques de l'eau.

La figure 11 représente le taux d'atteinte par une probable dermatite cercarienne et les mesures de la pression atmosphérique au cours de l'été 1996 sur les rives du lac Léman.

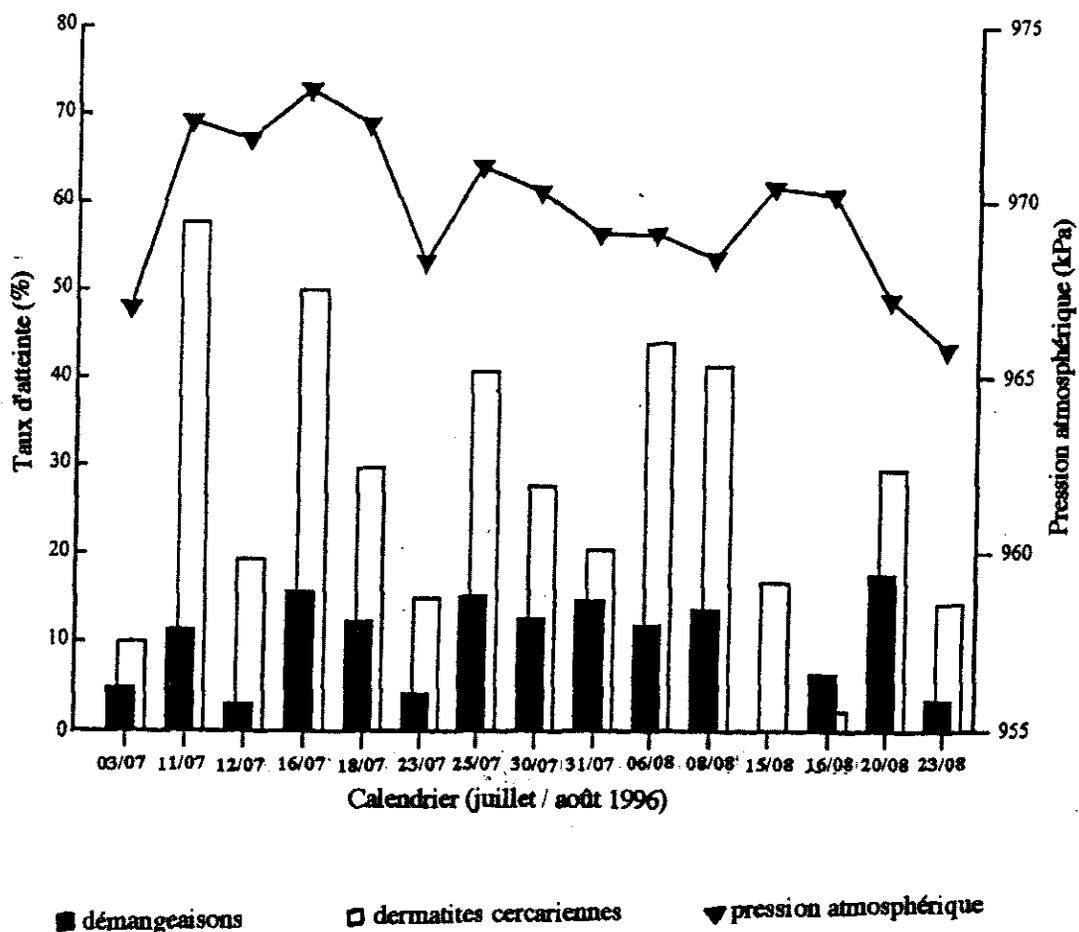


figure 11: taux d'atteinte par une probable dermatite cercarienne au cours de l'été 1996 sur les rives du lac Léman (Chamot *et al.*, 1998)

Chamot *et al.* (1998) reconnaissent enfin que de telles enquêtes présentent souvent une assez mauvaise sensibilité et spécificité. En effet, les primo-infestations et les dermatites légères sont sous-représentées puisque, responsables de symptômes frustrés, elles sont plus rarement signalées. Inversement, le taux de dermatite est probablement surestimé car les personnes atteintes sont certainement plus sensibles au questionnaire. D'autre part, il est possible de confondre cette affection avec une dermatite bactérienne, une dermatite de contact ou une dermatite consécutive à des piqûres d'insectes. Aucune confirmation expérimentale de la maladie n'a été réalisée car aucune technique, selon ces auteurs, n'aurait eu de valeur certaine. Cependant, au cours de leurs enquêtes, les auteurs et les interviewers ont pu, par eux-même, observer de nombreux cas de dermatites cercariennes typiques. L'analyse bactériologique des eaux du Léman a montré en outre qu'elles étaient propres à la baignade.

Nous citerons enfin, sans les détailler, deux autres enquêtes apportant quelques informations supplémentaires:

Beer & German (1993) étudient les paramètres favorisant l'apparition de cas de dermatite dans la région de Moscou. Leur travail montre que l'intensité de cette affection est fonction de différents facteurs dont les principaux sont la pollution par les déchets, l'envahissement des plans d'eau par des macrophytes et la forte population de colverts dans cette région.

Une enquête, réalisée aux USA à Walloon lake dans le Michigan par Lindblade (1998) montre que cette année là, 14% des résidents du bord du lac ont contracté une dermatite cercarienne. Une différence significative peut être notée entre chaque localité. Certaines présentent un nombre de cas bien plus important que d'autres. Ce sont toujours les jeunes qui sont les plus atteints car ils sont les plus exposés du fait de leurs habitudes de baignade. Les cas se produisent essentiellement lorsque la baignade a lieu le matin, ce qui correspond à la chronologie de l'émission des cercaires expérimentée au laboratoire. Pour les auteurs, aucune relation notable ne peut être mise en évidence entre la distance de baignade par rapport aux rives et le risque de dermatite comme cela avait pu être décrit précédemment. Les auteurs relient cette observation à l'intervention probable des courants et du vent dans le phénomène de dissémination des cercaires.

En conclusion, nous pouvons retenir que la probabilité d'apparition des cas de dermatite cercarienne est plus ou moins liée:

- à la présence rapprochée de l'hôte intermédiaire (la limnée), de l'hôte définitif (le canard) et du baigneur
- à la multiplication de végétaux et au phénomène d'eutrophisation

- aux conditions météorologiques (température et pression atmosphérique)
- à l'heure, au lieu (notion de plages à risques) et à la durée de la baignade.

#### **e. Devenir des cercaires après infestation**

De Gentile *et al.* (1996) avancent que les 5 genres de bilharzies parasites d'oiseaux et reconnus agents de dermatite sont "incapables de poursuivre leur développement chez l'homme, les furcocercaires restant au niveau de la peau". L'homme serait alors une impasse parasitaire.

Certaines analyses histologiques de biopsies de peaux humaines après expositions expérimentales confortent l'hypothèse de la persistance et de la destruction des cercaires dans la peau des individus exposés. Macfarlane (1949) montre, par exemple, que chez des sujets n'ayant jamais été exposés à des cercaires, une exposition expérimentale suivie de biopsies cutanées met encore nettement en évidence le parasite au bout de 39 heures. Ce dernier présente toutefois un début de lyse. Au bout de 190 heures ne restent que des traces de tissu parasitaire. Chez les sujet sensibilisés (donc ayant déjà été exposés à des cercaires), le parasite est encore visible au bout de 24 heures mais sa destruction paraît plus rapide. Il ne l'est plus au bout de 75 heures.

Brackett (1940), quant à lui, ne retrouve pas de trace du parasite sur une biopsie pratiquée 29 heures après l'exposition d'un sujet à des cercaires pathogènes mais observe, sur les coupes, des cavités correspondant à leur passage. N'ayant jamais pu mettre en évidence de lésions montrant un éventuel passage du parasite au delà de la couche de Malpighi, il considère que l'absence de cercaires sur les coupes est liée à leur destruction par l'organisme et écarte l'hypothèse d'une pénétration plus profonde de celles-ci dans les tissus.

Cependant, la consultation d'études plus récentes laisse planer un doute. Gay *et al.* (1999) et Martin-Loehr (1999), par exemple, ne mettent en évidence aucune structure parasitaire dans les biopsies cutanées réalisées sur des sujets sensibilisés 10 heures et 60 heures après exposition dans le cas de la première étude, 1 heure seulement après exposition dans le cas de la deuxième. Y a-t'il eu rejet du parasite, destruction prématurée ou celui-ci a-t'il poursuivi son chemin au delà du derme? Le doute est ici permis. De plus, l'exposition expérimentale de mammifères (rongeurs, singes et lapins) aux furcocercaires de bilharzies d'oiseaux a montré, à plusieurs reprises, que les cercaires étaient capables chez ces espèces de poursuivre leur développement bien plus profondément dans les tissus. Nous détaillerons ces travaux dans le paragraphe suivant.

### C/ Pouvoir pathogène chez les autres mammifères

Différentes études ont été entreprises afin de mieux connaître le pouvoir pathogène des bilharzies chez les mammifères.

Nous retiendrons plus précisément les suivantes:

1) L'infestation expérimentale de 5 espèces de mammifères (souris, hamsters, gerbilles, cochons d'Inde, lapins et singes Rhésus) par 3 trichobilharzies (dont *Trichobilharzia ocellata*) responsables de dermatite humaine, réalisée par Olivier (1953). Elle met en évidence sur les poumons des 5 espèces, 7 jours après infestation, des foyers d'hémorragies de tailles variables ainsi que de petits nodules décolorés. Des vers sont également isolés directement des poumons de plusieurs souris infestées et d'un des singes Rhésus. Aucun des vers isolés du parenchyme pulmonaire de ces mammifères ne montre une croissance notable. Un seul présente quelques transformations morphologiques.

2) L'étude de Bacha *et al.* (1982) qui montre que l'exposition de gerbilles aux cercaires d'*Austrobilharzia variglandis* (parasite du poulet) peut aboutir au développement, dans les poumons notamment, d'un nombre considérable de vers ayant déjà subi d'importantes modifications morphologiques. Des vers sont retrouvés dans les poumons de 100 % des gerbilles infestées. D'autres sont localisés, plus rarement, au niveau du coeur, des reins, du foie et des intestins. Certains atteignent la maturité sexuelle alors que d'autres sont retrouvés accouplés. Cependant, aucun oeuf n'est jamais isolé. Le développement de ces vers s'avère toutefois être plus rapide chez l'hôte définitif habituel (le poulet) que chez l'hôte non habituel. A noter qu'aucune manifestation clinique n'est observée chez les gerbilles malgré une infestation parfois remarquable. Malgré un développement relativement avancé chez ces hôtes accidentels, les auteurs n'envisagent pas la possibilité d'un déroulement complet du cycle parasitaire étant donné le faible nombre des formes parasitaires quittant le poumon.

3) L'étude de Haas et Pietsch (1991) qui montre la présence de schistosomules de *Trichobilharzia ocellata* dans les poumons majoritairement, mais également dans le foie et les intestins, de souris exposées à des cercaires marquées par un isotope radioactif.

4) Les travaux d'Horak *et al.* (1999) qui mettent en évidence, chez des souris exposées aux cercaires de *Trichobilharzia regenti*, des vers en cours de développement dans le système nerveux central, avec une forte prévalence, même lorsque l'inoculum était réduit à 50 cercaires seulement. Parallèlement, 2 des 8 souris exposées à ces cercaires montrent à J10 p.i une paralysie des pattes postérieures. Certains parasites ont

un développement ralenti ou sont éliminés par l'hôte accidentel, cependant, un grand nombre d'entre eux sont capables de se transformer en jeunes adultes, se nourrissant du tissu nerveux environnant. Dans cette étude, il n'est pas retrouvé de vers dans d'autres tissus que le système nerveux central des hôtes accidentels.

5) Les travaux d'Horak et Kolarova (2000) qui réalisent une exposition expérimentale de souris aux cercaires de *Trichobilharzia szidati* et de *Bilharziella polonica*. Dix pour cent des cercaires utilisées lors de ces expositions se transforment en schistosomules et atteignent les poumons. Les schistosomules de *Trichobilharzia szidati* observés chez les souris à J3 p.i sont de la même taille que ceux observés à la même date chez l'hôte habituel (le canard). Cependant, à J6 p.i., le développement de ces schistosomules s'avère ralenti. Les vers isolés des poumons présentent à leur surface une double membrane phospholipidique, se nourrissent du sang de l'hôte et semblent pouvoir y persister au moins 10 jours. Leur tégument n'a jamais montré d'altérations liées à l'activité des défenses immunitaires de l'hôte, cependant, cette étude semblerait montrer que le nombre de cercaires éliminées par ce dernier soit plus important après plusieurs expositions, alors que les anticorps spécifiques commencent à être synthétisés.

6) Enfin, l'étude de Martins (2000) qui met en évidence, suite à l'exposition expérimentale d'un méridon (*Meriones unguiculatus*) à des furcocercaires ocellées issues de *Lymnaea peregra* du lac Léman, une congestion multiviscérale ainsi que de nombreux petits nodules blanchâtres disséminés dans le parenchyme pulmonaire. Le foie, le mésentère, le tube digestif et le cerveau sont normaux. Les nodules observés dans les poumons correspondent microscopiquement à des lésions de vascularites lymphocytaires. Certaines sections des poumons comportent, en outre, des vers immatures qui obstruent la lumière vasculaire. Certains de ces vers sont vivants et contiennent du pigment bilharzien.

Ces différentes études et la constatation, par certains auteurs, de l'absence de furcocercaires dans le derme de l'homme exposé expérimentalement, nous amènent à conclure qu'en l'état actuel de nos connaissances, rien ne permet d'écarter de façon certaine l'hypothèse d'un passage des cercaires au delà du derme chez l'homme infesté de façon accidentelle, voire d'une éventuelle installation de schistosomules dans des organes internes de celui-ci. Cependant, le déroulement complet du cycle parasitaire ne semble pas envisageable.

## D/ Effets de l'infestation sur l'hôte intermédiaire

De nombreux auteurs ont étudié l'influence du parasitisme des schistosomes sur l'hôte intermédiaire. L'exemple de l'association *Trichobilharzia ocellata* - *Lymnaea stagnalis* est utilisé dans la plupart de ces travaux.

Il en ressort que l'infection de *Lymnaea stagnalis* par *Trichobilharzia ocellata* semble provoquer 3 types de modifications chez l'hôte intermédiaire:

- **une modification des défenses immunitaires** de la limnée mettant en jeu des phénomènes humoraux complexes. Dans un premier temps, il y aurait synthèse d'une molécule stimulante de l'activité hémocytaire de l'hôte suivie rapidement de la synthèse d'une fraction inhibitrice de cette même activité (Nunez *et al.*, 1997). Le but de ces synthèses n'est pas encore clairement défini. Visent-elles à protéger l'hôte intermédiaire contre de nouvelles infestations, à protéger le parasite des défenses de l'hôte intermédiaire ou à favoriser son développement ? De nombreuses questions restent encore sans réponse. Cependant, l'étude de Nunez et de Jong-Brink (1997), comparant les synthèses moléculaires suite à l'infestation de *Lymnaea stagnalis* par *Trichobilharzia ocellata* (parasite spécifique) et par *Schistosoma mansoni* (parasite non spécifique) nous montre que ces synthèses sont au moins en partie responsables du phénomène de compatibilité entre la bilharzie et l'hôte intermédiaire.

Une autre molécule, synthétisée par l'hôte intermédiaire et appelée "schistosomine" provoque après infestation une modification de l'activité hémocytaire. Elle pourrait avoir pour but de préparer l'échappement et la migration des cercaires (de Jong-Brink, 1995).

- **une réduction voire un arrêt de la reproduction** de l'hôte intermédiaire (phénomène de castration parasitaire).

- **une forte augmentation de la croissance** de l'hôte intermédiaire (phénomène de gigantisme). L'augmentation de la masse corporelle n'étant liée qu'à une augmentation de l'humidité et en aucun cas à une augmentation de la matière sèche, ce phénomène ne représenterait aucun coût énergétique pour l'hôte.

Ces deux dernières modifications observées chez l'hôte intermédiaire, également sous l'influence de la "schistosomine", auraient pour but d'apporter espace et énergie au parasite pour la formation des cercaires (de Jong-Brink, 1995 ; de Jong-Brink *et al.*, 1995).

## VII/ LUTTE CONTRE LES BILHARZIOSES AVIAIRES :

La dermatite cercarienne fait l'objet d'une attention grandissante en France du fait de la déclaration régulière de nouveaux foyers, mais également depuis la récente remise en question d'un éventuel pouvoir pathogène des agents responsables de cette affection pour l'homme. Les conséquences économiques à long terme, principalement dans les régions touristiques pourraient être désastreuses. C'est pourquoi les autorités souhaiteraient que des moyens de lutte efficaces soient entrepris.

La lutte contre les bilharzies a déjà fait l'objet de nombreuses recherches et est toujours d'actualité notamment dans les pays où sévissent les schistosomes humains. Nous nous inspirerons donc en partie de l'expérience de la lutte contre ces derniers pour tenter de proposer une liste de méthodes expérimentées contre les bilharzies humaines qui pourraient, après vérification de leur efficacité contre le parasite ou le nouveau mollusque hôte intermédiaire, être envisagées dans nos régions. Nous exposerons également quelques actions proposées ou déjà expérimentées contre les bilharzioses aviaires à l'étranger. Cependant, nous nous heurtons à différents problèmes. La schistosomose humaine est une maladie suffisamment grave, responsable chaque année de milliers de décès dans le monde, pour justifier l'emploi de méthodes de lutte draconniennes, même si celles-ci peuvent être néfastes pour l'environnement. Ainsi, sont régulièrement employés, le drainage des bassins à risques, ou des molluscicides synthétiques ou naturels souvent toxiques pour la faune et la flore du milieu traité.

De telles méthodes ne sont pas envisageables en France, notamment dans de grandes étendues d'eau telles que le lac Léman, le lac d'Annecy ou le lac du Bourget. De plus, la superficie des zones à traiter nécessiterait l'utilisation de quantité phénoménales de produit. C'est ce qui rend très difficile la réalisation d'un projet de lutte contre les bilharzies aviaires responsables de dermatite. De plus, les connaissances sur ces parasites n'étant encore que partielles, il serait souhaitable, dans un premier temps de mieux appréhender leurs cycles parasitaires (hôtes définitifs, hôtes intermédiaires...) ainsi que l'écologie des mollusques hôtes intermédiaires représentés dans nos régions afin de mieux cibler l'éventuelle lutte engagée.

Le but de la lutte contre les bilharzioses aviaires serait de réaliser des coupures dans un ou plusieurs points du cycle parasitaire.

Elle pourrait s'effectuer, en théorie, selon différents procédés:

- une action sur les oeufs
- une action sur les mollusques hôtes intermédiaires

- une action sur les larves libres
- une prévention de la pénétration des furcocercaires
- un tarissement des sources de parasites par traitement anthelminthique des oiseaux infestés.

En pratique, nous verrons que seule la lutte contre les mollusques hôtes intermédiaires est envisageable.

#### A/ Action sur les oeufs

Celle-ci paraît difficile. En effet, le drainage, empêchant l'incubation des oeufs, recommandé dans les zones où sévissent les schistosomes humains n'est pas applicable dans nos régions où les plans d'eau concernés sont le plus souvent de grands lacs.

#### B/ Action sur les mollusques hôtes intermédiaires

Elle peut être envisagée, en théorie, selon trois procédés:

- une modification physique du biotope le rendant défavorable à l'installation et au développement des mollusques
- une lutte chimique par l'emploi de molluscicides synthétiques ou naturels
- une lutte biologique visant à rompre les associations zootiques des gîtes à mollusques ou exerçant une action prédatrice ou compétitrice envers ces mollusques.

Pour une efficacité optimale de la lutte contre les mollusques, il est recommandé de l'engager sur des étendues d'eau limitées et de renouveler les traitements à chaque génération de mollusque (Ripert, 1998).

#### **a. Lutte par modification physique du biotope**

Dans les pays où les bilharzioses humaines sont endémiques, la lutte contre les mollusques hôtes intermédiaires passe dans un premier temps par une vidange des retenues d'eau. Celle-ci n'est pas envisageable dans nos régions. Par contre il serait possible de circonscrire les gîtes à mollusques afin de les rendre mieux accessibles aux traitements. Ceux-ci se trouvant en partie dans les herbiers, un faucardage peut être recommandé.

Dans un plan d'eau, en Bohême centrale, Kolarova *et al.* (1989) ont tenté d'enrayer une épidémie de dermatite par la réalisation d'un traitement chimique (chaux chlorinée et sulfate de cuivre). Celui-ci s'est avéré inefficace puisqu'un mois plus tard, de nouveaux cas de dermatite ont été déclarés. Ils ont alors entrepris un autre mode de traitement. Le plan d'eau a été vidangé, le sol a été séché et la vase remuée mécaniquement. Dans les lieux de baignade, une partie du fond a été recouvert d'une nouvelle couche de sable. Par la suite, aucun mollusque n'a été retrouvé, dans cette localité, avant le mois de juin de l'année suivante. Les auteurs ont pu remarquer la réapparition progressive des mollusques les années suivantes mais aucun cas de dermatite n'a été rapporté. Ils suggèrent un contrôle de cette réapparition par l'introduction de poissons prédateurs tels que les tanches, les carpes ou les barbeaux.

Leighton *et al.* (1993) ont, quant à eux, réussi à réduire de façon notable l'occurrence de la dermatite dans un plan d'eau au Canada en modifiant le milieu de vie des mollusques en période de reproduction. Ils ont pour cela utilisé deux techniques différentes en deux lieux distincts. La première utilisait un tracteur suivi d'une sorte de râteau qui levait et roulait les cailloux jusqu'à une profondeur de 1 mètre alors que la deuxième employait un laboureur rotatif monté sur un moteur de bateau capable de remuer le fond jusqu'à une profondeur de 3 mètres. Pour la première localité, le traitement a été réalisé une fois par semaine pendant 7 semaines alors que pour la seconde il n'a été réalisé qu'une fois par semaine pendant 3 semaines. Ces deux techniques se sont avérées être également efficaces puisqu'elles ont toutes deux permis de réduire de 96 à 99% la population de mollusques dans les zones traitées.

Certains agents physiques tels que les radiations ultraviolettes ou les ultrasons ont montré une action intéressante contre les mollusques au laboratoire (Tosi, 1978).

Schalie & Blankespoor (1977), se basant sur la constatation qu'un réchauffement artificiel de l'eau au delà de 30°C empêche la production d'oeufs chez un grand nombre d'espèces de mollusques, proposent l'utilisation de "solarators", sortes de loupes géantes disposées au dessus des gîtes à mollusques. Cependant, cette méthode n'est pas spécifique des mollusques et risquerait d'atteindre des espèces non cibles. De plus, elle ne peut être raisonnablement envisagée que sur des étendues d'eau peu profondes et peu mouvementées.

Enfin, d'autres auteurs ont montré que, dans les conditions naturelles, les mollusques tendent à s'accumuler sur des corps flottants immergés. Ainsi, des feuilles larges, des palmes, des tiges de maïs, des branches, des morceaux de cartons ou des planches se sont retrouvés couverts de mollusques lorsqu'ils ont été retirés au bout de quelques jours d'immersion (Bregeat, 1973). De tels corps flottants pourraient peut-être

être employés comme pièges aux environs des zones présentant une forte densité de mollusques.

### **b. Lutte chimique**

Elle consiste en l'épandage dans les zones à forte concentration en mollusques de molluscicides synthétiques ou naturels.

Cependant, aucun molluscicide n'est à notre connaissance un molluscicide exclusif et tous présentent une toxicité plus ou moins marquée pour la faune ou la flore. C'est pourquoi, en France, l'épandage de tels produits n'est pas envisageable.

### **c. Lutte biologique**

La lutte biologique passe par une rupture des associations zootiques des gîtes à mollusques ou par une action prédatrice ou compétitrice vis-à-vis de ceux-ci (Ripert, 1998). Les études entreprises dans ce domaine se sont principalement attachées à envisager des moyens de lutte biologique contre les mollusques vecteurs de bilharzioses humaines. Celles relatives aux mollusques représentés dans nos régions étant quasi inexistantes, nous ne pouvons qu'extrapoler les résultats précédents au cas des bilharzioses aviaires, bien que les hôtes intermédiaires de ces parasites soient différents. Il conviendrait donc, avant toute utilisation de vérifier l'efficacité du moyen de lutte biologique proposé sur le nouveau mollusque.

Le but de la lutte biologique n'est pas la destruction mais la réduction de la population de mollusques en dessous d'un seuil pour lequel le cycle parasitaire ne peut plus se dérouler. A titre d'exemple, Graefe *et al.* (1973) ont réussi à enrayer une épidémie de dermatite en Autriche par la simple réalisation de grandes collectes de mollusques. Cependant ces auteurs reconnaissent que malgré ses nombreux avantages (éviter notamment l'application de molluscicides toxiques pour la faune benthique), cette méthode, longue et fastidieuse, ne peut que difficilement être envisagée dans des grands lacs.

La pression de lutte doit être constante pour être efficace. Il n'y a pas d'arme biologique idéale et bien souvent la lutte biologique ne peut être menée efficacement sans association à des méthodes de lutte chimique.

## 1. Agents toxiques: algues et extraits d'algues

Certaines algues ou leurs extraits libèrent des toxines après la mort de la cellule. Plusieurs genres sont réputés pour leur capacité à libérer de telles toxines. Nous citerons essentiellement le genre *Microcystis* (Tosi, 1978). Les études en laboratoire réalisées sur *Microcystis farlowiana* montrent que la toxicité de cette algue est variable en fonction de l'espèce de mollusque contre laquelle on veut lutter. Ainsi une culture à température ambiante est-elle capable de réduire de façon remarquable une population de *Lymnaea natalensis* alors qu'elle n'est efficace contre *Biomphalaria glabrata* qu'après passage à l'étuve (Tosi, 1978). Des essais préliminaires, réalisés sur *Lymnaea auricularia* et *Lymnaea truncatula* ont montré que la toxine de *Microcystis farlowiana*, libérée suite à des traitements mécaniques et thermiques était capable de détruire en 2 à 4 jours la totalité des populations de limnées.

Michel *et al.* (1972) montrent enfin que la présence à l'état naturel de *Microcystis farlowiana* dans deux stations du lac du Bourget est associée à une diminution notable de la faune benthique et reconnaissent le pouvoir toxique de l'algue. Cependant les toxines libérées ne sont pas spécifiques des mollusques et se montrent nocives pour l'ensemble de la faune.

## 2. Agents infectieux

De grands espoirs se sont portés sur *Bacillus thuringiensis* après la démonstration de l'efficacité de l'une de ses exotoxines sur les cercaires de trématodes, notamment celles de *Trichobilharzia szidati* (Horak *et al.*, 1996). Couramment utilisé dans la lutte contre les larves de moustiques et de mouches noires, ce bacille s'avère inoffensif contre les espèces non-cibles.

Horak *et al.* (1996) obtiennent une mortalité intéressante des cercaires de *Trichobilharzia szidati* en 6 à 12 heures pour une dilution au 1/2 ou au 1/4 du produit (VECTOBACT\*).

Cependant des essais ultérieurs réalisés par Fournier (1998) sur *Lymnaea auricularia* et *Lymnaea peregra* issues du lac Léman et leurs cercaires se sont avérés décevants. Les concentrations nécessaires seraient beaucoup trop importantes pour permettre d'envisager une éventuelle utilisation pratique de ce produit (quantité nécessaire et turbidité de l'eau). De plus l'efficacité de ce bacille en milieu naturel et son innocuité envers les autres espèces animales d'un écosystème lacustre restent à démontrer.

### 3. Parasites des mollusques

Nous citerons l'effet néfaste sur les mollusques de:

- *Saccharomyces cerevisiae*, une levure. Les mollusques sont très sensibles aux fermentations bactériennes. Mais, ici encore, il est nécessaire de rester prudent vis à vis de l'épandage de microorganismes dont l'inocuité envers l'homme et les animaux domestiques n'est pas connue (Bregeat, 1973; Tosi, 1978)

- *Dimeriopsis destructor* et *Plistiphora hussei*, des protozoaires (Bregeat, 1973; Tosi, 1978)

- larves de trématodes autres que les bilharzies aviaires. Les larves d'échinostomes, trématodes parasites d'oiseaux, sont responsables de lésions graves pouvant entraîner la mort des mollusques lors de l'émission cercarienne (Bregeat, 1973; Tosi, 1978). En Guadeloupe, un ver voisin des schistosomes se développe à l'état larvaire dans le mollusque *Biomphalaria glabrata*. Ce ver, *Ribeiroia marini* se nourrit de la glande génitale du mollusque et le rend définitivement stérile (Ripert, 1998)

- crustacés copépodes parasites du coeur de mollusques nudibranches (Bregeat, 1973) dont certaines espèces d'eau douce mériteraient selon l'auteur d'être étudiées

- larves de chironomidés et d'aplostomatidés (*Colobea* et *Ctenulus*) (Bregeat, 1973).

### 4. Prédateurs de mollusques

Sont réputés prédateurs de mollusque sans distinction, le "rat d'eau" (*Microtus amphibius*), les ansériformes et les oiseaux échassiers (Bregeat, 1973; Tosi, 1978), certaines tortues pallustres (Tosi, 1978), la salamandre du Japon (Tosi, 1978), le crapaud (*Xenopus laevis*) (Tosi, 1978), les têtards de grenouilles (Bregeat, 1973) et certaines sangsues (Bregeat, 1973; Tosi, 1978).

Plus intéressante est l'action prédatrice de certains poissons des régions tropicales. Très voraces, ces poissons ont un taux de croissance et de reproduction très élevé. Cependant, ce sont des espèces très envahissantes dont l'introduction risquerait de déséquilibrer profondément le biotope. Sont citées entre autres les espèces *Mylopharyngodon piceus*, *Haplochromis mellandi*, *Astatorheochromis alluandi*, *Cichlasoma biocellatus*, *Tilapia rendalli* et *Tilapia zillii* (Bregeat, 1973; Tosi, 1978).

Ripert propose l'association intéressante d'un poisson malacophage (comme *Astatorheochromis alluandi*) avec des poissons phytophages tels que *Tilapia melanopleura* qui détruisent les supports et la nourriture des mollusques (Ripert, 1998).

Certains mollusques tels que *Marisa cornuarietis*, mollusque prosobranchie de grande taille originaire du Venezuela, sont également de bons prédateurs des jeunes mollusques et des oeufs. Ils assurent de plus une compétition alimentaire vis-à-vis des autres mollusques. Très vorace, *Marisa cornuarietis* a donné de très bons résultats à Porto-Rico dans la lutte contre les bilharzioses humaines (Bregeat, 1973; Ripert, 1998; Tosi, 1978).

Nous citerons enfin l'action de certains crustacés qui sont parfois de très bons prédateurs de mollusques. Parmi les ostracodes, *Cypridopsis hartwigi* (Bregeat, 1973; Tosi, 1978), *Cypridopsis vidua* (Tosi, 1978) et *Cypretta kawatai* (Tosi, 1978) attaquent les jeunes et ont une action irritative pour les adultes qui sont obligés de rester cachés dans leur coquille ou de quitter le milieu. Ils ont une forte prolificité mais sont peu spécifiques vis-à-vis de leurs proies et sont eux-mêmes consommés par de nombreux poissons.

Parmi les décapodes sont cités les crabes (*Potamon sp*) et quelques écrevisses (*Astacus astacus*, *Astacus leptodactylus* et *Cambarus affinis*) (Bregeat, 1973; Tosi, 1978). Un essai de prédation des écrevisses (*Pacifastus lenisculus*) du Léman envers *Physella acuta* a été entrepris par Fournier (1998). Une forte prédation envers ces mollusques a pu être observée, cependant l'auteur considère comme peu envisageable la lutte biologique par de tels crustacés car, en milieu naturel, ces écrevisses sont plutôt omnivores et préfèrent les végétaux, les moules zèbrées ou les anodontes. De plus, déjà présentes sur le Léman, elles y causent de nombreux désagréments (destruction des herbiers, consommation d'oeufs de poissons...).

### 5. Mollusques compétiteurs

Cette méthode de lutte consiste en l'introduction d'un mollusque voisin de celui contre lequel on souhaite lutter. Une compétition s'instaure alors entre les deux espèces. Le mollusque nouvellement introduit doit présenter les qualités suivantes: être plus résistant que le premier, être peu exigeant du point de vue alimentaire, avoir une reproduction rapide et massive et ne pas être lui-même vecteur de trématodes de l'homme et des animaux (Tosi, 1978).

Nous avons déjà cité le rôle prédateur mais également compétiteur de *Marisa cornuarietis* envers *Biomphalaria glabrata*. Son efficacité envers les limnées représentées dans nos régions reste à démontrer (Bregeat, 1973; Ripert, 1998).

*Helisoma duryi* s'est avéré également très efficace contre *Biomphalaria glabrata* et *Bulinus truncatus* (Ripert, 1998; Tosi, 1978). Nous n'avons également pas de recul vis-à-vis de l'efficacité de ce mollusque envers les limnées.

*Thiara granifera*, prosobranchie originaire des Indes a été utilisé comme compétiteur de *Biomphalaria glabrata* aux Antilles (Ripert, 1998).

Un phénomène de compétition a toutefois été remarqué entre des mollusques hôtes intermédiaires de bilharzioses aviaires représentés dans nos régions. Adam et Lewis (1992), montrent ainsi le remplacement progressif de *Lymnaea peregra* par *Lymnaea auricularia* lorsque ces 2 espèces sont présentes dans le même milieu. Cependant, elles sont toutes deux des hôtes intermédiaires de bilharzies aviaires.

#### C/ Action sur les larves libres

On peut citer l'action prédatrice de petits crustacés planctoniques tels que *Cyclops*, *Daphnia pulex* ("puce d'eau") ou *Cypridopsis hartwigi* pour les larves libres. Cependant ces crustacés sont eux-mêmes la proie de poissons et sont donc d'une utilisation aléatoire en milieu naturel (Tosi, 1978).

#### D/ Prévention de la pénétration des furcocercaires

Elle peut consister en l'application de crèmes empêchant la pénétration des cercaires. Leur utilisation n'est pas envisageable sur les oiseaux sauvages hôtes définitifs de bilharzies de nos régions.

Cependant, comme nous l'avons vu précédemment, après vérification de leur efficacité et de leur innocuité, l'utilisation de ces crèmes pourrait être envisagée chez l'homme, à titre prophylactique, contre la dermatite cercarienne.

Haas *et al.* (1998) constatent, d'autre part, que la pénétration des cercaires et les modifications de leur tégument relatives à cette pénétration, les rendant plus vulnérables, sont stimulées exclusivement par des acides gras spécifiques chez toutes les espèces du genre *Schistosoma* (sauf *Schistosoma japonicum*) ainsi que chez *Trichobilharzia ocellata*. Ils proposent ainsi la libération lente dans l'eau d'un acide gras similaire. Des essais réalisés sur les cercaires de *Schistosoma mansoni*, utilisant l'acide tétradécénoïque à une concentration de 0,7 p.p.m. se sont avérés très prometteurs. De plus, ce produit n'a montré qu'une très faible toxicité envers les divers organismes aquatiques testés à l'exception des larves de moustiques, tuées à de faibles concentrations. Ils proposent également l'utilisation de pièges à cercaires à partir de supports recouverts d'acide linoléique, acide gras responsable de l'attraction exercée sur les cercaires par la peau des mammifères.

### E/ Traitement anthelminthique des hôtes définitifs

Des essais de traitement au praziquantel d'oiseaux parasités par des bilharzies ont montré une action intéressante de ce produit.

Müller *et al.* (1993) suivent l'émission des oeufs et des miracidiums de colverts infestés par des bilharzies à localisation intestinale après des traitements variables au praziquantel. En période patente, une administration unique de 500mg, une administration unique de 300 mg ou deux administrations de 200 mg par canard permettent une limitation de la production d'oeufs de bilharzies pendant 24 heures. Ils ne peuvent obtenir une réduction durable de la ponte qu'après 3 administrations de 200mg de praziquantel par canard à 24 h d'intervalle. Toujours en période patente, des doses de 30 à 40 mg par jour et par canard n'aboutissent en aucun cas à une réduction du nombre de miracidiums libérés. Par contre, pendant la période prépatente, une dose de seulement 22,5 mg par jour pendant une semaine est suffisante pour arrêter complètement la production des miracidiums. Les auteurs considèrent avec attention ce dernier protocole comme un moyen simple, économique et écologique de contrôler la dermatite cercarienne.

Reimink *et al.* (1995) comparent le taux d'infestation de colverts sauvages avant et après un traitement unique de 34 mg de praziquantel. En 1991, dans la localité étudiée, sur les 366 colverts capturés, 16,7% sont positifs à la recherche coproscopique d'oeufs et de miracidiums de bilharzies. Ces oiseaux subissent une administration unique de 34 mg de praziquantel et sont relâchés. Un échantillon de 113 oiseaux est capturé l'année suivante. La recherche coproscopique des oeufs et des miracidiums réalisée sur ces derniers montre que sur les oiseaux traités, seuls 1,8% sont encore parasités alors que le taux d'infestation des oiseaux non traités est encore de 14,6%. Leurs observations montrent également que plus de la moitié des colverts retourne quasiment au même endroit d'une année sur l'autre, ce qui faciliterait considérablement la réalisation d'un traitement à grande échelle. Par contre, ils estiment qu'il est peu probable que le praziquantel puisse protéger contre une nouvelle infestation puisque 80 à 85 % du médicament sont éliminés 4 jours après administration.

Cependant, même si en théorie le praziquantel s'est montré capable de réduire de façon intéressante la quantité d'oeufs et de miracidiums émis dans les fientes, son utilisation n'est, à l'heure actuelle pas envisageable en France pour les raisons suivantes:

- nous ne connaissons pas de façon précise le spectre des hôtes définitifs porteurs de bilharzies dans nos régions. Nous savons par exemple que sur le lac d'Annecy, les colverts, les milouins et les morillons sont des hôtes définitifs reconnus. Mais qu'en est-il des nombreuses autres espèces fréquentant ce lac?

- le traitement des oiseaux nécessiterait leur capture et l'administration à chacun d'une ou de plusieurs doses de praziquantel, ce qui n'est que difficilement envisageable sur une population d'oiseaux sauvages

- le praziquantel n'a pas, en France, d'autorisation de mise sur le marché pour les oiseaux.

## **VIII/ SITUATION DU PROBLÈME EN RÉGION RHÔNE-ALPES**

### *A/ Historique et répartition géographique:*

C'est sur les rives françaises du lac Léman en 1983 que le premier foyer de dermatite cercarienne a été identifié en région Rhône-Alpes (Cusin, 1986; Eklu-Natey *et al.*, 1985c). Cependant cette affection était déjà connue depuis 1956 sur les rives suisses de ce même lac. Gaschen *et al.* (1956) en avaient alors attribué la responsabilité à des cercaires d'échinostomes et de gymnocéphales. Depuis cette date, la déclaration de nombreux autres foyers témoigne d'une nette progression du nord vers le sud.

Cette affection est actuellement connue sur le lac Léman (Suisse, Haute-Savoie), mais également sur le lac d'Annecy (Haute-Savoie) depuis 1994, le lac du Bourget (Savoie) depuis 1994, le lac de Paladru (Isère) depuis 1996 et sur des plans d'eau de moyenne Tarentaise (Savoie) depuis 1999. Les plans d'eau naturels ou artificiels de la région lyonnaise, ainsi que ceux du sud de la région Rhône-Alpes ne semblent pour l'instant pas concernés (Gauthier, 1999).

La figure 12 situe ces lacs en région Rhône-Alpes.



figure 12: principaux lacs de la région Rhône-Alpes (Atlas mondial Encarta 98 -

Microsoft)

Les conséquences médicales de cette affection chez l'homme sont encore mal connues. De récentes études, certaines utilisant des mollusques du lac Léman (Martins, 2000), ont montré le développement possible de vers dans les poumons de mammifères, et remettent en question l'aspect bénin de cette affection. Les répercussions économiques dans une région très touristique pourraient être considérables à plus ou moins long terme, ce qui suscite une vive émotion des autorités politiques. Les quelques connaissances dont nous bénéficions à l'heure actuelle sont issues pour la plupart de recherches internes à certains laboratoires et surtout de la bonne volonté de chacun.

### B/ Etudes déjà réalisées en région Rhône-Alpes

#### **a. Lac Léman, 1983 / 1984 / 1985: étude des cercaires du Léman et étude épidémiologique de la dermatite**

La première étude entreprise dans notre région a été réalisée par une équipe suisse (Eklu-Natey *et al.*, 1985 a,b,c) en relation avec l'I.N.R.A. (Institut National de Recherche Agronomique) de Thonon-les-bains (Haute-Savoie) (Cusin, 1986) sur les rives du Léman au cours de étés 1983 et 1984.

L'équipe suisse s'est attachée à étudier les différentes cercaires émises par un échantillon de gastéropodes du Léman et à réaliser une enquête épidémiologique sur les rives suisses et françaises de ce lac.

L'étude des cercaires a permis de montrer que 3 types de cercaires pouvaient être isolées des mollusques du Léman: des cercaires à queue simple, des furcocercaires non ocellées et des furcocercaires ocellées (Eklu-Natey *et al.*, 1985 a,b,c). Parallèlement, l'équipe française a pu démontrer, par exposition de leurs propres personnes aux différentes cercaires, que seules les furcocercaires ocellées, isolées à partir de *Lymnaea peregra*, étaient responsables de dermatite (Cusin, 1986). L'agent de dermatite a été nommé "*Trichobilharzia cf. ocellata*" (Eklu-Natey *et al.*, 1985c) du fait de sa ressemblance avec le complexe "*ocellata*" La Valette.

L'étude épidémiologique entreprise sur les rives suisses et françaises du Léman a, quant à elle, permis de montrer une nette recrudescence des cas de dermatite à partir des années 1980 avec un pic en 1983, semblant lié à un été particulièrement chaud: la température de l'eau fut maximale cette année là (jusqu'à 26°C). Elle a également permis de réaliser une cartographie des plages à risque (figure 13). Cette dernière montre que presque toutes les plages du Léman sont concernées par ce problème.

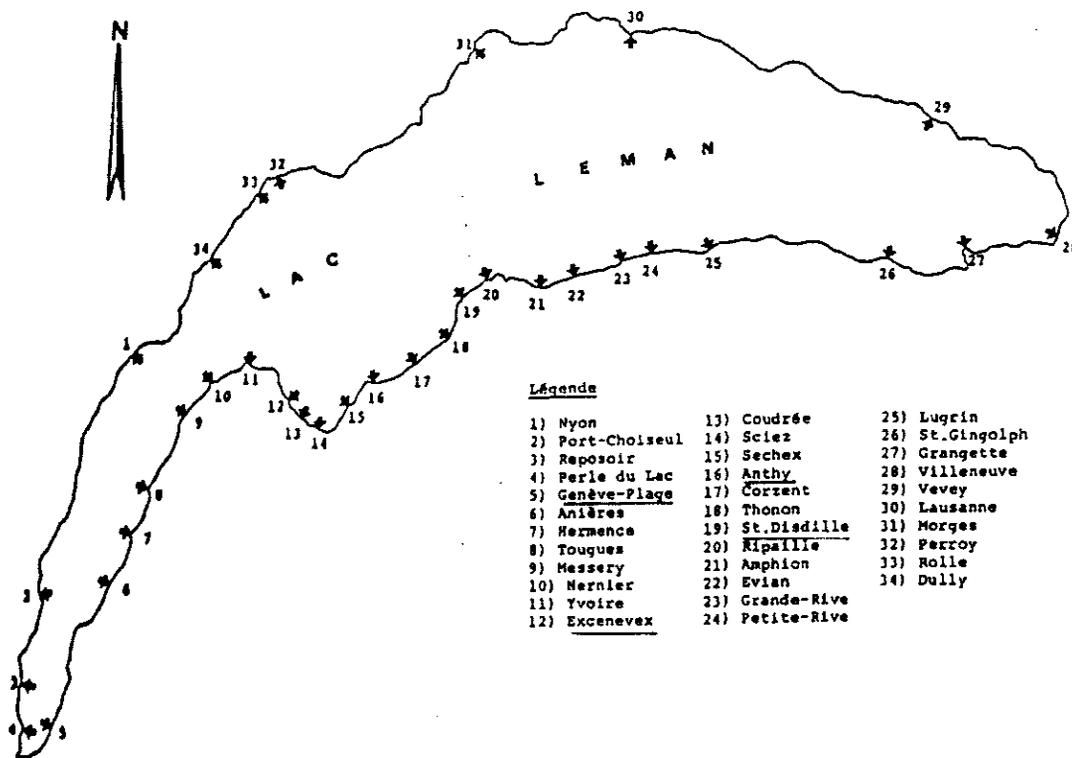


figure 13: répartition géographique des plages du lac Léman où ont été signalés des cas de dermatite durant les étés 1983 et 1984 (Eklü-Natey *et al.*, 1985c)

Au total, 1250 cas ont été déclarés au cours du seul mois de juillet 1983 à Genève-Plage.

Outre la démonstration de la responsabilité des furcocercaires ocellées dans l'épidémie de dermatite en région genevoise, l'équipe française a apporté quelques renseignements sur la biologie des cercaires et sur la symptomatologie de cette affection chez l'homme ainsi que son évolution (aucune différence notable n'a été montrée avec la description classique qui en avait déjà été faite). Le pourcentage de mollusques infestés par des furcocercaires ocellées a été estimé à 0,5% (Cusin, 1986).

#### **b. Lac d'Annecy, 1994: description d'un premier cas de dermatite**

En 1994, suite à l'observation d'un premier cas de dermatite sur un jeune garçon s'étant baigné à Sévrier dans une eau à 24°C, Degrange & Chambellant (1995) ont entrepris trois collectes de mollusques.

La première n'a donné aucun résultat alors que la deuxième et la troisième ont révélé l'émission de deux types de cercaires: des cercaires à queue simple et des furcocercaires. Les mollusques ont été identifiés comme appartenant à l'espèce *Lymnaea peregra*.

Ces collectes s'étant accompagnées de plusieurs "piqûres" au niveau interdigital, des avant-bras et des chevilles, *Lymnaea peregra* a été considérée comme l'hôte intermédiaire le plus probable de l'agent responsable de ce cas de dermatite.

#### **c. Lac d'Annecy, 1995/1996: isolement de furcocercaires de *Trichobilharzia franki***

Des récoltes de mollusques réalisées entre 1995 et 1996 dans le lac d'Annecy ont permis d'isoler des furcocercaires ocellées de mollusques *Lymnaea auricularia*. L'étude chétotaxique réalisée par Gay *et al.* (1999) a permis de les identifier à l'espèce *Trichobilharzia franki*. De plus, leur application sur la peau de volontaires a montré qu'elles étaient capables de provoquer une dermatite.

#### **d. Lac Léman, 1996: nouvelles enquêtes épidémiologiques**

Une nouvelle enquête épidémiologique, évoquée précédemment, a été entreprise en 1996 sur 4 plages suisses du bassin genevois (Chamot *et al.*, 1998). Basée sur les réponses à 1174 questionnaires directement distribués aux baigneurs, elle a permis d'apporter de nombreux renseignements sur l'épidémiologie et la clinique de la dermatite.

La même année, une autre enquête épidémiologique, certes plus limitée, a été entreprise par Buet (1996), sous la direction de l'I.N.R.A de Thonon-les-bains (Haute-Savoie), sur deux plages françaises du Léman (Anthy et Saint-Disdille). Les résultats sont sommaires, cependant une hypothèse intéressante a pu être avancée. En effet, la mesure de la température de l'eau en surface et à une profondeur de 2,50 m sur ces deux plages a mis en évidence une variation de cette température beaucoup plus importante à Anthy, plage qui présente le plus grand nombre de cas de dermatite, qu'à Saint-Disdille où les cas sont moins fréquents. Cette variation suggère un brassage des eaux plus important à Anthy qu'à Saint-Disdille et une relation possible entre ce brassage des eaux et l'apparition de cas de dermatite.

### e. Lac d'Annecy, 1997: enquêtes épidémiologique et environnementale

L'été 1997 a été marqué en région annécienne par la mise en place d'un double réseau de surveillance, épidémiologique et environnemental, sur 12 plages du lac. Ce réseau, centralisé par la D.D.A.S.S., a nécessité la participation des médecins généralistes, des pharmaciens et des surveillants de baignade.

Parallèlement une enquête environnementale a été mise en place avec suivi des conditions météorologiques et du taux d'infestation des mollusques par des furcocercaires ocellées agent de dermatite (Maurin, 1997).

Durant la période d'observation, les médecins, les pharmaciens et les surveillants de baignade ont déclaré respectivement 194, 494 et 590 plaintes. Les plages concernées par ce problème étaient, par ordre de fréquence décroissante: la plage d'Albigny (Annecy-le-vieux), la plage de l'Impérial (Annecy), la plage de Sevrier et la plage de Saint-Jorioz.



figure 14: plages du lac d'Annecy (Syndicat Intercommunal du Lac d'Annecy)

Après une période marquée par une météorologie capricieuse défavorable à la baignade au mois de juillet, le nombre de cas déclarés a fortement augmenté au mois d'août. En ce qui concerne la relation entre l'augmentation de la température de l'eau et la probabilité d'apparition de cas de dermatite, cette étude a montré que ces deux paramètres évoluaient bien dans le même sens. Cependant, selon l'auteur, en l'absence d'informations complémentaires, le seuil de température au delà duquel un risque élevé de dermatite peut être envisagé est difficilement mesurable. En effet, ses observations ont bien montré une augmentation sensible du nombre de cas au delà de 20-21°C, cependant, un petit pic de déclarations avait été enregistré le 10 juillet à une température de l'eau de 18°C.

Les campagnes de suivi des mollusques ont permis d'identifier deux espèces différentes de limnées: *Lymnaea auricularia* et *Lymnaea stagnalis* ainsi que des Bythinidés. L'espèce *Lymnaea stagnalis* était présente sur la plage de Sévrier uniquement tandis que *Lymnaea auricularia* se retrouvait en grande quantité à proximité des plages de l'Impérial et d'Albigny. Les limnées ont été récoltées essentiellement sur les végétaux morts ou sur les fonds sédimentaux situés sous les arbres. Les bythinies récoltées à Doussard évoluaient quant à elles sur les macrophytes.

Le protocole d'identification du parasite a permis d'incriminer une larve ocellée du genre *Trichobilharzia* comme agent responsable de dermatite cercarienne sur le lac d'Annecy avec pour hôte intermédiaire *Lymnaea auricularia*. Seules trois collectes ont abouti à une émission cercarienne. La première, à Sévrier le 19/06/96 avec un pourcentage de mollusques émettant des furcocercaires ocellées de 7,4%, la deuxième à Albigny le 31/07/96 (pourcentage d'émission de 2,8%) et la troisième à Albigny également le 11/08/96 (pourcentage d'émission de 1,9%).

#### **f. Lac du Bourget, lac de Paladru et lac d'Aiguebelette, 1997: enquêtes épidémiologique et écologique**

Une enquête écologique (étude des mollusques) a été décidée, au cours de l'été 1997, sur le lac du Bourget (Savoie), le lac de Paladru (Isère) et le lac d'Aiguebelette (Savoie), ce dernier lac, indemne jusque là servant de témoin.

Une enquête épidémiologique devait y être associée. Cependant, l'incidence des dermatites cercariennes a présenté un creux épidémiologique incontestable en 1997 au lac du Bourget alors que l'année 1996 avait été marquée par la déclaration d'un grand nombre de cas. Cela a fortement pénalisé l'étude épidémiologique en cours.

Douze campagnes de collectes de mollusques ont été organisées sur les rives du lac du Bourget, trois sur celles du lac de Paladru et une seule au lac d'Aiguebelette. Elles ont permis d'isoler 3866 spécimens aquatiques appartenant essentiellement aux espèces

*Valvata cristata*, *Lymnaea auricularia*, *Lymnaea peregra*, *Physa acuta* et *Potamopyrgus antipodarum* et plus rarement à la famille des Bithynidés, à l'espèce *Lymnaea stagnalis* et au genre *Dreissena sp.* L'examen de ces mollusques a été réalisé au Laboratoire Départemental d'Analyses Vétérinaires de la Savoie (Gauthier, 1999).

Une seule collecte a permis d'observer des furcocercaires ocellées, le 11/08/97 sur deux plages voisines d'Aix-les-Bains et à une température de l'eau entre 23 et 24°C. Les mollusques responsables de l'émission appartenaient à l'espèce *Lymnaea auricularia*. C'est également à cette époque que quelques cas humains ont été déclarés.

De nombreuses autres émissions de cercaires ont pu être observées (furcocercaires non-ocellées et cercaires à queue simple). L'exposition expérimentale de volontaires à ces dernières a montré que ces larves n'étaient pas responsable de l'apparition de dermatite chez l'homme (Gauthier, 1999).

#### **g. Lac du Bourget, lac d' Annecy, 1998: enquête sur les hôtes définitifs**

Cette nouvelle enquête avait pour but de déterminer les hôtes définitifs potentiels de bilharzies aviaires dans la région. Les oiseaux et les prélèvements ont été analysés au Laboratoire Départemental d'Analyses Vétérinaires de la Savoie (Gauthier, 1999).

Sur le lac d'Annecy, des prélèvements exceptionnels d'oiseaux dans un but scientifique ont ainsi été autorisés par arrêté préfectoral. Seules ont été prélevées des espèces non protégées sur le plan national à raison de 10 spécimens par espèce. Les espèces ainsi retenues ont été le canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le fuligule milouin (*Aythya ferina*), le fuligule morillon (*Aythya fuligula*) et la foulque macroule (*Fulica atra*).

Sur le lac du Bourget a été autorisé uniquement le tir des spécimens sédentaires et plus particulièrement les "bâtards" (colverts croisés avec des canards domestiques).

Une opération expérimentale de régulation des grands cormorans (*Phalacrocorax carbo*) pratiquée sur le lac du Bourget et sur la rivière Arc durant l'hiver 1998-1999 a également permis d'estimer le taux d'infestation de cette espèce par des bilharzies aviaires.

L'étude de l'évolution du peuplement avicole hivernant du lac du Bourget montre que les stationnements d'Anatidés en hivernage sur le lac du Bourget ont plus que doublé en 10 ans, notamment grâce aux canards plongeurs, pour dépasser les 20000 animaux en janvier 1999. Elle met en évidence également des flux migratoires.

L'étude coproscopique des fientes des oiseaux prélevés n'a permis d'observer qu'une seule fois la présence d'oeufs de *Bilharziellinae*. L'oiseau parasité était un colvert mâle tué à Sevrier (lac d'Annecy) le 11-02-98. Il a été avancé que le parasite pouvait appartenir au genre *Gigantobilharzia*, genre non encore décrit en France.

En contrepartie, la recherche des schistosomes sur les viscères abdominaux a permis de caractériser un portage non négligeable. Les résultats de cette recherche sont rassemblés dans le tableau V.

Site	Espèce HD	Nombre analysé	Nombre d'infestés
Lac d'Annecy	Colvert	10	10
	Morillon	10	7
	Milouin	10	10
	Foulque	10	0
Lac du Bourget	Colvert	21	17
	Bâtard	5	2
	Foulque	2	0
	Pilet	1	0
Bourget + Arc	Cormoran	35	0

tableau V : infestation des hôtes définitifs par les schistosomes en hiver  
(Gauthier, 1999)

L'identification délicate des parasites isolés au cours de ces autopsies semblerait montrer qu'il y a, au minimum, 4 espèces différentes dont 1 serait inconnue. Les 3 espèces qui ont pu être déterminées appartiendraient aux genres *Microbilharzia* ou à un genre proche, *Pseudobilharziella* et *Dendritobilharzia*.

Un ver du genre *Dendritobilharzia* avait également, l'année précédente, été isolé d'un cygne du lac du Bourget.

L'examen anatomo-pathologique des oiseaux a montré principalement des lésions du foie: hépatite dégénérative à différents stades, certains cas étant particulièrement marqués avec décoloration du parenchyme et quelquefois des foyers de nécrose. Par contre il n'a pas été relevé d'impact notable sur le poids.

Toutefois la présence d'hépatite a pu être aussi constatée, mais à moindre niveau, chez des oiseaux chez lesquels aucune bilharzie n'a été trouvée. Il est possible d'envisager que l'infestation de ces oiseaux n'ait pas été décelée ou qu'une autre étiologie soit responsable de ce syndrome "hépatite".

#### **h. Lac Léman, lac d'Annecy, 1998: étude malacologique et essais de lutte**

Afin de mieux connaître les hôtes intermédiaires des bilharzies sévissant dans notre région, une étude malacologique a été organisée en 1998 sur le lac Léman et sur le lac d'Annecy sous la direction de l'I.N.R.A. de Thonon-les-bains (Fournier, 1998).

Les mollusques présents sur ces deux lacs et susceptibles d'accueillir des cercaires de schistosomes ont été identifiés comme appartenant aux espèces *Lymnaea peregra*, *Lymnaea auricularia* et *Lymnaea stagnalis*. Sur le lac d'Annecy, seule *Lymnaea peregra* a émis des furcocercaires ocellées alors que sur le lac Léman, les deux espèces *Lymnaea peregra* et *Lymnaea auricularia* ont présenté de telles cercaires.

Le pourcentage de mollusques émettant des cercaires sans distinction a été estimé de 20 à 50 %. Par contre, ce pourcentage, pour les larves ocellées est toujours resté faible, de l'ordre de 5 à 10 % pour les mollusques d'Annecy et de 0,03% pour les mollusques du Léman. Les spécimens les plus gros semblaient les plus parasités. Des essais de lutte ont été tentés au laboratoire (test de toxicité de *Bacillus thuringiensis* et test de prédation de l'écrevisse *Pacifastaeus lenisculus*). Ils ont échoué car trop peu efficaces ou responsables de pollution, ils n'étaient, selon l'auteur, pas applicables sur le terrain.

#### **i. Lac d'Annecy, 1998: infestation expérimentale de canards de Barbarie par des furcocercaires ocellées**

Suite à la collecte dans le lac d'Annecy de 7 mollusques émettant des furcocercaires ocellées, Martin-Loehr (1999) a entrepris une exposition expérimentale de 3 canetons (canards de Barbarie) aux cercaires de ces mollusques afin de tenter de reproduire le cycle parasitaire d'une bilharzie agent de dermatite sur ce lac. Les 7 mollusques utilisés pour cette expérimentation ont par la suite été identifiés comme appartenant à l'espèce *Lymnaea peregra* (6 mollusques) et *Lymnaea auricularia* (1 mollusque).

La recherche d'oeufs dans les matières fécales de ces trois canards n'a jamais abouti. L'examen des vaisseaux hépatiques et mésentériques à l'oeil nu ainsi que leur perfusion n'ont également pas permis de mettre en évidence la présence de vers. Cependant, l'étude histologique des carcasses a permis d'obtenir:

- chez le premier canard, un couple de bilharzies dans une artère pulmonaire et un oeuf dans une artériole pulmonaire

- chez le deuxième canard, des granulomes à corps étrangers contenant des débris de vers au niveau pulmonaire et hépatique ainsi que des vers adultes dans les sinus veineux nasaux

- chez le troisième canard, des vers adultes dans les vaisseaux érectiles de la muqueuse nasale et un granulome dans la paroi intestinale.

Ces premières observations, ainsi que l'étude morphologique des vers adultes et la chétotaxie des cercaires laissent penser qu'il pourrait s'agir de *Trichobilharzia regenti* tel qu'il a été décrit par Horak *et al.* (1998).

L'exposition d'un individu aux furcocercaires ocellées issues de *Lymnaea peregra* a montré que ces cercaires étaient bien responsables de l'apparition d'une dermatite. Cependant, la réalisation de biopsies cutanées, 1 heure après exposition à ces cercaires, n'a permis de mettre en évidence aucune structure parasitaire. Les cercaires ont-elles été rejetées ou ont-elles migré vers des tissus plus profonds? L'auteur ne peut répondre à cette question.

#### **j. Lac d'Annecy, été 2000: étude d'une population d'hôtes intermédiaires**

L'étude de Hubert (2000), en collaboration avec l'I.N.R.A de Thonon-les-bains, a été engagée dans le but de mieux connaître l'écologie et la répartition des mollusques sur une plage du lac d'Annecy (plage d'Albigny). Un quadrillage de la zone à plus forte densité de mollusques a été entrepris. Cette zone est principalement recouverte de galets et d'algues. Plus en profondeur, on trouve un fond sableux.

Deux espèces de mollusques: *Lymnaea auricularia* et *Lymnaea peregra ovata* y ont été collectées.

Sur les 6990 *Lymnaea peregra ovata* collectées, 114 étaient parasitées par des furcocercaires ocellées. Sur les 148 *Lymnaea auricularia* collectées, 5 étaient parasitées par des furcocercaires ocellées.

Le premier mollusque parasité a été isolé le 02 juin 2000.

Les conclusions de cette étude sont les suivantes:

1) la distribution des mollusques sur le lieu de l'étude n'est pas uniforme. Ils ont plutôt tendance, en effet, à se répartir en agrégats

2) la distribution des mollusques émettant des furcocercaires ocellées présente les mêmes caractéristiques. Sur une zone précise, plus de 50 % des mollusques collectés ont émis des furcocercaires ocellées

3) l'espèce *Lymnaea auricularia* est bien moins représentée que l'espèce *Lymnaea peregra* sur cette plage (2,1 % de la population de limnées récoltée en 2000)

4) la majorité des mollusques préfèrent la zone située entre 0 et 1 mètre de profondeur et un fond caillouteux

5) l'inventaire malacologique réalisé sur le pourtour du lac d'Annecy a permis de collecter des *Lymnaea peregra ovata* et des *Lymnaea auricularia* mais aucune *Lymnaea stagnalis*. Il montre également une forte proportion de *Lymnaea peregra ovata* à Albigny et à Menthon alors que *Lymnaea auricularia* reste toujours mineure.

#### **k. Lac d'Annecy et lac Léman, 2000: étude de la diversité génétique des cercaires de *Schistosomatidae***

D'après Picard (2000), les collectes de mollusques ont été réalisées sur les plages d'Excenevex (lac Léman), de Genève (lac Léman), d'Albigny (lac d'Annecy) et sur le pourtour du lac d'Annecy (figures 13 et 14).

A Annecy et à Excenevex les mollusques prélevés appartenaient essentiellement à l'espèce *Lymnaea ovata* et dans une moindre mesure à l'espèce *Lymnaea auricularia* selon la détermination de l'auteur. A Genève, les espèces *Lymnaea ovata*, *Lymnaea auricularia* et *Lymnaea stagnalis* semblaient être présentes en quantités relativement semblables. Toutes ces espèces ont émis des furcocercaires ocellées.

La prévalence des mollusques parasités sans distinction d'espèce a été estimée à:

0% à Excenevex

1,25% sur le tour du lac d'Annecy

2,14% à Albigny

1,43 % à Genève

L'isolement et le traitement des différentes furcocercaires ocellées obtenues ont permis la réalisation d'une extraction de leur ADN puis une amplification de celui-ci par PCR et un séquençage.

Les conclusions de cette étude semblent montrer qu'il pourrait y avoir 3 espèces de furcocercaires ocellées parasitant *Lymnaea ovata*. Deux d'entre elles appartiendraient au genre *Trichobilharzia* alors que la troisième n'appartiendrait à aucun genre décrit en Europe. Une des deux espèces du genre *Trichobilharzia*, émises par *Lymnaea ovata*, parasiterait également *Lymnaea auricularia*. Enfin, un genre indéterminé aurait été émis par *Lymnaea ovata* et par *Lymnaea stagnalis*.

La spécificité étroite couramment reconnue entre la bilharzie et son hôte intermédiaire pourrait alors être remise en question.

### **I. Lac Léman, 2000: expositions expérimentales d'un canard de Barbarie et d'un mériion aux furcocercaires ocellées de *Lymnaea peregra***

Ces expositions, réalisées par Martins (2000), avaient pour but:

- de réaliser le cycle parasitaire complet de la (ou des) bilharzie(s) présente(s) sur le lac Léman, responsable(s) de dermatite, et dont le cycle passe par *Lymnaea peregra*

- d'observer les lésions histologiques obtenues chez un mériion (*Meriones unguiculatus*), mammifère rongeur, exposé aux furcocercaires ocellées de *Lymnaea peregra* du lac Léman. Le mériion est en cela un bon modèle expérimental car il reproduit très bien, du moins en ce qui concerne les schistosomes humains, les lésions observables chez l'homme.

L' étude morphologique des vers isolés les rapproche, selon l'auteur, du genre *Ornithobilharzia*. L'espèce isolée, responsable de dermatite, ne correspondrait à aucune espèce connue.

L'étude histologique des organes du mériion a montré une congestion multiviscérale. Les principales lésions étaient localisées au niveau des poumons. Macroscopiquement ont été observés de nombreux petits nodules blanchâtres disséminés sur le parenchyme pulmonaire. Microscopiquement, ces nodules correspondaient à des lésions de vascularite lymphocytaire. Certaines sections comportaient des vers immatures qui obstruaient la lumière vasculaire. Ces vaisseaux étaient entourés par des plages d'alvéolite macrophagique. Cette étude remet en question la notion de "parasite inoffensif", responsable de dermatite, incapable de pénétrer au delà du derme chez les mammifères.

### C/ Conclusion

La dermatite cercarienne est donc un problème non négligeable dans notre région. Elle touche la quasi totalité des plans d'eau et principalement les grands lacs (lac Léman, lac d'Annecy et lac du Bourget). Toutes les rives du Léman seraient atteintes alors qu'à Annecy 3 plages font régulièrement l'objet de plaintes (plage d'Albigny, plage de l'Impérial et plage de Sevrier). Il semblerait également que cette affection s'étende progressivement du nord vers le sud du territoire.

Les mollusques responsables de l'émission de furcocercaires ocellées seraient selon les données bibliographiques fournies:

- *Lymnaea peregra* ( Cusin, 1986; Eklun-Natey *et al.*, 1985c; Martins, 2000), *Lymnaea ovata*, *Lymnaea auricularia* et *Lymnaea stagnalis* (Picard, 2000) dans le Léman.

- *Lymnaea peregra* (Degrange & Chambellant, 1995 ; Martin-Loehr, 1999), *Lymnaea auricularia* (Gay *et al.*, 1999; Maurin, 1997; Picard, 2000) et *Lymnaea ovata* (*Lymnaea peregra ovata*) (Hubert, 2000; Picard, 2000) dans le lac d'Annecy.

- *Lymnaea auricularia* dans le lac du Bourget (Gauthier, 1999).

Quatre espèces de limnées, *Lymnaea auricularia*, *Lymnaea peregra*, *Lymnaea ovata* et *Lymnaea stagnalis*, sont régulièrement incriminées dans des épidémies de dermatite en Europe. Elles sont représentées dans la plupart des plans d'eau de la région et sont donc toutes susceptibles d'héberger des furcocercaires ocellées responsables de dermatite.

L'autopsie des hôtes définitifs réalisée sur le lac du Bourget, sur le lac d'Annecy et sur la rivière Arc montre une infestation considérable des colverts, des milouins, des morillons et des "bâtards" par des schistosomes de tous genres, ces vers ayant été isolés des vaisseaux mésentériques et du foie des oiseaux. Les foulques et les cormorans semblent rester indemnes. Les cygnes sont aussi hôtes définitifs de telles bilharzies mais la prévalence du parasitisme chez cette espèce protégée reste inconnue.

Martin-Loehr (1999) montre qu'il existe également sur le lac d'Annecy une bilharzie, agent de dermatite, parasite des cavités nasales appartenant très probablement à l'espèce *Trichobilharzia regenti* alors que cette localisation n'avait jamais été recherchée auparavant chez les oiseaux de ce lac. Enfin Martins (2000) semble mettre en évidence l'existence dans le lac Léman d'une nouvelle espèce du genre *Ornithobilharzia* également responsable de dermatite.

## Deuxième partie: Partie expérimentale

Afin de faire progresser les connaissances et pour répondre à certaines interrogations, nous avons personnellement engagé deux expérimentations que nous allons présenter. Ces expérimentations ont consisté en plusieurs expositions (en 1999 et en 2000) de 8 colverts à des furcocercaires ocellées en provenance de différentes limnées du lac d'Annecy.

## I/ EXPOSITIONS 1999

### A/ Matériel

#### **a. Mollusques**

Les mollusques ont été récoltés du 2 janvier 1999 au 23 juin 1999 sur la plage d'Albigny, Annecy-le-vieux, sur le bord du lac d'Annecy en Haute-Savoie, au cours de différentes séances de plongée (en moyenne une par semaine). La prospection, réalisée à l'aide d'un tuba et d'un masque, a permis d'obtenir plusieurs centaines d'individus. Le lieu de prospection, identique à chaque séance de collecte, se situait dans une zone bien délimitée d'une profondeur de 1 mètre en moyenne et dont le fond caillouteux était recouvert d'une épaisseur de quelques centimètres d'algues et de végétaux. Cet endroit paraissait très favorable au développement et à la multiplication des mollusques car leur concentration y était très importante. En dehors de cette zone, le fond uniquement sableux de la plage d'Albigny ne montrait qu'une très faible densité de limnées. Cette zone caillouteuse est habituellement peu fréquentée par les baigneurs alors que la plage toute proche fait chaque année l'objet de nombreuses plaintes. Les limnées ont été ensuite entretenues en aquarium à température ambiante et nourries avec des feuilles de salade séchées. L'eau des aquariums (eau du robinet) était issue d'une eau de filtration qui ne pouvait en aucun cas provenir d'un plan d'eau sur lequel résident des oiseaux (renseignements issus du service des eaux du district).

Les premières émissions cercariennes ont été obtenues en mai 1999.

Les individus émettant des furcocercaires ocellées ont été isolés en piluliers et maintenus à 4°C afin d'augmenter leur longévité.

Sept mollusques pulmonés appartenant à la famille des *Lymnaeidae* ont été conservés pour cette étude. Ils émettaient naturellement des furcocercaires ocellées. D'autres mollusques de la même plage étaient, les uns non parasités, les autres parasités par des cercaires non ocellées.

L'identification des mollusques a été réalisée, avant toute exposition, par le Dr Mouthon, malacologiste au CEMAGREF de Lyon. Selon sa détermination, 6 mollusques appartiendraient à l'espèce *Lymnaea peregra* alors que le septième appartiendrait à l'espèce *Lymnaea auricularia*. La figure 15 compare la morphologie des coquilles de ces 2 espèces.



*Lymnaea auricularia*



*Lymnaea peregra*

figure 15: comparaison des coquilles de *Lymnaea auricularia* et de *Lymnaea peregra*  
(Gloër & Meier-Brook, 1998)

Ils ont été enregistrés comme suit (tableau VI):

dénomination	espèce	date de collecte	émission des cercaires
limnée 1	<i>Lymnaea peregra</i> 216 TN	30/05/99	216 TN1
limnée 4	<i>Lymnaea peregra</i> 216 TN	09/06/99	216 TN4
limnée 5	<i>Lymnaea peregra</i> 216 TN	09/06/99	216 TN5
limnée 6	<i>Lymnaea auricularia</i> 217 TN	09/06/99	217 TN6
limnée 7	<i>Lymnaea peregra</i> 216 TN	17/06/99	216 TN7
limnée 8	<i>Lymnaea peregra</i> 216 TN	17/06/99	216 TN8
limnée 9	<i>Lymnaea peregra</i> 216 TN	23/06/99	216TN9

tableau VI : identification des limnées utilisées pour les expositions 1999

### b. Colverts

Six canards colverts (*Anas platyrhynchos*) (figure 16), ont été exposés à des furcocercaires ocellées puis sacrifiés. Ils sont nés le 28/04/99. L'éleveur, ayant lui-même réalisé l'éclosion, les garantit indemnes de parasites. Ils ont été bagués dès leur arrivée (à l'âge de 1 jour), à l'aide de bagues en plastique pour pigeons de 6 couleurs différentes (bleu, rose, jaune, vert, violet et rouge). Leur caractéristiques sont exposées dans le tableau VII.

L'eau de boisson utilisée pour l'élevage était également de l'eau du robinet présentant les mêmes qualités que celle utilisée pour l'entretien des aquariums. Les canetons ont été entretenus en cage et alimentés avec un aliment "spécial canards" du commerce et quelques végétaux (orties, salades...). Ils ont ensuite constitué 3 paires soumises à 3 expositions différentes, les animaux de chaque paire n'ayant aucun contact avec les 2 autres paires.

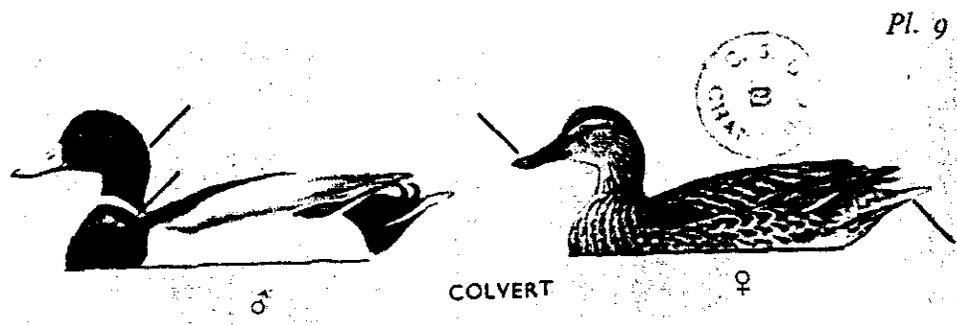


figure 16: canards colverts (*Anas platyrhynchos*) (Peterson et al., 1962)

canards	âge (jour de l'exposition)	exposé à	sacrifié à
canard bleu	37 jours	environ 500 cercaires 216 TN1 d'une <i>Lymnaea peregra</i> (limnée 1)	J14 p.i.
canard rose	37 jours	environ 500 cercaires 216 TN1 d'une <i>Lymnaea peregra</i> (limnée 1)	J24 p.i.
canard jaune	59 jours	environ 500 cercaires (216 TN4, 216 TN5, 216 TN7, 216 TN8 et 216 TN9) de 5 <i>Lymnaea peregra</i> (limnées 4, 5, 7, 8 et 9)	J14 p.i.
canard vert	59 jours	environ 500 cercaires (216 TN4, 216 TN5, 216 TN7, 216 TN8 et 216 TN9) de 5 <i>Lymnaea peregra</i> (limnées 4, 5, 7, 8 et 9)	J24 p.i.
canard violet	62 jours	environ 500 cercaires 217 TN6 d'une <i>Lymnaea auricularia</i> (limnée 6)	J14 p.i.
canard rouge	62 jours	environ 500 cercaires 217 TN6 d'une <i>Lymnaea auricularia</i> (limnée 6)	J24 p.i.

tableau VII: caractéristiques des canards utilisés pour les expositions 1999

### c. Cercaires

Sept lots de cercaires ont été isolés (photo 1 de l'annexe 3) et soumis à une coloration argentique:

- Cercaria* 216 TN1a,b issues de la limnée 1
- Cercaria* 216 TN4a issue de la limnée 4
- Cercaria* 216 TN5 issue de la limnée 5
- Cercaria* 217 TN6a,b,c,d issue de la limnée 6
- Cercaria* 216 TN7a issue de la limnée 7
- Cercaria* 216 TN8 de la limnée 8
- Cercaria* 216 TN9 issue de la limnée 9

#### d. Vers

A l'autopsie, 5 canards contenaient des vers qui ont été identifiés comme suit (tableau VIII):

canards	matériel isolé	identification des vers
canard bleu	1 ver femelle	239 TN1
canard rose	2 vers	239 TN2
canard jaune	aucun ver	-
canard vert	vers femelles	228 TN
canard violet	5 vers mâles et femelles	230 TN - 231 TN
canard rouge	vers mâles et femelles	229 TN

tableau VIII: identification des vers

Ces vers ont fait l'objet de 2 types de préparations que nous détaillerons par la suite.

#### B/ Méthodes

##### **a. Protocole d'émission des cercaires et isolement des furcocercaires ocellées**

Les émissions cercariennes ont été obtenues par exposition des aquariums à la lumière directe du soleil, de préférence le matin. Cette exposition s'est accompagnée rapidement d'une augmentation de la température de l'eau des aquariums. Dès que la température de l'eau a approché les 20°C, sont apparues les premières cercaires, visibles à l'œil nu.

Les limnées susceptibles d'être responsables de ces émissions ont alors été isolées en piluliers. Lorsque le parasitisme s'est avéré confirmé, quelques cercaires en suspension dans l'eau ont été prélevées à l'aide d'une pipette et examinées sous loupe binoculaire. La mise en évidence des fourchons et des ocelles a été relativement aisée dans ces conditions. De nombreuses émissions de cercaires sans distinction (cercaires à queue simple, furcocercaires non ocellées et furcocercaires ocellées) ont ainsi pu être observées. Seules les limnées émettant des furcocercaires ocellées ont été conservées. Notons que nous avons pu observer chez quelques mollusques des émissions parfois importantes de furcocercaires ocellées lors de leur maintien à 4°C alors que les émissions sont classiquement décrites à des températures supérieures à 12 - 16 °C.

## **b. Coloration argentique des furcocercaires**

Les cercaires de *Lymnaea peregra* (limnées 1, 4, 5, 7, 8 et 9) et de *Lymnaea auricularia* (limnée 6) ont été soumises à une coloration argentique selon la méthode de Combes *et al.* (1976), dans le but de mettre en évidence les différentes papilles sensorielles sur lesquelles se base la reconnaissance par chétotaxie.

La technique de coloration a consisté à:

- 1) Prélever les cercaires fraîchement émises par le mollusque avec une pipette très fine.
- 2) Les déposer délicatement dans un récipient en verre de 3 à 5 cm de diamètre et de 2 à 5 cm de hauteur contenant de l'eau distillée ou même bidistillée puis à surveiller à la loupe binoculaire leur survie et à les maintenir 3 à 5 minutes dans cette eau.
- 3) Les prélever ensuite et les déposer sur une lame de verre (lame d'histologie classique) en retirant le plus possible d'eau à l'aide d'une pipette très fine.
- 4) Projeter sur les cercaires vivantes 2 gouttes d'une solution de nitrate d'argent 2% qui tue et fixe les cercaires.
- 5) Placer délicatement la lame sous une loupe à ultra-violets, ou à défaut au soleil pendant 10 minutes.
- 6) Retirer la solution de nitrate de la lame, rincer 2 fois à l'eau bidistillée les cercaires restées sur la lame.
- 7) Retirer le plus possible d'eau sans toutefois laisser sécher les cercaires.
- 8) Verser sur la lame une goutte de gomme au chloral de Faure et retirer éventuellement la gomme en excès.
- 9) Luter quelques heures plus tard la lamelle avec du lut "Euckitt" ou du vernis à ongles afin que l'air ne puisse plus pénétrer entre la lame et la lamelle.

### **c. Exposition expérimentale des colverts aux furcocercaires ocellées des différentes limnées**

Trois expositions ont été réalisées:

- **exposition a:** exposition des canards bleu et rose aux furcocercaires ocellées (216 TN1) d'une *Lymnaea peregra* (limnée 1)
- **exposition b:** exposition des canards jaune et vert aux furcocercaires ocellées (216 TN4, 216 TN5, 216 TN7, 216 TN8 et 216 TN9) de 5 *Lymnaea peregra* (limnées 4, 5, 7, 8 et 9)
- **exposition c:** exposition des canards violet et rouge aux furcocercaires ocellées (217 TN6) d'une *Lymnaea auricularia* (limnée 6).

Les expositions expérimentales des colverts ont été réalisées à J0 (J0(a) pour l'exposition a, J0(b) pour l'exposition b et J0(c) pour l'exposition c.

A chaque tentative d'infestation, 2 colverts ont été exposés aux furcocercaires et autopsiés pour l'un d'eux à J 14 et pour l'autre à J 24. Les deux colverts ont été placés ensemble dans un bac d'environ 30 cm de diamètre et 20 cm de haut pendant 30 minutes. Ce bac avait été au préalable rempli avec une eau dans laquelle nageaient plusieurs centaines de cercaires (environ 500). Environ la moitié du corps des canards a été immergée dans le bain infestant (pattes et poitrail), les têtes étant maintenues en dehors de l'eau.

### **d. Ecouvillonnage nasal**

Afin de rechercher l'éventuelle apparition d'oeufs ou de miracidiums dans les cavités nasales des colverts, des écouvillonnages ont été entrepris quotidiennement à partir de J20 sur tous les canards exposés aux cercaires et destinés à être autopsiés à J24. La technique a consisté en l'introduction de quelques millilitres de sérum physiologique dans chaque narine du canard, l'eau de rinçage ainsi obtenue étant par la suite récupérée dans une coupelle tout en maintenant le bec du canard ouvert afin d'éviter qu'il ne déglutisse. Un écouvillon a également été appliqué à l'entrée des narines. L'eau de rinçage et l'écouvillon ont ensuite été examinés sous loupe binoculaire.

### **e. Suivi coproscopique**

Un suivi par coproscopie des fientes a été entrepris de J8 à J24 (J8-J11-J14-J15-J16-J17-J18-J19-J20-J21-J22-J23 et J24). Les fientes, conservées au frais (4°C) ont été analysées au Laboratoire Départemental d'Analyses Vétérinaires de Savoie selon la technique d'enrichissement par flottaison dans du iodomercurate de potassium.

#### **f. Autopsie des colverts**

Les autopsies, ainsi que l'isolement des vers et des oeufs, ont été réalisés avec l'aide du Laboratoire Départemental d'Analyses Vétérinaires de Savoie.

Afin d'éviter d'injecter aux animaux des produits pouvant altérer les vers (ceux-ci étant logés dans les vaisseaux sanguins) les oiseaux ont été enuqués de façon non sanglante.

Après déplumage, l'ouverture de l'abdomen et du thorax a permis de séparer les différents organes: foie, intestins, reins, coeur et poumons. La tête a été conservée à part ou congelée.

Le foie, isolé des intestins a alors été écrasé puis rincé plusieurs fois à l'eau sur un tamis de 20 microns. Les éléments de foie broyés, remis en suspension dans de l'eau ont été observés sous loupe binoculaire. A ce grossissement, il a été relativement facile d'observer les bilharzies et leurs oeufs.

Les vaisseaux mésentériques ont fait l'objet d'un examen sous loupe puis ont été dilacérés dans un bain d'eau.

Les poumons et le bec ont fait l'objet d'une dissection très minutieuse sous loupe binoculaire.

#### **g. Isolement des vers et des oeufs**

Les vers isolés ont été prélevés au pinceau et immédiatement placés dans un flacon de formol à 10%. Ils ont été par la suite transférés dans de l'alcool à 70°. Les oeufs, aspirés à la pipette, ont été mesurés et conservés également dans le formol à 10%. L'identification des vers a été confiée au Dr Bayssade-Dufour, helminthologiste au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Ils ont été au préalable soumis (dans l'enceinte du Muséum) à deux types de préparations dont les techniques nous ont été rapportées.

#### **h. Préparation d'un lot de vers pour l'étude des structures tégumentaires au microscope électronique à balayage JEOL JSM-840**

Les vers ont été déshydratés par 2 baignades de 20 minutes dans l'alcool à 70°, 2 baignades de 20 minutes dans l'alcool à 95°, 2 baignades de 20 minutes dans l'éthanol pur et un bain de 30 minutes dans l'acétone. Ils ont été laissés sécher, collés sur des portoirs puis métallisés pendant 20 secondes à l'or-palladium.

Ont ainsi été préparés:

- un ver femelle 239 TN âgé de 14 jours
- des vers 228 TN âgés de 24 jours
- un ver 230 et 231 TN âgé de 14 jours
- un ver 229 TN âgé de 24 jours

#### **i. Coloration d'un lot de vers au Carmin Chlorhydrique Alcoolique de Grenacher**

Les vers fixés au formol à 10% ont été laissés en attente dans l'alcool à 70°. Ils ont ensuite été immergés dans une solution de 10 % de Carmin pendant 20 minutes, déshydratés par 2 bains de 20 minutes dans l'alcool à 95°, 2 bains de 20 minutes dans l'éthanol pur et un bain de 10 minutes dans l'huile essentielle de Girofle. Ils ont été montés entre lame et lamelle dans un mélange de toluène et de baume du Canada, puis dessinés à la chambre claire d'un microscope Wild.

Ont ainsi été préparés:

- 2 vers 228 TN âgés de 24 jours
- un ver 230 TN âgé de 14 jours
- un ver 231 TN âgé de 14 jours
- un ver 229 TN âgé de 24 jours

### C/ Résultats - Discussion

#### **a. Autopsies, écouvillonnages et coproscopies**

A l'autopsie, seuls les canards infestés par des bilharzies à localisation méésentérique ont montré des lésions organiques macroscopiquement visibles. Elles ne concernaient que le foie. Ont été notées:

- des décolorations du parenchyme hépatique (photo 2 de l'annexe 3)
- des zones d'infarctus (photo 3 de l'annexe 3)

• **exposition a**

Les résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition a sont présentés dans le tableau IX.

canards	date des autopsies	coproscopies	écouvillons	matériel et localisation
bleu	J14(a)	négatives	négatifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ver dans le liquide de dilacération du foie et des vaisseaux mésentériques</li> <li>• aucun ver dans les cavités nasales</li> </ul>
rose	J24(a)	négatives	négatifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 vers entiers et des fragments d'autres vers dans le liquide de dilacération du foie et des vaisseaux mésentériques</li> <li>• aucun ver dans les cavités nasales</li> </ul>

tableau IX: résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition a

• **exposition b**

Les résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition b sont présentés dans le tableau X.

canards	date des autopsies	coproscopies	écouvillons	matériel et localisation
jaune	J14(b)	négatives	négatifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aucun ver dans le liquide de dilacération du foie et des vaisseaux mésentériques</li> <li>• aucun ver dans les cavités nasales</li> </ul>
vert	J24(b)	négatives	négatifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aucun ver dans le liquide de dilacération du foie et des vaisseaux mésentériques</li> <li>• quelques fragments de vers dans les cavités nasales</li> </ul>

tableau X: résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition b

• **exposition c**

Les résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition c sont présentés dans le tableau XI.

canards	date des autopsies	coproscopies	écouvillons	matériel et localisation
violet	J14(c)	négatives	négatifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quelques vers entiers, nombreux fragments d'autres et nombreux oeufs dans le liquide de dilacération du foie et des vaisseaux mésentériques; autres oeufs observables par transparence dans les vers femelles</li> <li>• aucun ver dans les cavités nasales</li> </ul>
rouge	J24(c)	négatives	négatifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quelques vers entiers, nombreux fragments d'autres et nombreux oeufs dans le liquide de dilacération du foie et des vaisseaux mésentériques</li> <li>• aucun ver dans les cavités nasales</li> </ul>

tableau XI: résultats de l'isolement des vers, des coproscopies et des écouvillonnages de l'exposition c

Certains vers ont pu être observés sans coloration à la chambre claire d'un microscope photonique (photos 4 et 5 de l'annexe 3). Des oeufs ont pu également être photographiés (photo 6 et 7 de l'annexe 3).

**b. Chétotaxie des cercaires**

L'étude chétotaxique des cercaires a été réalisée et interprétée par le Dr Bayssade-Dufour. Elle a permis de donner des informations sur le genre et la sous-famille des vers.

Au terme de la comparaison avec les espèces décrites,

- *Cercaria* 216 TN1 et 216 TN4 ont été identifiées à *Trichobilharzia* sp.1 (sous-famille des *Bilharziellinae*)

- *Cercaria* 217 TN6 pourrait être *Trichobilharzia franki* (sous-famille des *Bilharziellinae*)

- *Cercaria* 216 TN7 et 216 TN9 auraient des caractéristiques qui les rapprochent des *Schistosomatinae*: *Ornithobilharzia* et *Austroilharzia*, sans toutefois permettre leur identification à l'un ou l'autre de ces genres. Elles ont été appelées *Schistosomatinae* sp.

Selon Yamaguti (1971), *Austroilharzia*, *Microilharzia*, *Macroilharzia* sont inconnus en Europe, alors qu'*Ornithobilharzia*, est connu en Europe, Asie, Afrique et Amérique.

Outre ces sous-familles, Yamaguti cite les *Dendritobilharziinae* et les *Gigantobilharziinae* pour lesquels aucune chétotaxie cercarienne n'est connue.

Il n'est pas possible de dire si ce matériel correspond ou non à un nouveau genre de *Schistosomatinae*. D'après les pré-adultes correspondants obtenus, il ne s'agirait pas de vers *Dendritobilharziinae* ou *Gigantobilharziinae*.

- *Cercaria* 216 TN5 et 8 ne sont pas déterminables.

### c. Etude morphologique des vers et des oeufs

L'étude morphologique des vers issus des différentes expositions a été rendue délicate du fait de la taille et de la fragmentation des spécimens. Leur description et leur identification ont également été réalisées par le Dr Bayssade-Dufour.

#### • Vers issus de l'exposition a

Un seul spécimen de cette exposition (ver 239 TN1) a pu être décrit, les vers isolés du canard rose n'étant malheureusement pas parvenus au muséum. Il a été isolé des veines du foie ou du mésentère du canard bleu à J14 p.i.. L'unique spécimen obtenu sur le canard bleu ayant été préparé pour le M.E.B, il n'a pas été possible d'en observer à la chambre claire d'un microscope photonique. N'est donnée ici que la description des structures tégumentaires de surface.

Il s'agit d'un ver femelle âgé de 14 jours. Le ver, très fin et cylindrique, n'est pas entier. Sa longueur totale reste inconnue. La longueur du fragment observé est de 850  $\mu\text{m}$ . La largeur est d'environ 50  $\mu\text{m}$  dans la partie la plus large et de 10  $\mu\text{m}$  dans la partie moyenne du ver. La région la plus large semble se situer au niveau du complexe génital et en arrière de celui-ci. On y voit un organe ovoïde, en forme de bissac qui pourrait correspondre au réceptacle séminal, et un petit mamelon muni d'une ouverture, qui pourrait être le débouché du canal de Laurer.

Un peu en arrière, sur une partie du corps étroite, on voit une série de 5 papilles sensorielles et une fente en forme de "v" fermé; le tégument voisin est finement plissé. L'extrémité antérieure du ver étant manquante, on ne voit ni ventouse orale, ni acétabulum, ni orifice de ponte.

(photos 8, 9 et 10 de l'annexe 3).

Les données au M.E.B ont permis de proposer une reconstitution partielle du ver (figure 17).

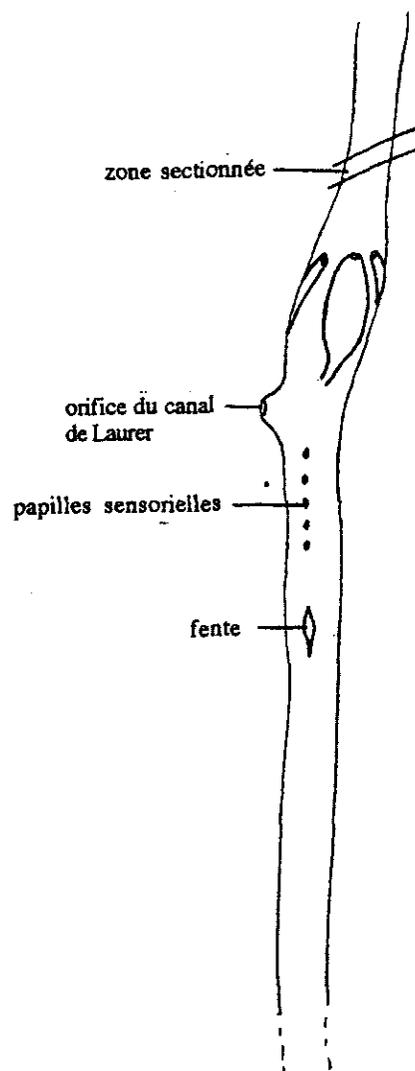


figure 17: ver 239 TN1 d'après les données du M.E.B  
(C. Bayssade-Dufour)

D'après la chétotaxie cercarienne correspondante, ce ver appartiendrait au genre *Trichobilharzia*. La figure 18 présente un schéma récapitulatif de l'exposition a.

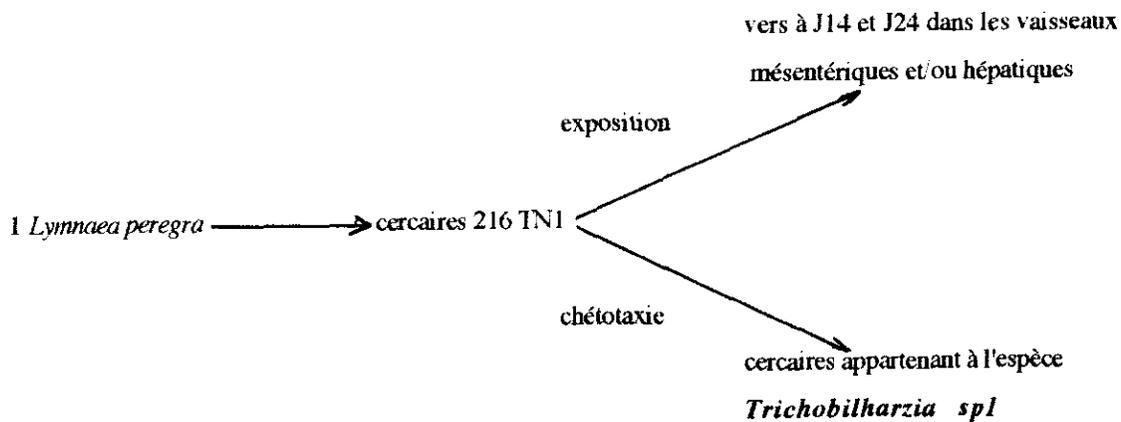


figure 18: schéma récapitulatif de l'exposition a

Selon Horak *et al.* (1998), *Lymnaea peregra peregra* et *Lymnaea peregra ovata* sont les hôtes intermédiaires de *Trichobilharzia regenti*. La morphologie comparée du ver femelle 239 TN1 et du ver femelle de *Trichobilharzia regenti* montre, pour le fragment de spécimen de notre étude, une longueur bien inférieure (850  $\mu\text{m}$  contre 7110  $\mu\text{m}$ ) mais une largeur comparable au niveau du complexe génital (50  $\mu\text{m}$  contre 62  $\mu\text{m}$ ). Toutefois, la localisation du ver: veines hépatiques et méésentériques, ne correspond pas à celle indiquée par les auteurs tchèques qui décrivent *Trichobilharzia regenti* dans les veines du nez dès J13 (Horak *et al.*, 1999). Ils n'observent de schistosomules dans aucun autre organe excepté dans les poumons et le système nerveux central (Horak *et al.*, 1999) et ne mettent donc jamais en évidence de schistosomules ou de formes adultes de *Trichobilharzia regenti* dans des vaisseaux d'organes abdominaux. Contrairement à nos attentes, les autopsies réalisées à J14 et J24 ne nous ont permis d'isoler des bilharzies que dans le liquide de dilacération du foie et des vaisseaux méésentériques des oiseaux. Par méconnaissance, à la date des autopsies, d'un possible passage de ces parasites par le système nerveux central des oiseaux, ce dernier n'a pas été examiné. Notons que chez *Schistosoma haematobium*, les vers, selon qu'ils sont accouplés ou célibataires, n'ont pas la même localisation dans l'hôte (Vuong *et al.*, 1999). Nous ne savons pas s'il en est de même chez les bilharzies d'oiseaux car nous ne connaissons ni le trajet des vers immatures dans l'organisme de l'hôte définitif, ni dans le cas présent, le mâle et les oeufs du ver. N'oublions pas enfin que *Lymnaea peregra* a également été décrit, en Europe, comme hôte intermédiaire potentiel de *Trichobilharzia szidati* et du complexe *ocellata* (Kolarova *et al.*, 1997), parasites des vaisseaux méésentériques des oiseaux.

Au regard des éléments fournis, l'espèce a été identifiée *Trichobilharzia* sp. Nous rappelons que le genre *Trichobilharzia* est régulièrement incriminé dans l'apparition d'épidémies de dermatite dans le monde et notamment en Europe.

Le genre *Trichobilharzia* appartient à la sous-famille des *Bilharziellinae*. Les données au M.E.B sont nouvelles pour un membre de cette sous-famille. En effet, il n'a été décrit à ce jour, au M.E.B que les ventouses orale et acétabulaire et la région du corps juxtacétabulaire de *Trichobilharzia franki*, par Müller et Kimmig (1994), une étude sur *Heterobilharzia americana* (*Schistosomatinae* de mammifères) par Scialdo-Krecek (1983), des travaux sur les *Schistosoma* mâles et femelles orientaux: *Schistosoma japonicum*, *Schistosoma mekongi*, *Schistosoma malayensis* par Sobhon et Upatham (1990) et des travaux sur les *Schistosoma* africains par Ngendahayo *et al.* (1987). Selon Sobhon et Upatham (1990), les femelles ont un tégument corporel riche en papilles et souvent plissé.

Papilles et plis sont observés sur le corps du ver femelle 239 TN1.

#### • Vers issus de l'exposition b

Plusieurs spécimens (vers 228 TN) ont pu être isolés des veines nasales du canard vert. Deux spécimens fragmentés ont pu être observés à la chambre claire d'un microscope photonique, deux autres ont été décrits au M.E.B.

#### • Vers femelles, âgés de 24 jours, colorés au carmin chlorhydrique et observés à la chambre claire d'un microscope photonique:

Un spécimen fragmenté, long de 850  $\mu\text{m}$ , possède son extrémité antérieure. Cette extrémité porte une ventouse orale mesurant 30 x 20  $\mu\text{m}$  et un acétabulum, situé 140  $\mu\text{m}$  plus bas qui mesure, lui aussi, 30 x 20  $\mu\text{m}$ . La largeur du corps du ver varie selon les niveaux. Immédiatement à l'arrière de l'acétabulum se trouve la région la plus large du corps qui mesure 55  $\mu\text{m}$ . La plus étroite mesure environ 25  $\mu\text{m}$ . Des follicules vitellins, très petits, sont les seules structures visibles à l'intérieur du corps.

Un second spécimen fragmenté, moins bien étalé, semble plus long: 950  $\mu\text{m}$  environ. Il mesure 32  $\mu\text{m}$  au niveau le plus large et 18  $\mu\text{m}$  au niveau le plus étroit. Sa ventouse orale, ovale, mesure 24  $\mu\text{m}$  x 20  $\mu\text{m}$ . Du pigment bilharzien est visible dans le corps et autour du corps, ainsi que quelques follicules vitellins dans le corps.

L'observation du ver 228 TN à la chambre claire d'un microscope photonique a permis une reconstitution partielle du spécimen (figure 19).

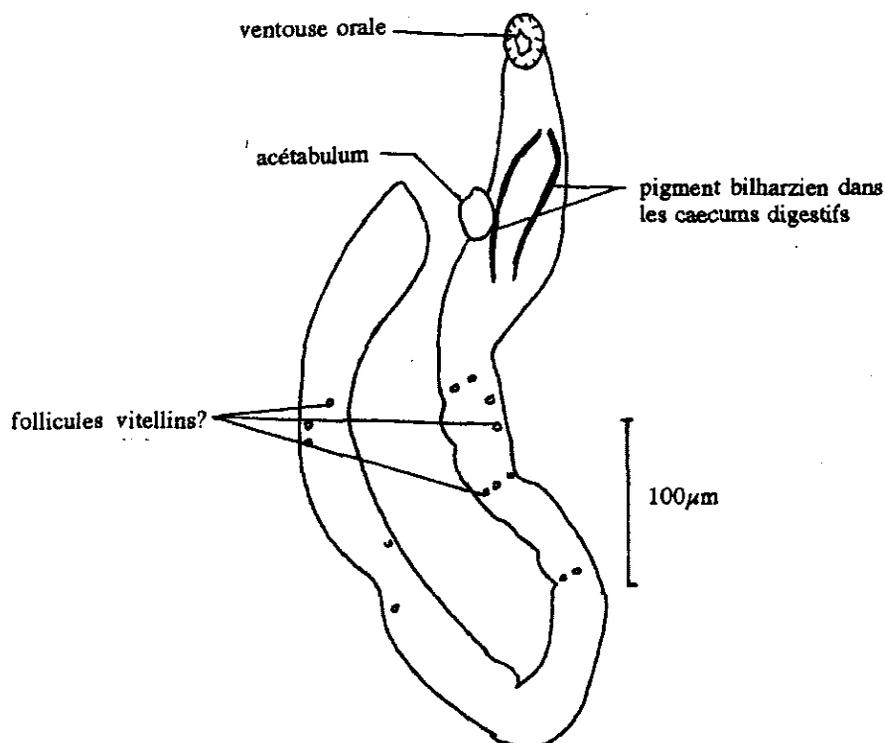


figure 19: ver 228 TN après observation à la chambre claire d'un microscope photonique  
(C. Bayssade-Dufour)

• Ver femelle, âgé de 24 jours, observé au M.E.B:

Il a été fixé latéralement sur le portoir et semble entier. Il mesure environ 920  $\mu\text{m}$  de long, 35  $\mu\text{m}$  de large au niveau le plus large et 12  $\mu\text{m}$  de large au niveau antérieur, très fin. Son orientation a été possible grâce à la présence de l'acétabulum, d'environ 8  $\mu\text{m}$  de diamètre, non loin d'une extrémité, qui est donc l'extrémité antérieure (photo 11 de l'annexe 3). Cet organe est entièrement recouvert de "tubercules mousses" mesurant chacun 0,1  $\mu\text{m}$  environ. Il est précédé d'une structure saillante de 6  $\mu\text{m}$  de diamètre. L'extrémité postérieure du ver montre des lamelles qui semblent pouvoir se replier et se déployer à la manière d'un éventail. Peu avant l'extrémité postérieure se trouvent 5 orifices ovales alignés, chacun mesurant environ 3 x 1,5  $\mu\text{m}$  (photo 12 de l'annexe 3). La région moyenne du corps est cylindrique, avec une surface lisse, parfois finement plissée, portant de très petits récepteurs sensoriels (photo 13 de l'annexe 3).

• Ver "cassé aux deux extrémités", âgé de 24 jours, observé au M.E.B:

Le fragment photographié mesure environ 300  $\mu\text{m}$  de long et 22  $\mu\text{m}$  de large sur tout le fragment observé. Une partie est en vue dorsale, une autre est en vue latérale. Dos et côté ont un tégument couvert d'épines et de "trous" (photo 14 de l'annexe 3). Ce spécimen semblerait différent du ver femelle décrit ci-dessus.

La structure particulière de ce dernier ver permet d'émettre 2 hypothèses:

1) Ce ver pourrait être un fragment de ver mâle, du fait de la présence d'épines et de trous (correspondant à des épines tombées) sur son tégument. En effet, des épines ont été décrites sur le tégument de *Schistosoma* mâles africains (Ngendahayo *et al.*, 1987). Par ailleurs, les représentants mâles et femelles d'une même espèce du genre *Schistosoma* ont parfois des téguments différents (Sobhon & Upatham, 1990). Enfin, la localisation nasale des couples de vers de certaines bilharzies (Horak *et al.*, 1998) tend à laisser penser qu'il y avait femelles et mâles dans le canard vert et que la présence des mâles, même en petit nombre a entraîné la migration des parasites dans les veines du nez.

2) Nous savons que le canard vert a été exposé aux cercaires de 5 mollusques différents et que les chétotaxies des cercaires 216 TN5 et 216 TN8 ne permettent pas de diagnose. Il n'est pas exclus que ce deuxième spécimen, observé au M.E.B corresponde à une troisième espèce de ver parasite des cavités nasales. Toutefois, il est difficile d'imaginer qu'autant d'espèces de bilharzies puissent avoir une localisation nasale.

Le spécimen femelle (228 TN) âgé de 24 jours, décrit au M.E.B, isolé des veines des cavités nasales du canard vert exposé aux cercaires de 5 *Lymnaea peregra* est comparé au ver femelle (239 TN) âgé de 14 jours, isolé des veines hépatiques ou mésentériques du canard bleu exposé aux cercaires d'une seule *Lymnaea peregra*. Il est risqué de comparer un fragment de ver 239 TN et un ver entier 228 TN. Notons pourtant que les téguments respectifs ont un aspect différent. Il n'a pas été possible de mettre en évidence, chez 228 TN la fente en "v" fermé située chez 239 TN près de la région du complexe génital. Par contre, des pores ont été observés près de l'extrémité postérieure du ver 228 TN. Enfin, les localisations des vers dans les canards bleu et vert sont différentes. D'après les travaux d'Horak *et al.* (1998), *Lymnaea peregra* est hôte intermédiaire de *Trichobilharzia regenti*. Ces auteurs isolent des représentants adultes de ces parasites des cavités nasales des canards dès J13 p.i. (Horak *et al.*, 1999) et en trouvent encore à J25 p.i. mais en faible nombre (Horak *et al.*, 1998).

L'hôte intermédiaire, la localisation des parasites et la chronologie de notre propre exposition correspondent bien à leur description.

Les résultats de l'exposition du canard vert sont intéressants mais difficiles à interpréter. En effet, la chétotaxie cercarienne n'a pu être réalisée que sur 3 des 5 lots de cercaires utilisés pour cette exposition et nous ne savons pas combien de cercaires de chaque lot ont pénétré la peau du canard, ni combien ont évolué en pré-adultes. Les lots 216 TN7 et 216 TN9 ont été identifiés comme appartenant à la sous-famille des *Schistosomatinae* (genres *Ornithobilharzia* ou *Austroilharzia*). Seul le genre *Ornithobilharzia* est connu en Europe. Ses représentants adultes connus parasitent les vaisseaux mésentériques ou le cœur des oiseaux (Yamaguti, 1971b). Le lot 216 TN4 appartiendrait à l'espèce *Trichobilharzia* sp1 or l'exposition a montre que, pour cette espèce, les vers sont localisés à J14 et J24 dans les vaisseaux mésentériques et/ou hépatiques des canards.

Sans éléments complémentaires, il n'est pas possible d'identifier le parasite. L'hypothèse la plus probable aurait été que ce parasite soit *Trichobilharzia regenti*, seule bilharzie à localisation nasale connue en Europe, dont l'hôte intermédiaire est *Lymnaea peregra* et dont la présence dans le lac d'Annecy a été fortement suspectée par Martin-Loehr (1999). Les éléments de chétotaxie cercarienne rapprochent ces parasites de la sous-famille des *Schistosomatinae* mais 2 lots de cercaires utilisés pour cette exposition sont inconnus. Les connaissances sur les bilharzies à localisation nasales en Europe sont encore très récentes (première description par Horak *et al.*, 1998). Il n'est donc pas improbable que de nouvelles espèces soient découvertes dans un avenir proche, l'examen des cavités nasales n'ayant été généralement pas réalisé avant 1998. De plus, selon Léger & Martin Loehr (1999), sur un étang des Ardennes, 50 % des canards seraient parasités par des bilharzies à localisation nasale dont l'identité n'a pour l'instant pas été déterminée. Les travaux de Fain, de 1955 à 1959, ont permis de mettre en évidence, en Afrique, 5 espèces différentes de bilharzies nasales (Fain, 1955a, 1955b, 1956a, 1956b, 1959). Enfin, l'exposition expérimentale d'un canard de Barbarie aux furcocercaires ocellées de 2 *Lymnaea peregra* du lac Léman, réalisée par Martins (2000), met en évidence la présence, sur le lac Léman (géographiquement assez proche du lac d'Annecy) d'un nouvel agent de dermatite proche du genre *Ornithobilharzia*. Sa localisation chez l'hôte définitif n'a cependant pas été déterminée. Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de dire si notre ver 228 TN se rapproche plus du matériel de Martin-Loehr (1999) ou de celui de Martins (2000).

De nouvelles expositions permettant d'obtenir des mâles, des femelles et des oeufs seraient nécessaires afin de confirmer l'identité de ce parasite.

La figure 20 présente un schéma récapitulatif de l'exposition b.

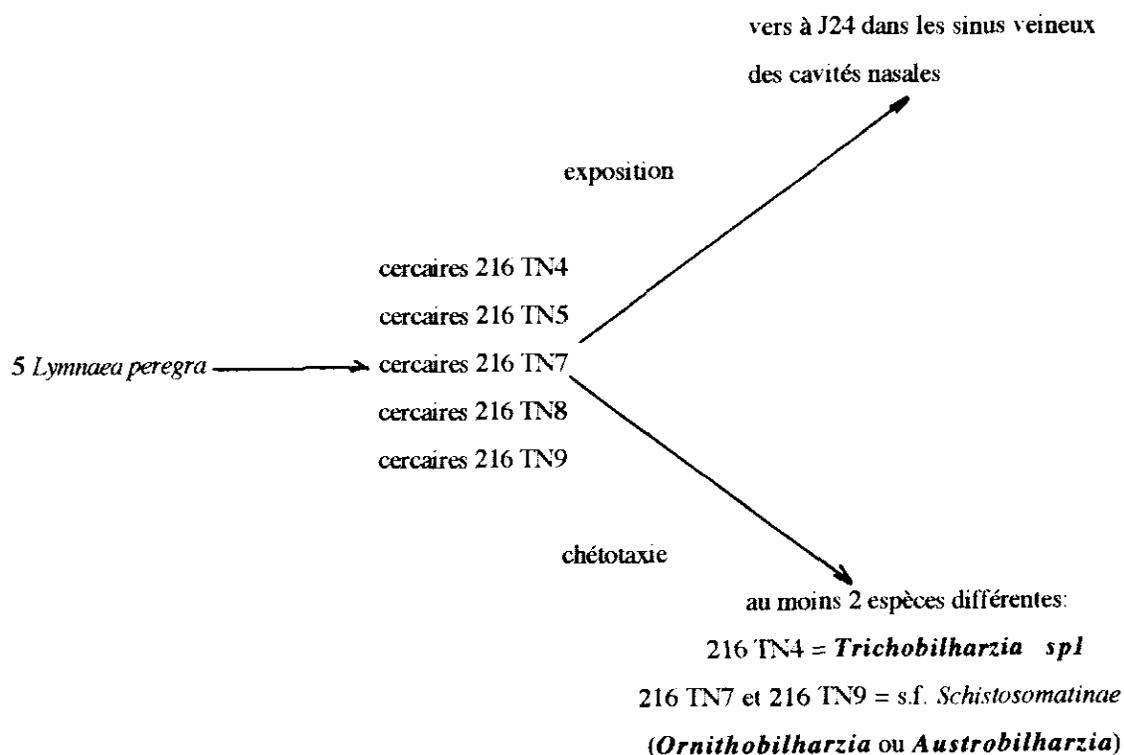


figure 20: schéma récapitulatif de l'exposition b

• **Vers et oeufs issus de l'exposition c**

Les vers issus de cette exposition ont été isolés des veines hépatiques ou mésentériques du canard violet sacrifié à J14 et du canard rouge sacrifié à J24 (photos 4 et 5 de l'annexe 3).

Ont pu être décrits:

- un ver mâle de 14 jours (231 TN) au M.E.B.
- un fragment antérieur (230 TN) et un fragment postérieur (231 TN) de deux vers femelles de 14 jours à la chambre claire d'un microscope photonique
- brièvement, un ver de sexe indéterminé de 24 jours (229 TN) au M.E.B.
- un fragment antérieur d'un ver (probablement femelle) de 24 jours (229TN) à la chambre claire d'un microscope photonique.

• Ver mâle (231 TN), âgé de 14 jours, observé au M.E.B:

Il s'agit d'un ver mâle fragmenté. Le fragment mesure 800  $\mu\text{m}$  de long, 20  $\mu\text{m}$  de large au niveau le plus large, celui des testicules, et à peine 4  $\mu\text{m}$  peu après l'extrémité antérieure. La forme du ver est plate. La ventouse orale, à peine apparente, mesure 1  $\mu\text{m}$  de diamètre (photo 15 de l'annexe 3); 9  $\mu\text{m}$  plus bas, se trouve un petit appendice de 1  $\mu\text{m}$  de diamètre qui pourrait être l'acétabulum. Le ver s'élargit 30  $\mu\text{m}$  après. Une région apparemment éventrée, vers le milieu du corps laisse voir une série de petits organes disposés en grains de collier, chaque grain mesurant environ 3  $\mu\text{m}$  de diamètre. Ces structures sont assimilées à des testicules. Tout près de cette région, mais dans un endroit non éventré, sont observées une série de boursouflures qui doivent correspondre à d'autres testicules (photo 16 de l'annexe 3). Des muscles tégumentaires, probablement longitudinaux, transversaux et obliques dessinent un quadrillage complexe.

• Ver femelle ovigère (230 TN), âgé de 14 jours, observé à la chambre claire d'un microscope photonique

La longueur totale du fragment de ver est de 1110  $\mu\text{m}$ , sa largeur au niveau le plus large de 20  $\mu\text{m}$ . Dans la région étudiée, le ver est très plat. Le fragment est antérieur car il montre une petite ventouse orale de 7  $\mu\text{m}$ . L'acétabulum se trouve 210  $\mu\text{m}$  plus bas et mesure environ 10  $\mu\text{m}$  de diamètre. Sous l'acétabulum se trouve l'orifice de ponte et, un peu plus bas, un oeuf intra-utérin. La longueur de l'oeuf intra-utérin est de 155  $\mu\text{m}$ , son diamètre au niveau le plus large de 10  $\mu\text{m}$ .

L'observation du ver 230 TN à la chambre claire d'un microscope photonique a permis une reconstitution partielle du spécimen (figure 21).

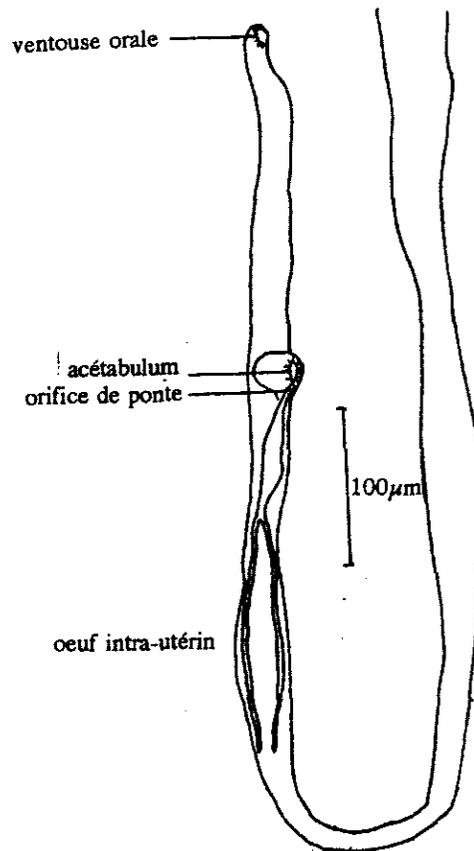


figure 21: ver 230 TN après observation à la chambre claire d'un microscope photonique  
(C. Bayssade-Dufour)

• Ver femelle (231 TN), âgé de 14 jours, observé à la chambre claire d'un microscope photonique

Il s'agit d'un fragment postérieur. Sa longueur est de 3700  $\mu\text{m}$  et sa largeur de 14  $\mu\text{m}$ , sauf à l'extrémité postérieure où elle est de 32  $\mu\text{m}$ . Des follicules vitellins se trouvent sur toute la longueur du fragment. La surface du corps, par place endommagée, n'a pas permis de voir l'appareil digestif du ver.

• Ver de sexe indéterminé (229 TN), âgé de 24 jours, observé au M.E.B:

Un premier examen a montré qu'il s'agit d'un fragment (seule l'extrémité postérieure serait manquante). Le fragment mesure 4000  $\mu\text{m}$  de long et 12  $\mu\text{m}$  de large (photo 17 de l'annexe 3). Malheureusement, il s'est décollé du portoir et s'est perdu.

• Fragment de ver femelle (229 TN), âgé de 24 jours, observé à la chambre claire d'un microscope photonique

Il s'agit d'un fragment antérieur qui mesure  $450\ \mu\text{m}$  de long et  $35\ \mu\text{m}$  de large. Le ver est non ovigère dans le fragment observé mais montre un orifice de ponte sous l'acétabulum. Il s'agit d'une femelle. Les deux ventouses sont visibles. La ventouse orale, triangulaire, mesure  $30 \times 20\ \mu\text{m}$  alors que l'acétabulum, situé  $240\ \mu\text{m}$  plus bas mesure environ  $18\ \mu\text{m}$  de diamètre.

L'observation du ver 229 TN à la chambre claire d'un microscope photonique a permis une reconstitution partielle du spécimen (figure 22).

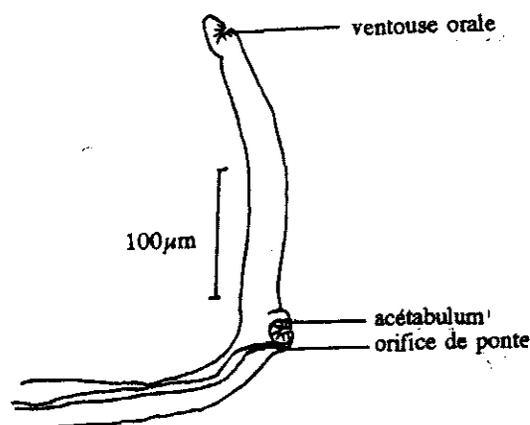


figure 22: ver 229 TN après observation à la chambre claire d'un microscope photonique  
(C. Bayssade-Dufour)

• Oeufs isolés du liquide de dilacération du foie et des vaisseaux mésentériques du canard rouge (J24)

Un lot de 80 oeufs issus du canard rouge a été conservé quelques heures dans du sérum physiologique afin de tenter de provoquer leur éclosion. Celle-ci n'a malheureusement pas abouti. Le contour des miracidiums contenus dans ces oeufs n'était pas net, ceci pouvant être lié à un manque de maturité des larves.

Un autre lot de 30 oeufs (photos 6 et 7 de l'annexe 3), conservé dans du formol à 10%, a été soumis à une série de mesures. Les résultats de ces mesures sont les suivants:

Taille moyenne: 185 x 61  $\mu\text{m}$

Taille maximale: 221 x 92  $\mu\text{m}$

Taille minimale: 157 x 51  $\mu\text{m}$

Les vers 230 TN, 231 TN et 229 TN de même provenance et d'âges différents, respectivement 14 et 24 jours, ont des tailles différentes alors qu'ils appartiennent à la même espèce. Les vers de 14 jours, déjà accouplés avec des femelles ovigères, sont très immatures. La ventouse orale d'un ver de 24 jours a un diamètre 3 à 4 fois plus large que celle d'un ver de 14 jours. L'acétabulum d'un ver de 24 jours a un diamètre 2 fois plus large que celui d'un ver de 14 jours. La largeur moyenne du corps est 2,5 fois supérieure à 24 jours qu'à 14 jours.

Les oeufs trouvés dans les tissus du canard rouge, sacrifié à J24 mesurent en moyenne 185 x 61  $\mu\text{m}$ . L'oeuf intra-utérin trouvé dans un ver femelle de canard violet, sacrifié à J14 mesure 155 x 10  $\mu\text{m}$ .

Mâles, femelles et oeufs sont donc en pleine croissance entre J14 et J24.

Les vers 229, 230 et 231 TN provenant des cercaires émises par *Lymnaea auricularia* sont comparés à *Trichobilharzia franki* décrit par Müller et Kimmig (1994) à partir des cercaires provenant de la même espèce de mollusque et dont les adultes ont été obtenus expérimentalement sur *Anas platyrhynchos*. Au cours de leurs travaux, Müller et Kimmig ont isolé les vers adultes entre J14 et J21, ce qui correspond à la chronologie que nous avons nous-même adoptée. Ces auteurs obtiennent des oeufs embryonnés mûrs. Ils photographient les spécimens types correspondants, mâle et femelle, au microscope à contraste de phase, leurs ventouses au M.E.B. et mesurent les principaux organes. Les tailles qu'ils indiquent comme caractéristiques de *Trichobilharzia franki* sont toujours supérieures à celles que nous observons sur notre matériel, même celui âgé de 24 jours. Cependant, la taille et la morphologie des oeufs que nous avons isolés à J24 sont assez proches de celles décrites par ces auteurs. La taille moyenne des oeufs de *Trichobilharzia franki* selon Müller et Kimmig (1994) est de 205,8 x 68,0  $\mu\text{m}$ , leur taille maximale de 250 x 90  $\mu\text{m}$  et leur taille minimale de 155 x 52,5  $\mu\text{m}$ . Les oeufs isolés par Müller & Kimmig (1994) sont présentés sur la figure 23.

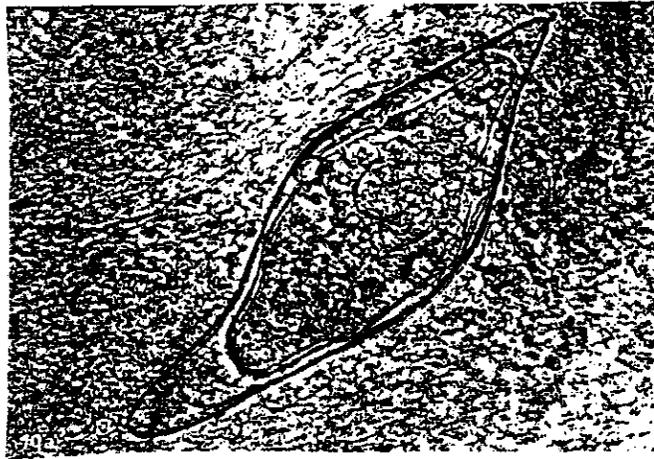


figure 23: oeuf de *Trichobilharzia franki* (Müller & Kimmig, 1994)

La chétotaxie de la cercaire 217 TN6 issue de *Lymnaea auricularia*, utilisée pour l'exposition des canards violet et rouge est également proche de celle décrite par Müller et Kimmig.

Bien que l'identification de *Trichobilharzia franki* ne soit pas totalement sûre, du fait des différences dans les tailles comparées avec les spécimens types, la présomption est cependant forte qu'il s'agisse bien là de la même espèce. Ces vers ont été identifiés *Trichobilharzia* sp. II cf. *franki*. *Trichobilharzia franki* est un agent de dermatite connu en Allemagne (Müller & Kimmig, 1994), en République Tchèque (Kolarova *et al.*, 1997) et en France (Gay *et al.*, 1999). Des cercaires, assimilables à cette espèce et responsables de l'apparition d'une dermatite suite à leur application sur le bras de volontaires, ont été identifiées chez *Lymnaea auricularia* sur le lac d'Annecy (Haute-Savoie) et l'étang de Rioz (Haute-Saône) (Gay *et al.*, 1999).

La figure 24 présente un schéma récapitulatif de l'exposition c.

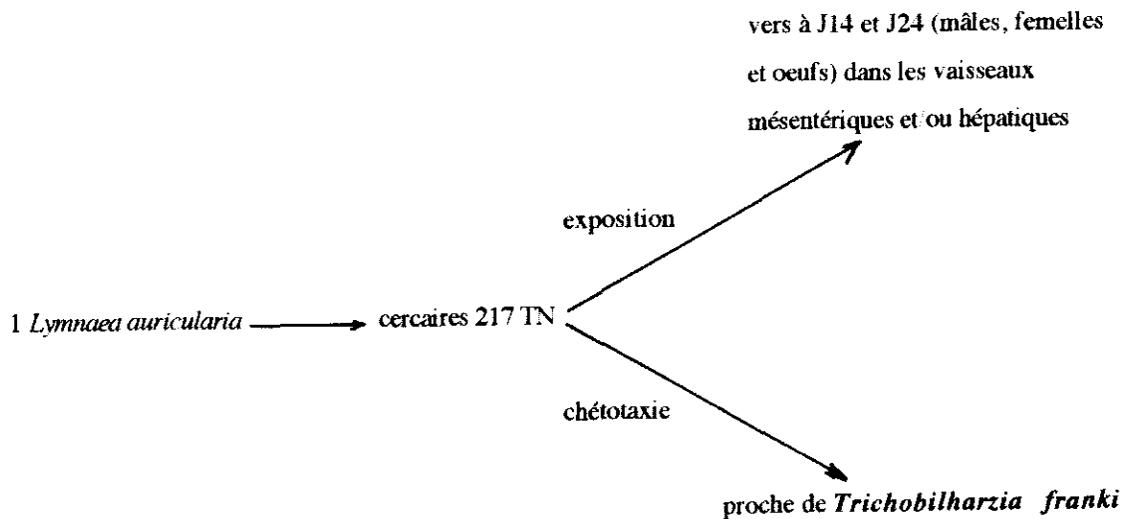


figure 24: schéma récapitulatif de l'exposition c

## III/ EXPOSITIONS 2000

Au cours de l'été 2000, afin de confirmer les résultats expérimentaux 1999 et de mieux connaître les répercussions du parasitisme chez le canard, nous avons renouvelé une exposition de 2 canards (croisés colverts) aux furcocercaires ocellées de 6 *Lymnaea peregra*. L'un d'entre-eux a été perfusé pour extraction des vers, l'autre a été sacrifié et conservé dans le formol à 10 % pour analyse anatomo-pathologique.

### A/ Matériel

#### **a. Mollusques**

Les mollusques utilisés pour ces expositions ont été collectés par l'I.N.R.A de Thonon-les-bains (Mr Dubois et ses stagiaires) durant les mois de juin et juillet 2000 sur la plage d'Albigny (Annecy-le-vieux). Ils proviennent donc de la même localité que les mollusques utilisés pour les expositions 1999. Ils ont été entretenus de la même façon que l'année précédente et ont été identifiés par le Docteur Mouthon du CEMAGREF de Lyon comme appartenant à l'espèce *Lymnaea peregra*.

Six limnées émettant toutes des furcocercaires ocellées ont été conservées pour cette nouvelle étude et ont été identifiées comme suit (tableau XII):

dénomination	espèce
limnée 10	<i>Lymnaea peregra</i>
limnée 11	<i>Lymnaea peregra</i>
limnée 12	<i>Lymnaea peregra</i>
limnée 13	<i>Lymnaea peregra</i>
limnée 14	<i>Lymnaea peregra</i>
limnée 15	<i>Lymnaea peregra</i>

tableau XII : identification des limnées utilisées pour les expositions 2000

### **b. Canards**

Deux canards croisés colverts (colvert x kaki campbell) ont été exposés 3 fois aux furcocercaires ocellées de différentes *Lymnaea peregra* puis sacrifiés. Nés le 03 mai 2000 et livrés à l'âge de 2 mois, ils n'ont jamais eu accès à un plan d'eau et ont été élevés dans des conditions les garantissant indemnes de bilharzies. Leurs caractéristiques sont exposées dans le tableau XIII.

canards	âge (jour de l'exposition)	exposé à	sacrifié à
canard 1	1ère exposition (J0): 71 jours 2ème exposition (J4): 75 jours 3ème exposition (J4): 75 jours	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ère exposition: 500 à 600 furcocercaires ocellées issues des limnées 10, 11, 12, 14, 15</li> <li>• 2ème exposition: 400 furcocercaires ocellées issues des limnées 10, 11, 12, 13, 14, 15</li> <li>• 3ème exposition: 200 furcocercaires ocellées issues des limnées 10, 11, 12, 13, 14, 15</li> </ul>	J94
canard 2	1ère exposition (J0): 71 jours 2ème exposition (J4): 75 jours 3ème exposition (J4): 75 jours	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ère exposition: 500 à 600 furcocercaires ocellées issues des limnées 10, 11, 12, 14, 15</li> <li>• 2ème exposition: 400 furcocercaires ocellées issues des limnées 10, 11, 12, 13, 14, 15</li> <li>• 3ème exposition: 200 furcocercaires ocellées issues des limnées 10, 11, 12, 13, 14, 15</li> </ul>	J97

tableau XIII: caractéristiques des canards utilisés pour les expositions 2000

Le canard 1 a été soumis à une analyse anatomo-pathologique complète.

Le canard 2 a été soumis à une extraction des vers par perfusion et dissection des organes.

### B/ Méthodes

#### **a. Protocole d'émission des cercaires et isolement des furcocercaires ocellées**

Ce protocole a été identique à celui utilisé l'année précédente.

## **b. Exposition expérimentale des canards aux furcocercaires ocellées**

Les canards 1 et 2 ont été exposés 3 fois aux furcocercaires ocellées des différentes *Lymnaea peregra*, comme indiqué précédemment.

J0 étant le jour de la première exposition, les deuxième et la troisième expositions ont été effectuées à J4. Quatre heures ont séparé les expositions 2 et 3.

Comme l'année précédente, à chaque exposition, les 2 canards ont été placés, ensembles, dans un bac d'environ 30 cm de diamètre et de 20 cm de haut pendant 30 minutes. Ce bac avait été au préalable rempli avec une eau dans laquelle nageaient les furcocercaires ocellées fraîchement émises. Environ la moitié du corps a été ainsi immergé (pattes et poitrail), la tête étant maintenue hors de l'eau.

## **c. Sacrifice et préparation du canard 1 pour analyse anatomopathologique**

Le canard 1 a été sacrifié par étouffement. Il a alors été partiellement plumé, le plastron et la paroi abdominale ont été excisés et l'ensemble de l'animal a été plongé dans une solution de formol à 10 %.

A ensuite été réalisée une éviscération monobloc de la langue au cloaque et une séparation des organes thoraciques et abdominaux et une décérébration par passage d'un ciseau dans le trou occipital en remontant vers le bec. Ont ainsi été séparés les 2 hémisphères cérébraux et la muqueuse nasale. Un élément de la moëlle épinière a été isolé par section de la colonne vertébrale et extraction à la pince.

Chaque organe a été par la suite coupé en tranches et placé dans des blocs distincts plongés dans du formol à 10%. Chaque bloc a été analysé par le Dr Vuong (anatomo-pathologiste à l'Hôpital Saint-Michel de Paris).

Ont ainsi été examinés: les poumons, le foie, le coeur, le mésentère, la rate, le pancréas, les intestins, le cloaque, les reins, la langue, la trachée, la muqueuse nasale, le cerveau et la moëlle épinière.

## **d. Extraction des vers du canard 2 par perfusion et dissection**

Selon la technique du Professeur Brugère (laboratoire de physiologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort), avec son aide et celle de Mr Gourreau de l'A.F.S.S.A (Agence Française pour le Sécurité Sanitaire des Aliments) de Maisons-Alfort, le canard 2 a été anesthésié au pentobarbital par voie intra-musculaire. Malheureusement, l'animal est décédé avant même que la perfusion n'ait pu être réalisée.

Les deux carotides et les deux jugulaires correspondantes ont toutefois été disséquées puis cathétérisées en direction de la tête. Un flux de sérum physiologique légèrement hépariné a alors été entretenu dans ces cathéters, jusqu'à ce que le liquide ressorte parfaitement limpide.

Le mésentère et les intestins ont été isolés et l'artère mésentérique cathétérisée puis perfusée de la même façon.

Le sang issu de ces différentes perfusions a été entièrement examiné sous loupe binoculaire.

Le foie, les vaisseaux mésentériques et les cavités nasales ont été minutieusement disséqués sous loupe binoculaire.

#### **e. Isolement des vers**

Les vers isolés ont été prélevés au pinceau puis plongés dans un flacon de formol à 10%.

### C/ Résultats - Discussion

#### **a. Autopsie et analyse anatomo-pathologique du canard 1**

L'examen macroscopique du canard 1 lors de son autopsie a mis en évidence:

- une accentuation de la vascularisation pleurale et une dilatation du réseau lymphatique pulmonaire
- une importante dilatation des veines hépatiques
- un début d'autolyse du cerveau, lié au fait que le formol n'a pas pu atteindre cet organe protégé par la boîte crânienne.

L'analyse anatomo-pathologique des organes n'a pas permis de mettre en évidence de parasites. Elle a montré cependant des lésions de vascularite lymphocytaire (photo 18 de l'annexe 3) et des lésions de lymphangite dans le parenchyme pulmonaire, la plèvre, et le mésentère ainsi que la présence de granulomes à corps étrangers (photo 19 de l'annexe 3) dans les poumons.

Les lésions de lymphangite et de vascularite sont liées à la reconnaissance d'une protéine étrangère (antigènes du parasite) par l'organisme de l'hôte. Cette reconnaissance s'accompagne rapidement d'un afflux de lymphocytes T (lymphocytes sentinelles). La dilatation des vaisseaux lymphatiques traduit l'afflux de lymphocytes T dans ces vaisseaux. Les Lymphocytes T sortent alors des vaisseaux lymphatiques et entourent les vaisseaux sanguins.

Les granulomes à corps étrangers se forment souvent autour d'un oeuf ou d'un parasite mort. Ils peuvent être, dans certains cas, responsables d'une obstruction capillaire et de l'apparition d'une zone d'infarctus.

#### **b. Examen du liquide de perfusion du canard 2 et dissection des organes**

L'examen macroscopique des organes du canard 2 a montré une coloration marbrée du foie (sombre par endroits, plus orangée à d'autres), un aspect friable et une zone d'infarctus.

L'examen du liquide de perfusion sous loupe binoculaire n'a permis de mettre en évidence ni vers ni d'oeufs. Cependant, ont par la suite été isolés par dissection:

- de longs vers femelles du fragment de foie ischémié (zone d'infarcissement)
- de longs vers (probablement femelles) des cavités nasales.

L'examen du mésentère n'a pas permis de mettre en évidence des parasites.

Ces autopsies étant très récentes, il n'a pas été encore réalisé d'identification précise des vers isolés. Ce matériel fera probablement l'objet d'une publication ultérieure.

### **III/ DISCUSSION GÉNÉRALE**

Nous ne pouvons, à l'heure actuelle, fournir une identification spécifique certaine des parasites que nous avons isolés.

D'après la chétotaxie des cercaires, les caractéristiques morphologiques des vers adultes et des oeufs et les données du microscope électronique à balayage, nous avons obtenu, en 1999, 3 espèces différentes de bilharzies à partir de 2 espèces de mollusques: *Lymnaea peregra* et *Lymnaea auricularia* récoltés dans le lac d'Annecy.

Au cours de l'été 2000, nous avons isolé des bilharzies dans les veines hépatiques et dans les cavités nasales du même animal (canard 2). Or les connaissances actuelles sur ces parasites montrent que les formes pré-adultes et adultes s'installent soit dans les veines mésentériques, soit dans les sinus veineux des cavités nasales mais jamais ils n'ont, à notre connaissance, été décrits chez des oiseaux simultanément dans ces 2 localisations. L'hypothèse la plus probable est donc que nous avons obtenu, suite à l'exposition de canards aux furcocercaires ocellées issues de plusieurs *Lymnaea peregra*, 2 espèces différentes de bilharzies, l'une à localisation nasale, l'autre à localisation mésentérique.

Ces résultats concordent avec les résultats expérimentaux obtenus en 1999. La spécificité des bilharzies vis-à-vis de leur hôte intermédiaire est étroite selon Odening (1996). Elle ne l'est pas si l'on tient compte des travaux d'Horak *et al.* (1998) et de l'article de Kolarova *et al.* (1997) qui montrent que *Lymnaea peregra* pourrait être hôte intermédiaire de *Trichobilharzia regenti*, parasite des sinus veineux des cavités nasales, mais également de *Trichobilharzia szidati* et de parasites du complexe *ocellata*, localisés dans les vaisseaux mésentériques. L'obtention, en 1999 et en 2000, de 2 espèces différentes de bilharzies suite à 2 expositions identiques aux furcocercaires de plusieurs *Lymnaea peregra* ainsi que la démonstration en 1999 de la présence d'au moins 2 espèces différentes de cercaires dans le bain infestant utilisé pour l'exposition b nous permettent d'avancer 2 hypothèses:

- la spécificité des bilharzies aviaires vis-à-vis de leur hôte intermédiaire n'est peut être pas aussi étroite que ce qui est classiquement reconnu. Nous aurions donc au moins 2 espèces différentes de bilharzies dont le cycle parasitaire passe par *Lymnaea peregra*.

- nous avons peut-être, dans notre lot de *Lymnaea peregra* deux espèces ou sous-espèces de mollusques morphologiquement très proches. Il pourrait s'agir notamment de *Lymnaea peregra* et de *Lymnaea ovata*, différenciées par d'autres auteurs. Rappelons ici que des mollusques collectés sur le même site que les nôtres (plage d'Albigny) et émettant des furcocercaires ocellées ont été appelés *Lymnaea ovata* (et *Lymnaea peregra ovata*) par Picard (2000) et Hubert (2000). Nous aurions donc 2 espèces de bilharzies dont le cycle parasitaire passerait par 2 espèces de limnées différentes mais morphologiquement très proches.

Notre travail apporte toutefois des informations intéressantes, grâce aux clichés réalisés au microscope électronique à balayage, sur l'aspect du tégument des femelles de bilharzies d'oiseaux.

L'examen nécropsique de nos canards et l'analyse anatomo-pathologique des organes du canard 1 concordent avec les descriptions fournies par la bibliographie. Des décolorations du foie accompagnées de zones de nécrose ont été décrites par Pence et Rhodes (1982) et par Gauthier (1999). Des granulomes ont été mis en évidence dans différents organes, le plus souvent dans les cavités nasales dans le cas d'une bilharzie à localisation nasale (Fain, 1955a ; Palmer & Ossent, 1984), ou tout le long du tractus digestif dans le cas des bilharzies à localisation mésentérique (Wojcinsky *et al.*, 1987). Leur présence dans les poumons et le foie a été décrite par Morales *et al.* (1971) et par Wilson *et al.* (1982) chez des oiseaux parasités par des bilharzies à localisation mésentérique ainsi que par Martin (1999) chez des oiseaux parasités par des bilharzies à localisation nasale.

Cette présence de granulomes dans les poumons et dans le foie peut correspondre soit à la dissémination d'oeufs dans le sang (oeufs qui se seraient arrêtés au niveau d'un capillaire pulmonaire) soit à la mort de formes immatures ou matures de bilharzies à localisation nasale ou de bilharzies à localisation mésentérique au cours de leur trajet dans ces organes. Enfin, des lésions de vascularites au niveau du mésentère ont été décrites par Wojcinsky *et al.* (1987) alors que des lésions de vascularite au niveau pulmonaire l'ont été par Bourns *et al.* (1973) et par Morales *et al.* (1971).

La preuve de la capacité des cercaires à induire une dermatite chez l'homme aurait pu être obtenue par une exposition personnelle. Nous n'avons pas souhaité, par méconnaissance du devenir de ces larves chez l'homme, nous exposer aux différentes espèces de cercaires utilisées dans cette étude. Cependant, les parasites du genre *Trichobilharzia* sont régulièrement incriminés dans l'apparition d'épidémies de dermatites dans le monde et notamment en Europe. Nous avons dans notre étude isolé au moins 2 espèces de ce genre. L'une d'entre elles serait proche de *Trichobilharzia franki*, agent de dermatite connu en Allemagne et en République Tchèque et dont les cercaires ont été mises en évidence en France par Gay *et al.* (1999) dans le lac d'Annecy (Haute-Savoie) et l'étang de Rioz (Haute-Saône). Martin-Loehr (1999) a reproduit le cycle d'une bilharzie à localisation nasale à partir de *Lymnaea peregra* du lac d'Annecy. Ce parasite, apparemment proche de *Trichobilharzia regenti*, est agent de dermatite. Enfin, Martins (2000) a montré, très récemment, qu'une bilharzie d'oiseau du genre *Ornithobilharzia*, dont le cycle a été reproduit expérimentalement à partir de furcocercaires ocellées issues de *Lymnaea peregra* du lac Léman et dont la localisation chez l'hôte définitif n'a pas été déterminée, est également agent de dermatite. Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de dire si notre matériel (ver non identifié 228 TN) se rapproche plus du matériel de Martin-Loehr (1999) ou de celui de Martins (2000).

Nos travaux, ceux de Martin-Loehr (1999) et ceux de Gauthier (1999) montrent que les oiseaux du lac d'Annecy sont hôtes définitifs de nombreuses espèces de bilharzies. Martin-Loehr a montré, par exposition expérimentale de canards à des furcocercaires ocellées issues de limnées du lac d'Annecy l'existence sur ce lac d'une bilharzie à localisation nasale (probablement *Trichobilharzia regenti*). Les genres *Microbilharzia* ou genre proche, *Dendritobilharzia*, *Pseudobilharziella* et une espèce inconnue ont été isolés de 3 espèces de canards (canards colverts, fuligules milouins et fuligules morillons) avec un portage considérable (100% des canards colverts, 70 % des fuligules morillons et 100 % des fuligules milouins porteurs de bilharzies) par Gauthier (1999) qui aurait également détecté un oeuf de *Gigantobilharzia* de fientes d'un colvert dans ce lac. Gay *et al.* (1999) ont montré l'existence, dans des *Lymnaea auricularia* collectées à Annecy, de cercaires de *Trichobilharzia franki* responsables de dermatite.

Enfin, par notre travail, nous reproduisons le cycle parasitaire de 2 espèces du genre *Trichobilharzia* à localisation mésentériques, dont l'une d'elles serait proche de *Trichobilharzia franki*, et d'une espèce indéterminée à localisation nasale.

## CONCLUSION

La dermatite cercarienne est une affection cosmopolite largement décrite dans la presse médicale et scientifique. Cependant, les agents responsables de son apparition: les bilharzies aviaires, sont encore très mal connus. La bibliographie relative à ces parasites est pourtant conséquente, mais la multiplication de descriptions, souvent incomplètes, rend leur étude délicate et procure un sentiment de confusion, notamment en ce qui concerne les articles les plus anciens. L'utilisation courante de techniques modernes telles que la biologie moléculaire serait un plus pour caractériser les espèces après description morphologique et biologique complète de tous les stades: larvaires et adultes.

A l'heure actuelle, 4 espèces de bilharzies aviaires sont couramment reconnues agents de dermatite en Europe. Il s'agit de *Trichobilharzia ocellata* (sensu Odening, 1996), *Trichobilharzia franki*, *Trichobilharzia szidati*, parasites des vaisseaux mésentériques de l'hôte définitif, et de *Trichobilharzia regenti* parasite des sinus veineux des cavités nasales.

L'exposition expérimentale de colverts à des furcocercaires ocellées issues de limnées du lac d'Annecy nous a permis de suspecter la présence dans ce lac d'au moins 3 espèces différentes de bilharzies dont les 2 premières, à localisation mésentérique chez l'hôte définitif, appartiendraient au genre *Trichobilharzia* (genre classiquement reconnu comme agent de dermatite chez l'homme) alors que la troisième, à localisation nasale, est restée indéterminée. Notre étude apporte également des informations intéressantes, grâce aux clichés réalisés au microscope électronique à balayage, sur l'aspect du tégument de bilharzies femelles, peu décrit.

Il serait souhaitable de s'intéresser plus particulièrement aux mollusques hôtes intermédiaires, à leur biologie et à leur écologie afin de pouvoir cibler correctement un éventuel projet de lutte contre ces parasites.

## CONCLUSION

La dermatite cercarienne est une affection cosmopolite largement décrite dans la presse médicale et scientifique. Cependant, les agents responsables de son apparition: les bilharzies aviaires, sont encore très mal connus. La bibliographie relative à ces parasites est pourtant conséquente, mais la multiplication de descriptions, souvent incomplètes, rend leur étude délicate et procure un sentiment de confusion, notamment en ce qui concerne les articles les plus anciens. L'utilisation courante de techniques modernes telles que la biologie moléculaire serait un plus pour caractériser les espèces après description morphologique et biologique complète de tous les stades: larvaires et adultes.

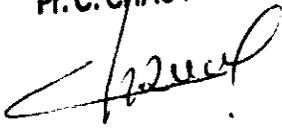
A l'heure actuelle, 4 espèces de bilharzies aviaires sont couramment reconnues agents de dermatite en Europe. Il s'agit de *Trichobilharzia ocellata* (sensu Odening, 1996), *Trichobilharzia franki*, *Trichobilharzia szidati*, parasites des vaisseaux mésentériques de l'hôte définitif, et de *Trichobilharzia regenti* parasite des sinus veineux des cavités nasales.

L'exposition expérimentale de colverts à des furcocercaires ocellées issues de limnées du lac d'Annecy nous a permis de suspecter la présence dans ce lac d'au moins 3 espèces différentes de bilharzies dont les 2 premières, à localisation mésentérique chez l'hôte définitif, appartiendraient au genre *Trichobilharzia* (genre classiquement reconnu comme agent de dermatite chez l'homme) alors que la troisième, à localisation nasale, est restée indéterminée. Notre étude apporte également des informations intéressantes, grâce aux clichés réalisés au microscope électronique à balayage, sur l'aspect du tégument de bilharzies femelles, peu décrit.

Il serait souhaitable de s'intéresser plus particulièrement aux mollusques hôtes intermédiaires, à leur biologie et à leur écologie afin de pouvoir cibler correctement un éventuel projet de lutte contre ces parasites.

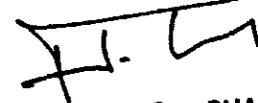
**LE PROFESSEUR RESPONSABLE**  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Pr. C. CHAUVE



**VU : LE DIRECTEUR**  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Pour le Directeur empêché  
Le Directeur - Assesseur



Professeur Guy CHANTEGRELET

**PROFESSEUR J. - F CHARY**

**LE PRESIDENT DE LA THESE**



**Vu et permis d'imprimer**

**LYON, le 20 NOV 2000**

**Le Président de l'Université**  
**Président du Comité de Coordination**  
**des Etudes Médicales. DEHAVANNE Marc**



# Annexes

## ANNEXE 1:

morphologie comparative des oeufs de *Trichobilharzia franki*, *Trichobilharzia ocellata*, *Trichobilharzia regenti* et *Trichobilarzia szidati*



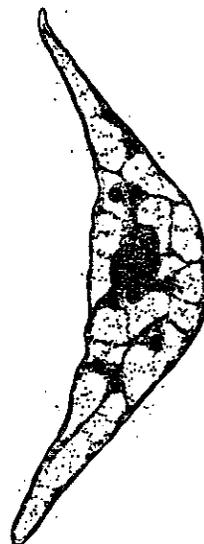
Oeuf de *Trichobilharzia franki*  
206 x 68  $\mu\text{m}$   
(Müller & Kimmig, 1994)



Oeuf de *Trichobilharzia ocellata*  
(Brumpt, 1949)  
200-220 x 60  $\mu\text{m}$  selon Euzéby (1975)



Oeuf de *Trichobilharzia regenti*  
289 x 89  $\mu\text{m}$   
(Horak *et al.*, 1998)



Oeuf de *Trichobilharzia szidati*  
(Neuhaus, 1952)  
200-210 x 40-65  $\mu\text{m}$  selon Euzéby (1975)

## **ANNEXE 2:**

lésions cutanées rapportées, symptômes associés et conséquences d'une dermatite cercarienne chez 153 nageurs à Genève (Suisse), en 1996 (Chamot *et al.*, 1998)

<b>Manifestations et conséquences</b>	<b>%</b>
<b>Nombre de lésions cutanées</b>	
1-5	49,0
6-10	25,5
11-30	14,4
>30 (max.100)	11,1
<b>Localisation des lésions</b>	
Visage	5,2
Tête et cou	12,4
Membres supérieurs	47,1
Mains	3,9
Poitrine et dos	54,9
Sous les habits de bain	19,0
Membres inférieurs	75,8
Pieds	13,7
<b>Démangeaisons</b>	
Aucune	14,3
Négligeables	36,0
Désagréables	30,1
Pénibles	15,0
Insupportables	4,6
<b>Insomnies</b>	
Ont dormi comme d'habitude	82,4
Ont moins bien dormi à cause des lésions cutanées	13,1
N'ont pas dormi pendant au moins 1 nuit à cause des lésions cutanées	3,9
<b>Incapacité</b>	
Trop malade pour retourner à la plage	6,5
Trop malade pour aller travailler	0,7
Trop malade pour sortir	0,7
Ont fait appel à des médicaments	50,3
Sont allés chez le pharmacien	9,8
Sont allés chez le médecin	3,9
Ont été hospitalisés	0,7

## **ANNEXE 2 (suite):**

estimation du taux d'atteinte de baigneurs à Genève (Suisse) par une dermatite cercarienne en 1996 selon des caractéristiques de base, comportementales et météorologiques (Chamot *et al.*, 1998)

<b>Caractéristiques</b>	<b>% infestation</b>
<b>Age</b>	
0-10 ans	27,9
11-20 ans	39,0
21-30 ans	23,2
31-40 ans	20,4
>41 ans	29,0
<b>Sexe</b>	
Homme	28,0
Femme	27,2
<b>Nombre de bains dans un lac par été (1994-95)</b>	
0	16,1
1-5	22,8
6-20	25,9
>20	33,8
<b>Baignade dans un lac durant les 7 derniers jours</b>	
Non	23,6
Oui	31,3
<b>Historique de lésions cutanées après baignade dans un lac</b>	
Jamais	17,4
1-5 fois	40,9
>6 fois	58,7
<b>Nombre de bains (jour du sondage)</b>	
1	23,8
2	31,4
3	35,6
>4	23,1
<b>Heure de baignade (jour du sondage)</b>	
10h00 à 14h00	35,6
14h00 à 17h00	27,4
Après 17h00	23,3
<b>Temps de baignade (en moyenne), (jour du sondage)</b>	
< 10 min	16,7
10-30 min	33,6
>30 min	44,1
<b>Type de bain (jour du sondage)</b>	
Dans moins d'1m d'eau	25,7
Dans 1 à 2m d'eau	31,8
Dans plus de 2m d'eau	26,9

## **ANNEXE 2 (suite et fin):**

estimation du taux d'atteinte de baigneurs à Genève (Suisse) par une dermatite cercarienne en 1996 selon des caractéristiques de base, comportementales et météorologiques (suite) (Chamot *et al.*, 1998)

<b>Caractéristiques</b>	<b>% infestation</b>
<b>Plage</b>	
Versoix	19,6
Céligny	33,0
Hermance	29,9
Savonnière	33,9
<b>Mois du sondage</b>	
Juillet	30,1
Août	21,9
<b>Durée des symptômes</b>	
2-3 jours	22,4
4-7 jours	32,8
<b>Bain supplémentaire dans un lac pendant la durée des symptômes</b>	
Non	25,9
Oui	29,9
<b>Température atmosphérique maximale et Pression barométrique</b>	
• $T^{\circ} < 24,5^{\circ}C$	
P° < 969 kPa	10,0
P° > 969 kPa	38,0
• $T^{\circ} > 24,5^{\circ}C$	
P° < 969 kPa	23,1
P° > 969 kPa	28,6

### ANNEXE 3: clichés photographiques



Photo 1. furcocercaire ocellée  
(I.N.R.A de Thonon-les bains)



Photo 2. foie de canard: décoloration du parenchyme  
(Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires de la Savoie)

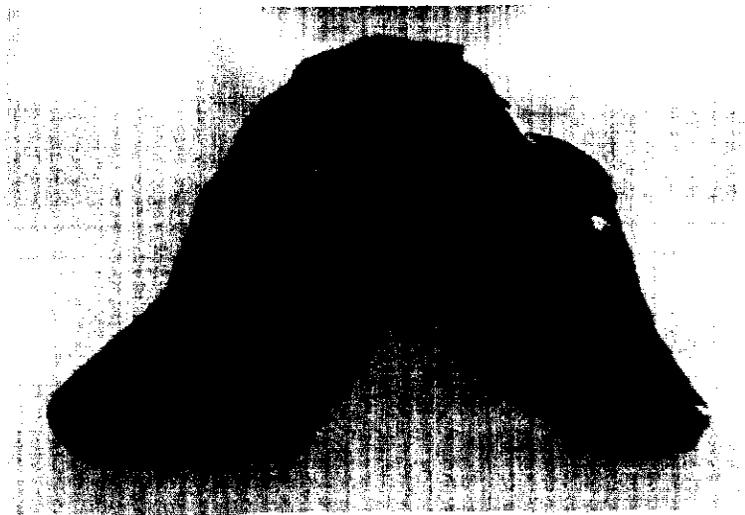


Photo 3. foie de canard: zone d'infarcissement  
(Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires de la Savoie)

## ANNEXE 3 (suite):

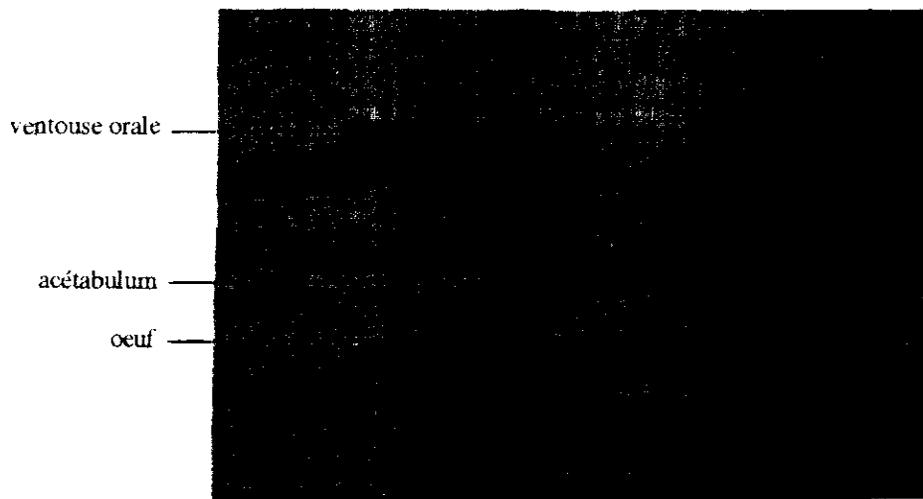


Photo 4: extrémité antérieure d'un ver femelle ovigère observé sans coloration au microscope photonique  
(Laboratoire de parasitologie - Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon)

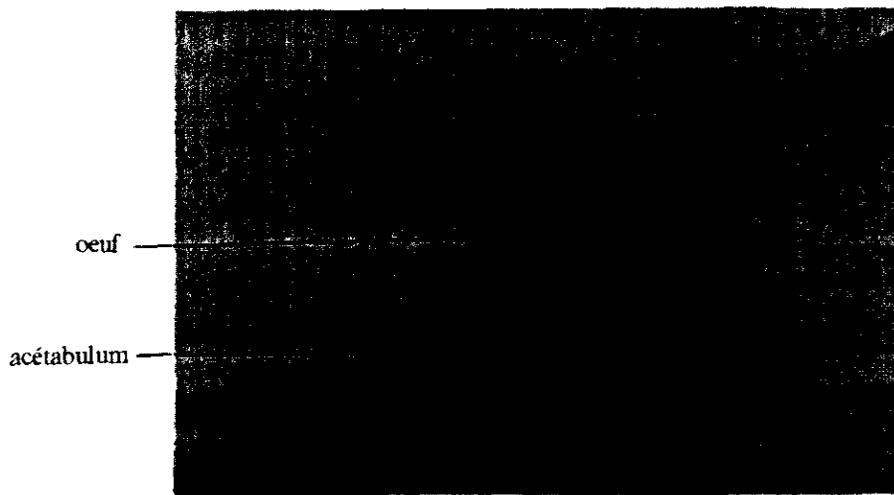


Photo 5: portion d'un ver femelle ovigère observé sans coloration au microscope photonique  
(Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires de la Savoie)



Photo 6  
(Laboratoire de parasitologie E.N.V.L)



Photo 7  
(L.V.D de la Savoie)

Photos 6 et 7: morphologie des oeufs issus de l'exposition c

**ANNEXE 3 (suite):**

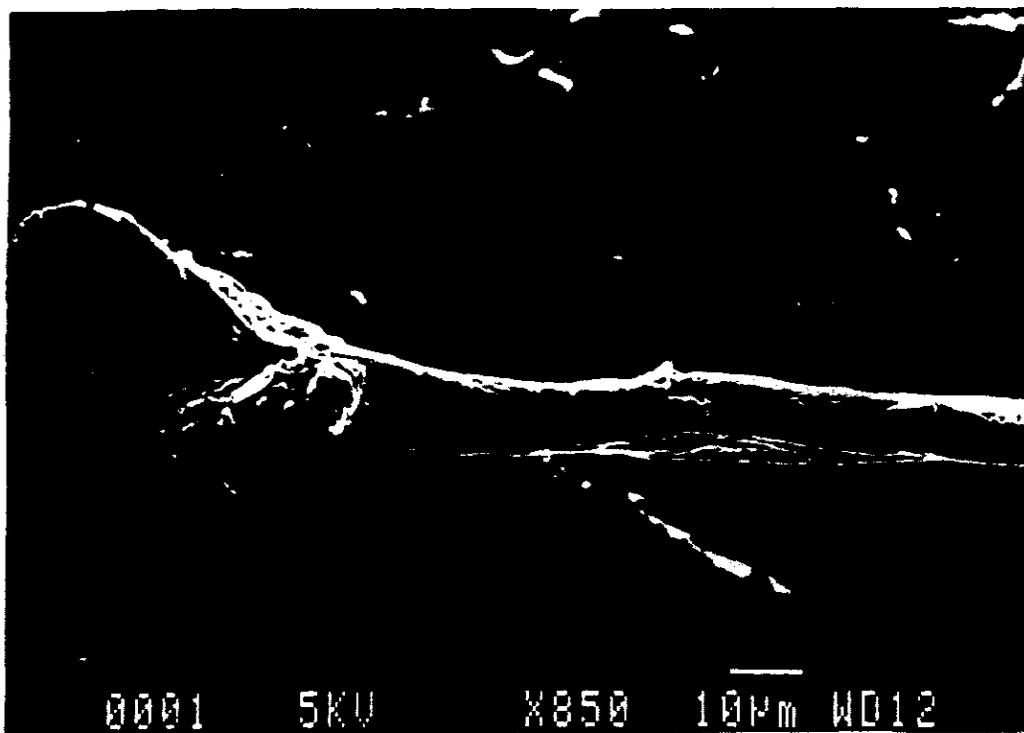


Photo 8: ver 239 TN1 au M.E.B: extrémité antérieure sectionnée  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

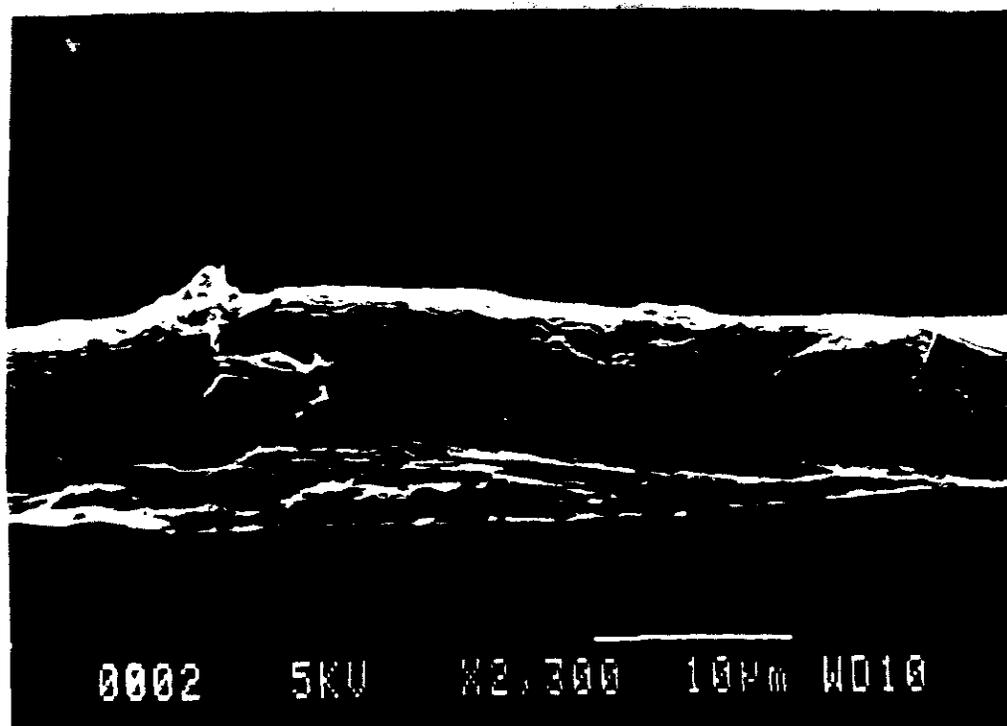


Photo 9: ver 239 TN1 au M.E.B: fente et papilles sensorielles  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

**ANNEXE 3 (suite):**

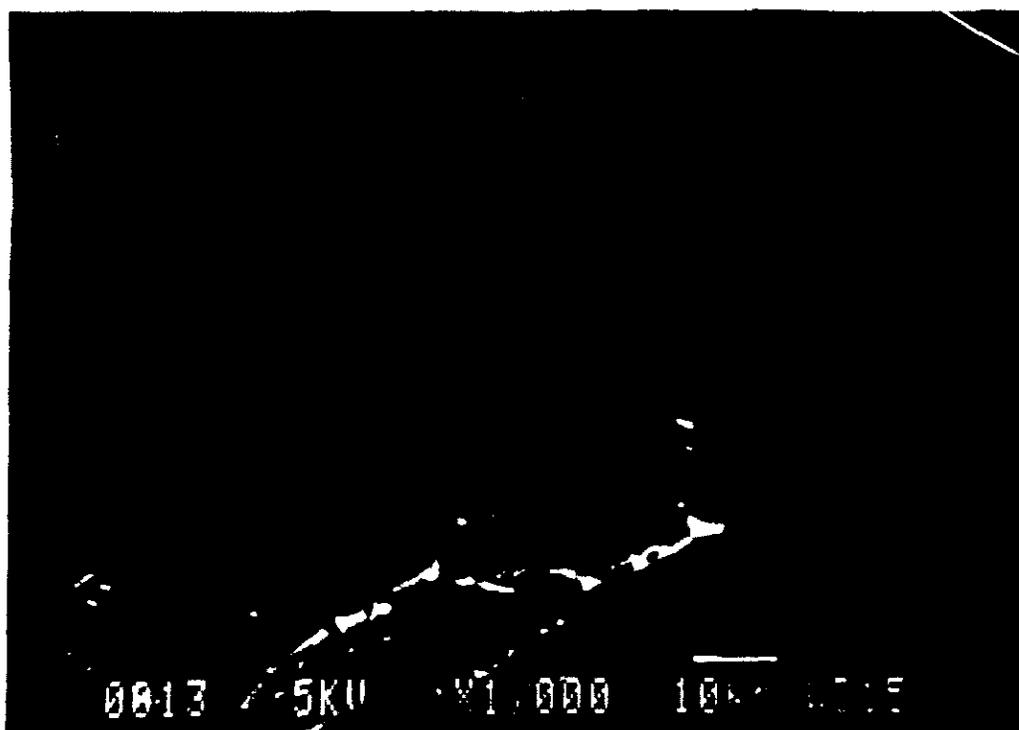


Photo 10: ver 239 TN1 au M.E.B: orifice du canal de Laurer  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)



Photo 11: ver 228 TN au M.E.B: acétabulum  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

**ANNEXE 3 (suite):**



Photo 12: ver 228 TN au M.E.B: cinq orifices alignés  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

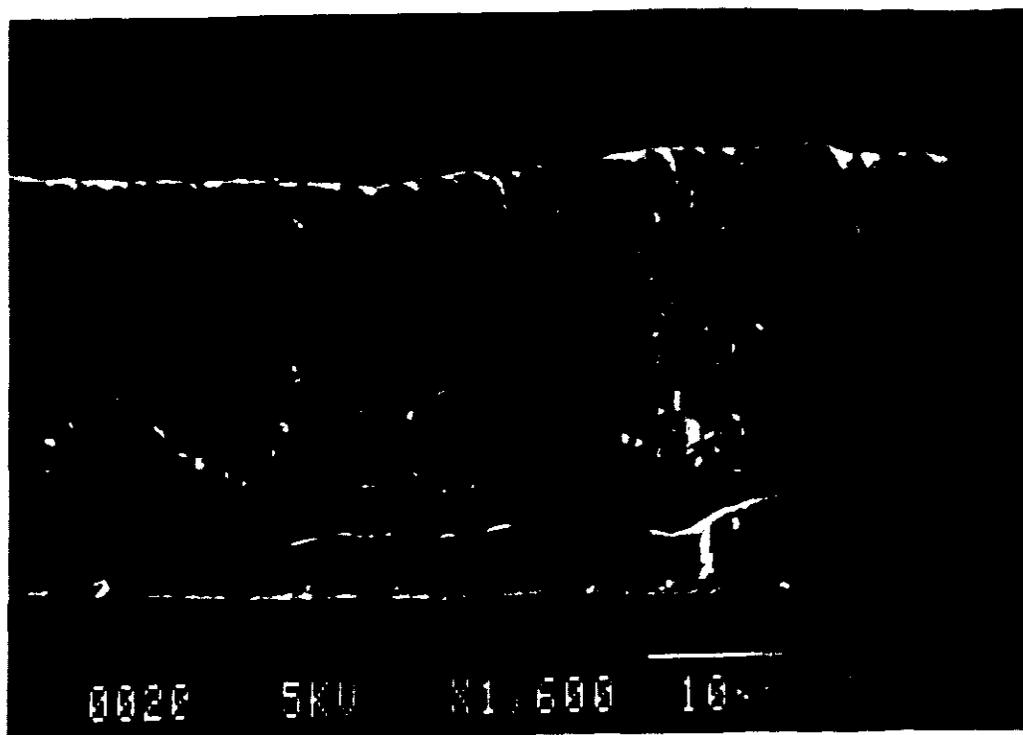


Photo 13: ver 228 TN au M.E.B: surface lisse, finement plissée  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

### ANNEXE 3 (suite):

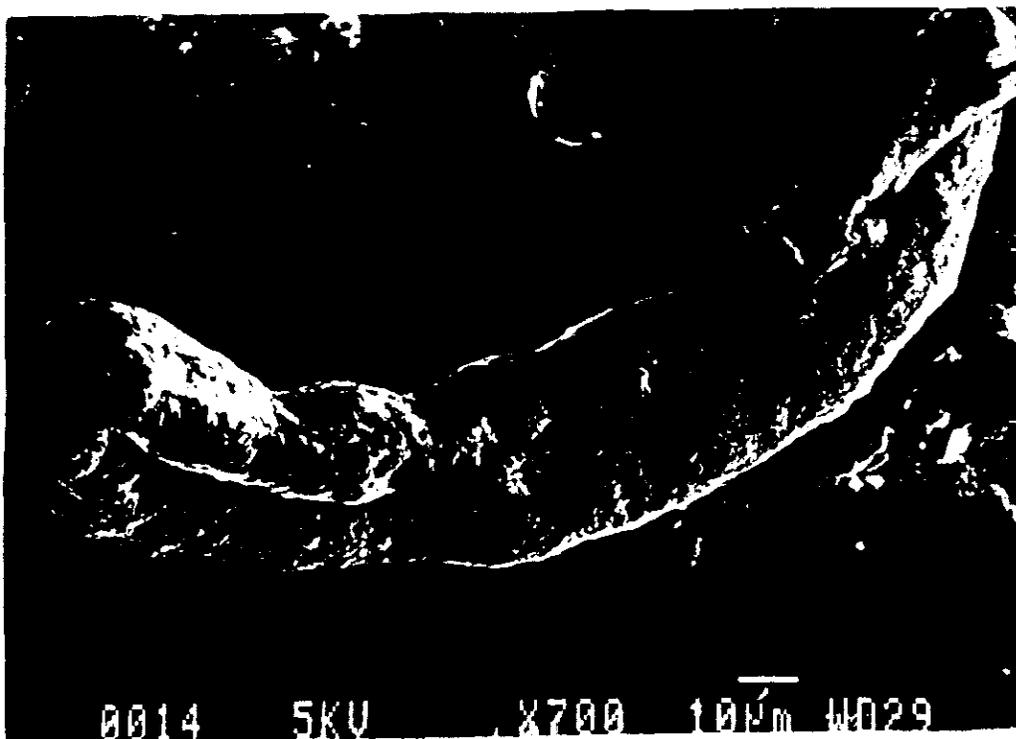


Photo 14: ver 228 TN au M.E.B. ver mâle ou d'une espèce différente  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

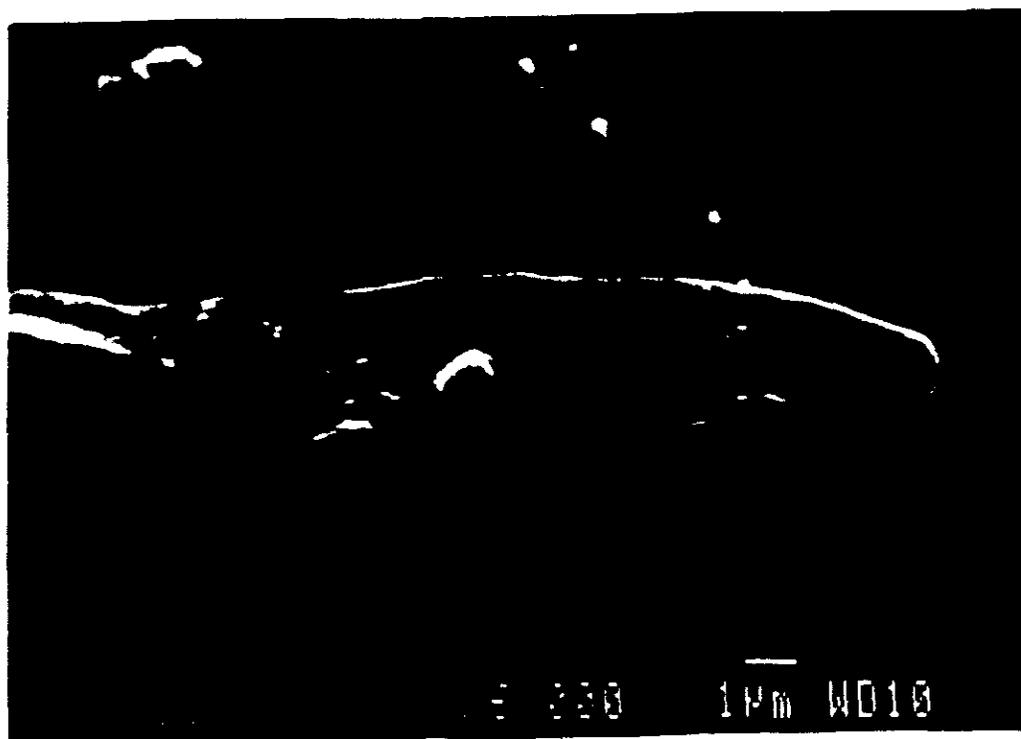


Photo 15: ver 231 TN au M.E.B. extrémité antérieure: ventouse orale et acétabulum  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

**ANNEXE 3 (suite):**



Photo 16: ver 231 TN au M.E.B: région des testicules  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

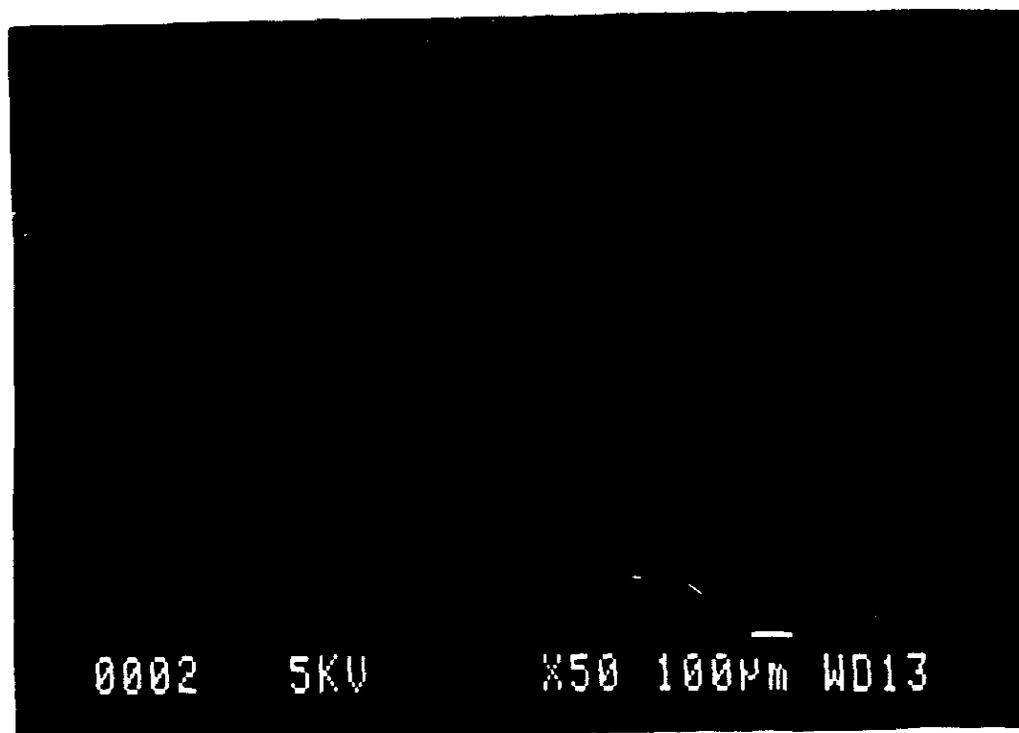


Photo 17: ver 229 TN au M.E.B: vue d'ensemble  
(Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

ANNEXE 3 (fin):

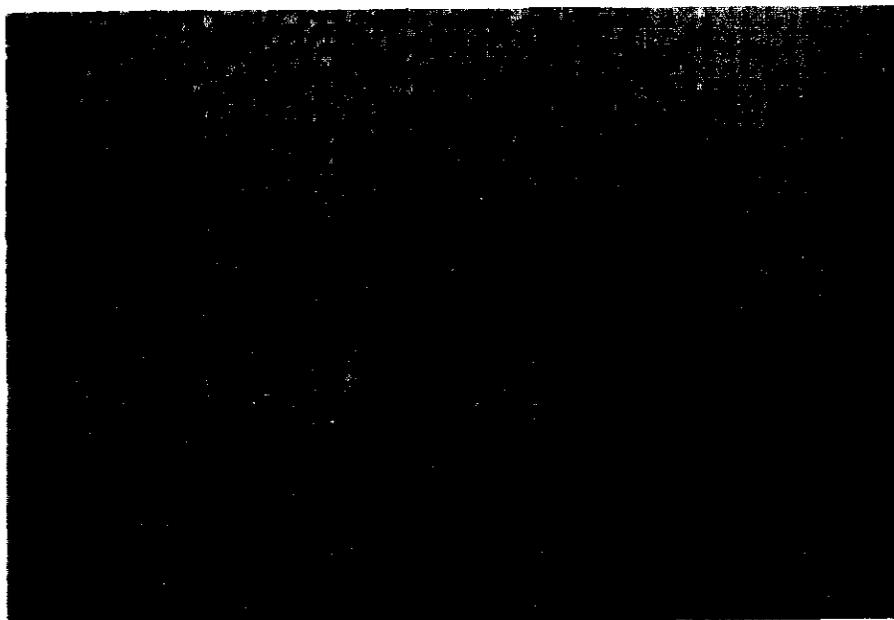


Photo 18: vascularite lymphocytaire pulmonaire  
(Hôpital Saint-Michel de Paris)

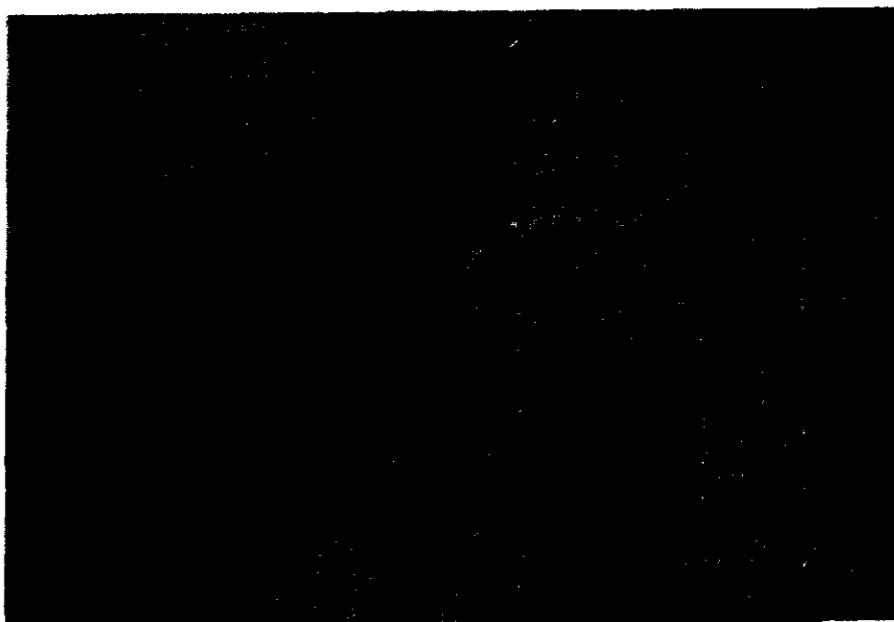


Photo 19: granulome à corps étranger pulmonaire  
(Hôpital Saint-Michel de Paris)

# Bibliographie

- ABU-ELYAZEED R.R., PODGORE J.K., MANSOUR N.S., KILPATRICK M.E. (1993). Field trial of 1% niclosamide as a topical antipenetrant to *schistosoma mansoni* cercariae. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **49**, 403-409.
- ACHA P.N. & SZYFRES B. (1989): Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'Homme et aux animaux. Office International des Epizooties. Paris, 2ème éd. 723-726.
- ADAM M.E. & LEWIS J.W. (1992): The lack of co-existence between *Lymnaea peregra* and *Lymnaea auricularia* (Gastropoda: Pulmonata). *J. Moll. Stu.*, **58**, 227-231.
- ALLGÖWER R. & MATUSCHKA F.R. (1993): Zur epidemiologie der Zerkariendermatitis. *Bundesgesundheitsblatt*, **10**, 399-402.
- ANDERSON P.A., NOWOSIELSKI J.W. & CROLL N.A. (1976): The emergence of cercariae of *Trichobilharzia ocellata* and its relationship to the activity of its snail host *Lymnaea stagnalis*. *Can. J. Zool.*, **54**, 1481-1487.
- APPLETON C.C. (1983): Studies on *Austroilharzia terrigalensis* (Trematoda: Schistosomatidae) in the swan estuary, Western Australia: infection in the definitive host, *Larus novaehollandiae*. *Int. J. Parasitol.*, **13**, 249-259.
- APPLETON C.C. (1984): Observations on the histology of *Austroilharzia terrigalensis* (Trematoda: Schistosomatidae) infection in the silver gull, *Larus novaehollandiae*. *Int. J. Parasitol.*, **14**, 23-28.
- AZIMOV D.A. & DADAEV S. (1977): Circadian rythm in the shedding of cercariae [Russian]. *Doklady Akademii Nauk Uzbekskoi (SSR Uzbekskiston SSR Fanlar Akademiyasining)*, *Dokladlari*. **11**, 66-68.
- BACHA W.J., ROUSH R. & ICARDI S. (1982): Infection of the Gerbil by the Avian Schistosome *Austroilharzia variglandis* ( Miller & Northup 1926; Penner 1953). *J. Parasitol.*, **68**, 505-507.
- BARBER K.E. & CAIRA J.N. (1995): Investigation of the life-cycle and adult morphology of the avian blood-fluke *Austroilharzia variglandis* (Trematoda: Schistosomatidae) from Connecticut. *J. Parasitol.*, **81**, 584-592.
- BEER S.A. & GERMAN S.M. (1993): Ecological prerequisites of worsening of the cercariosis situation in the cities of Russia (exemplified by the Moscow region). *Parazitologiya*, **27**, 441-449.
- BERG K. & REITER H.F.H. (1960): Observations on schistosome dermatitis in Denmark. *Acta dermato-venereologia*, **40**, 369-380.
- BLAIR D. & ISLAM K.S. (1983): The life-cycle and morphology of *Trichobilharzia australis* n.sp. (Digenea: Schistosomatidae) from the nasal blood vessels of the black duck (*Anas superciliosa*) in Australia, with a review of the genus *Trichobilharzia*. *Syst. Parasitol.*, **5**, 89-117.
- BLAIR D. & OTTESEN P. (1979): Nasal Schistosomiasis in Australian Anatids. *J. Parasitol.*, **65**, 982-984.
- BLANKESPOOR H.D., CAMERON S.C. & CAIRNS J. (1985): Resistance of Pulmonate Snail Populations to Repeated Treatments of Copper Sulfate. *Environmental Management*, **9**, 455-458.

BOURNS T.K.R., ELLIS J.C. & RAU M.E. (1973): Migration and development of *Trichobilharzia ocellata* (Trematoda: Schistosomatidae) in its duck hosts. *Can. J. Zool.*, **51**, 1021-1030.

BRACKETT S. (1940): Pathology of schistosome dermatitis. *Arch. Dermatol. Syphilol.*, **42**, 410-418.

BREGEAT D. (1973): La lutte contre les mollusques hôtes intermédiaires d'helminthes parasites de l'Homme et des animaux domestiques. Thèse pour le Doctorat Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. 120pp.

BRUMPT E. (1931): Prurit et dermatites produits chez les nageurs par des cercaires de mollusques d'eau douce. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **193**, 253-255.

BRUMPT E. (1949): Précis de Parasitologie. A: Embranchement des Vers. chapitre I: classe des Plathelminthes. ordre des Trématodes. genre *Trichobilharzia*. Masson. Paris. 1042pp.

BUET A. (1996): Etude de la dermatite cercarienne sur les rives françaises du lac Léman. *Mémoire de stage INRA*, Thonon-les-bains. 22pp.

CHAMOT E., TOSCANI L. & ROUGEMONT A. (1998): Public health importance and risk factors for cercarial dermatitis associated with swimming in Lake Lemman at Geneva, Switzerland. *Epidemiol. Infect.*, **120**, 305-314.

COMBES C., BAYSSADE-DUFOUR C. & CASSONE J. (1976): Sur l'imprégnation et le montage des cercaires pour l'étude chétotaxique. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **51**, 399-400.

COMBES C., ALBARET J.L., ARVY L., BARTOLI P., BAYSSADE-DUFOUR C., DEBLOCK S., DURETTE-DESSET M.C., GABRION C., JOURDANE J., LAMBERT A., LEGER N., MAILLARD C., MATRICON M., NASSI H., PREVOT G., RICHARD J. & THERON A. (1980): Atlas mondial des cercaires. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle. Série A, Tome 115. 235pp.

CORT W.W. (1928): Schistosome dermatitis in the United States (Michigan). *J. Am. Med. Ass. (JAMA)*, **90**, 1027-1029.

CURTIS L.A. (1997): *Ilyanassa obsoleta* (Gastropoda) as a host for Trematodes in Delaware estuaries. *J. Parasitol.*, **83**, 793-803.

CUSIN I. (1986): Baigneurs ça vous gratte? Une larve vous a pris pour un oiseau! Thèse pour le diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Claude Bernard Lyon I. 63pp.

DEGRANGE C. & CHAMBELLANT P. (1995): La dermatite parasitaire estivale des baigneurs. *Lac Reffet*, **46**, 13-17.

EKLU-NATEY D.T., GAUTHEY D., AL-KHUDRI M., WÜEST J., VAUCHER C. & HUGGEL H. (1985a): Contribution à l'étude des cercaires du lac Léman. I. Les furcocercaires. *Rev. suisse Zool.*, **92**, 915-926.

EKLU-NATEY D.T., AL-KHUDRI M., GAUTHEY D., WÜEST J., VAUCHER C. & HUGGEL H. (1985b): Contribution à l'étude des cercaires du lac Léman. II. Les cercaires à queue simple. *Rev. suisse Zool.*, **92**, 927-938.

EKLU-NATEY D.T., AL-KHUDRI M., GAUTHEY D., DUBOIS J.P., WÜEST J., VAUCHER C. & HUGGEL H. (1985c): Epidémiologie de la dermatite des baigneurs et morphologie de *Trichobilharzia cf. ocellata* dans le lac Léman. *Rev. suisse Zool.*, **92**, 939-953.

EUZEBY J. (1974): Bilharzioses animales et bilharzioses de l'homme: relations épidémiologiques. *Cah. méd. Vét.*, **43**, 53-72.

EUZEBY J. (1975): Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leur incidence sur la pathologie humaine. Tome II: maladies dues aux Plathelminthes, 3ème fascicule: Trematodes. Livre 2: Trematodoses autres que les formes hépato-biliaires; bilharzioses; Trematodes des poissons. Vigot frères éd. Paris 6. 855 pp.

FAIN A. (1955a): Une nouvelle bilharziose des oiseaux: la trichobilharziose nasale. Remarque sur l'importance des schistosomes d'oiseaux en pathologie humaine. Note préliminaire. *Ann. Soc. Belg. Méd. Trop.*, **35**, 323-327.

FAIN A. (1955b): Recherches sur les schistosomes d'oiseaux du Ruanda-Urundi (Congo Belge). Découverte d'une nouvelle bilharziose aviaire: la trichobilharziose nasale et descriptions de schistosomes nouveaux. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, **51**, 373-387.

FAIN A. (1956a): Les schistosomes d'oiseaux du genre *Trichobilharzia* Skrjabin et Zakharow, 1920 au Ruanda-Urundi. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, **54**, 147-178.

FAIN A. (1956b): Nasal Trichobilharziasis: a new avian schistosomiasis. *Nature*, **177**, 389.

FAIN A. (1959): Un nouveau schistosome du genre *Trichobilharzia* dans les fosses nasales du canard nain. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, **60**, 227-232.

FARLEY J. (1971): A Review of the Family Schistosomatidae: excluding the Genus *Schistosoma* from Mammals. *J. Helminthol.*, **45**, 289-320.

FEILER W. & HAAS W. (1988a): *Trichobilharzia ocellata*: chemical stimuli of duck skin for cercarial attachment. *Parasitology*, **96**, 507-517.

FEILER W. & HAAS W. (1988b): Host-finding in *Trichobilharzia ocellata* cercariae: swimming and attachment to the host. *Parasitology*, **96**, 493-505.

FOURNIER F. (1998): La dermatite cercarienne au travers de l'étude des Limnées du Léman et du lac d'Annecy. Mémoire de stage I.N.R.A. Thonon-les-Bains. 103pp.

FRIPP P.J. & ARMSTRONG F.I. (1973): The efficacy of a Hexachlorophene Skin Cleanser as a Cercaria Repellent. *S. Afr. Med. J.*, **47**, 526-527.

GASCHEN H., MATHEY G. & JOMINI P. (1956): Un cas de dermatite des nageurs sur les rives du lac Léman. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, **42**, 1172-1177.

GAUTHIER D. (1999): Etude épidémiologique et environnementale sur la dermatite des baigneurs dans les lacs d'Annecy et du Bourget: La "Puce du Canard" en Rhône-Alpes. Rapport du Laboratoire Départemental d'Analyses Vétérinaires de la Savoie. Réseau National de Santé Publique. 53pp.

GAY P. (1997): La dermatite cercarienne en Franche-Comté (1994-1996); Approche épidémiologique, clinique et diagnostique. *Diplôme d'études spécialisées de Biologie médicale*, Besançon, 129pp.

GAY P., BAYSSADE-DUFOUR C., GRENOUILLET F., BOUREZANE Y. & DUBOIS J.P. (1999): Etude expérimentale de dermatites cercariennes provoquées par *Trichobilharzia* en France. *Méd. Mal. Infect.*, **29**, 629-637.

GENTILE L. De, PICOT H., BOURDEAU P., BARDET R., KERJAN A., PIRIOU M., LE GUENNIC A., BAYSSADE-DUFOUR C., CHABASSE D. & MOTT K.E. (1996): La dermatite cercarienne en Europe: un problème de santé publique nouveau? *Bull. O.M.S.*, **74**, 159-163.

GLOËR P. & MEIER-BROOK C. (1998): Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. XII ème édition. Deutscher Jugendbund für Naturneobachtung. Hamburg. 136pp

GRAEFE G., ASPOCK H. & PICHER O. (1973): Incidence of Swimmer's itch in Austria and Possibilities of its Control. *Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. A.*, **225**, 398-405.

GREVE J.H., SAKLA A.A. & MAC GEHEE E.H. (1978): Bilharziasis in a Nanday conure. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, **172**, 1212-1214.

HAAS W. & PIETSCH U. (1991): Migration of *Trichobilharzia ocellata* schistosomula in the duck and in the abnormal mutine host. *Parasitol. Res.*, **77**, 642-644.

HAAS W., HABERL B., KALBE M. & STOLL K. (1998): Traps for schistosome miracidia / cercariae. IX International Congress of Parasitology (ICOPA IX), Japan, August 24-28. Bologna, Italy, Monduzzi editore. 359-363.

HAEMMERLI U. (1953): Schistosomen-Dermatitis am Zurichsee. *Dermatologica*. **107**, 302-341.

HOEFFLER D.F. (1974): Cercarial dermatitis: its etiology, epidemiology and clinical aspects. *Arch. Environ. Health*, **29**, 225-229.

HORAK P., WEISER J., MIKES L., KOLAROVA L. (1996): The effect of *Bacillus thuringiensis* M-exotoxin on Trematode Cercariae. *J. Invertebr. Pathol.*, **68**, 41-49.

HORAK P., KOLAROVA L., DVORAK J. (1998): *Trichobilharzia regenti* n. sp. (Schistosomatidae: Bilharziellinae), a new nasal schistosome from Europe. *Parasite*, **5**, 349-357.

HORAK P., DVORAK J., KOLAROVA L. & TREFIL L. (1999): *Trichobilharzia regenti*, a pathogen of the avian and mammalian central nervous systems. *Parasitology*, **119**, 577-581.

HORAK P. & KOLAROVA L. (2000): Survival of birds schistosomes in mammalian lungs. *Int. J. Parasitol.*, **30**, 65-68.

HUBERT C. (2000): La dermatite cercarienne en France: Revue bibliographique et autécologie d'une population d'hôtes intermédiaires d'une station du lac d'Annecy. D.E.A. "Gestion de l'espace montagnard: environnement et société". Université de Grenoble. 105pp.

ISLAM K.S. (1986): The morphology and life-cycle of *Trichobilharzia arcuata* n.sp. (Schistosomatidae: Bilharziellinae) a nasal schistosome of water wistle ducks (*Dendrocygna arcuata*) in Australia. *Syst. Parasitol.*, **8**, 117-128.

JARCHO S. & VAN BURKALOV A. (1952): A geographical study of swimmer's itch in the United States and Canada. *Geographical Review*, **42**, 212-226.

JONG-BRINK M. de (1995): How schistosomes profit from the stress responses they elicit in their hosts. *Adv. Parasitol.*, **35**, 177-256.

- JONG-BRINK M. de, HOEK R.M., SMIT A.B. BERGAMIN-SASSEN M.J.M. & LAGEWEG W. (1995): Schistosoma parasites evoke stress responses in their snail host by a cytokin-like factor interfering with neuro-endocrine mechanisms. *Netherlands J. Zool.* **45**, 113-116.
- KALBE M., HABERL B. & HAAS W. (1997): Miracidial host-fonding in *Fasciola hepatica* and *Trichobilharzia ocellata* is stimulated by species-specific glycoconjugates released from the host snail. *Parasitol. Res.*, **83**, 806-812.
- KOLAROVA L., GOTTWALDOVA V., CECHOVA D. & SEVCOVA M. (1989): The occurrence of Cercarial Dermatitis in Central Bohemia. *Zbl. Hyg.*, **189**, 1-13.
- KOLAROVA L., HORAK P. & FAJFRLIK K. (1992): Cercariae of *Trichobilharzia szidati* Neuhaus 1952 (Trematoda, Schistosomatidae): The causative agent of cercarial dermatitis in Bohemia and Moravia. *Fol. Parasitol.*, **39**, 399-400.
- KOLAROVA L. & HORAK P. (1996): Morphology and chaetotaxy of *Trichobilharzia szidati* Neuhaus, 1952 cercariae (Trematoda: Schistosomatidae: Bilharziellinae). *Helminthologia*, **33**, 3-7.
- KOLAROVA L. HORAK P. & SITKO J. (1997): Cercarial dermatitis in focus: Schistosomes in the Czech Republic. *Helminthologia*, **34**, 127-139.
- KOSTADINOVA A.K. (1997): Trematodes of birds of the family Laridae from the Bulgarian Black Sea Coast. *Acta Zoologica Bulgarica*, **49**, 78-85.
- LEGER N. & MARTIN-LOEHR C. (1999): La dermatite cercarienne: un désagrément des baignades estivales. *Actualités pharmaceutiques*, **377**, 49-50.
- LEIGHTON B.J., ZERVOS S. & WEBSTER J.M. (1993): Snail habitat disturbance as a possible method of controlling schistosome dermatitis in a recreational lake. S.I.
- LINDBLADE K.A. (1998): The epidemiology of cercarial dermatitis and its association with limnological characteristics of a northern Michigan lake. *J. Parasitol.*, **84**, 19-23.
- MACFARLANE W.V. (1944): Schistosome dermatitis in the Southern Lakes. An investigation of swimmer's itch. *New Zealand Med. Jour.*, **43**, 136-140.
- MACFARLANE W.V. (1949): Schistosome dermatitis in New-Zealand. Part II: Pathology and immunology of cercarial lésions. *Am. J. Hyg.*, **50**, 152-167.
- MACFARLANE D.G. & MACY R.W. (1946): *Cercaria oregonensis* n.sp., a dermatitis-producing schistosome cercaria from the Pacific Northwest. *J. Parasitol.*, **32**, 281-285.
- MARTIN-LOEHR C. (1999): Epidémiologie de la dermatite cercarienne dans le Territoire de Belfort et les régions limitrophes. Thèse pour le diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université de Reims Champagne-Ardennes. 153pp.
- MARTINS C. (2000): Recherche sur l'identification et la pathogénicité de bilharzies (Trematoda, Schistosomatidae) responsables de dermatites humaines en France. D.E.A. de Systématique Animale et Végétale. Université Claude-Bernard, Lyon I. 40pp.
- MARTOJA M. (1995): Mollusques. Collection "Synthèses". Institut océanographique de Paris. 167 pp.
- MAURIN G. (1997): La baignade en eau douce et la dermatite des nageurs: l'exemple du lac d'Annecy. Mémoire de fin d'études. Formation des ingénieurs du génie sanitaire. 103pp.

MEULEMAN E.A., HUYER A.R. & MOOIJ J.H. (1984): Maintenance of the life-cycle of *Trichobilharzia ocellata* via the duck *Anas platyrhynchos* and the pond snail *Lymnaea stagnalis*. *Netherlands J. Zool.*, **34**, 414-417.

MEYER P. & DUBOIS G. (1954): Dermatite humaine causée par des furcocercaires ocellées dans les bains publics de Zürich. *Bull. Soc. Neuchatel Sci. Nat.*, **77**, 81-110.

MICHEL S., GEVREY J., WAUTIER J. (1972): Mise en évidence de la toxicité d'un complexe algal sur la faune aquatique. Note 1: Influence sur certains éléments de la faune benthique et sur quelques espèces de poissons. *Bull. Soc. Sci. Vét. et Méd. comparée*, **74**, 185-189.

MORALES G.A., HELMBOLDT C.F. & PENNER L.R. (1971): Pathology of experimentally induced schistosome dermatitis in chickens: The role of *Ornithobilharzia canaliculata* (Rudolphi, 1819) Odhner, 1912 (Trematoda: Schistosomatidae). *Avian Diseases*, **15**, 262-276.

MULLEN D.B. Mac & BEAVER P.C. (1945): Studies on schistosome dermatitis. IX. The life cycles of three dermatitis-producing schistosomes from birds and a discussion on the subfamily Bilharziellinae (Trematoda : Schistosomatidae). *Am. J. Hyg.*, **42**, 128-154.

MÜLLER V., KIMMIG P., FRANCK W. (1993): Action du Praziquantel sur *Trichobilharzia* (Digenea, Schistosomatidae) à l'origine de la dermatite cercarienne chez l'Homme. *Appl. Parasitol.*, **34**, 187-201.

MÜLLER V. & KIMMIG P. (1994): *Trichobilharzia franki* n.sp. die Ursache für Badermatitiden in südwestdeutschen Baggerseen. *Appl. Parasitol.*, **35**, 12-31.

NAEGELI O. (1923): Über einen beim baden entstehenden Hautausschlag, die sog. Hundsblattern (Exanthema caniculare). *Schweiz Med. Wochenschr.*, **4**, 1121-1122.

NEUHAUS W. (1952): Biologie und Entwicklung von *Trichobilharzia szidati* n.sp. (Trematoda Schistosomatidae) einem Erreger von Dermatitis beim Menschen. *Z. Parasitenkd.*, **15**, 203-266.

NGENDAHAYO L.D., BAYSSADE-DUFOUR Ch., ALBARET J.L., PICOT H., DIAW O.T., VASSILIADES G., ROSS G., SOUTHGATE V.R., LUFFAU G. & CHABAUD A.G. (1987): Morphologie des téguments de *Schistosoma haematobium*, comparaison avec *Schistosoma curassoni*, *Schistosoma bovis* et *Schistosoma intercalum*. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **62**, 530-541.

NUNEZ P.E., MOLENAAR M.J., LAGEWEG W., LI K.W., JONG-BRINK M. de (1997): Excretory-secretory products of *Trichobilharzia ocellata* and their modulating effects on the internal defence system of *Lymnaea stagnalis*. *Parasitology*, **114**, 135-144.

NUNEZ P.E. & JONG-BRINK M. de, 1997: The suppressive excretory-secretory product of *Trichobilharzia ocellata*: a possible factor for determining compatibility in parasite-host interactions. *Parasitology*, **115**, 193-203.

ODENING K. (1996): What *Cercaria ocellata* actually is? *Acta Parasitologica Turcica*, **20**, 387-397.

OLIVIER L. (1949): Schistosome dermatitis, a sensitization phenomenon. *Am. J. Hyg.*, **49**, 290-302.

OLIVIER L. (1953): Observations on the migration of avian schistosomes in mammals previously unexposed to cercariae. *J. Parasitol.*, **39**, 237-246.

- PALMER D. & OSSENT P. (1984) : Nasal schistosomiasis in Mute Swans in Switzerland. *Rev. suisse Zool.*, **91**, 709-715.
- PENCE D.B. & RHODES M.J. (1982): *Trichobilharzia physellae* (Digenea : Schistosomatidae) from endemic waterfowl on the high plains of Texas. *J. Wildl. Dis.*, **18**, 69-74.
- PETERSON R., MOUNTFORT G. & HOLLUM P.A.D. (1962): Guide des oiseaux d'Europe. éd. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel. 357pp.
- PICARD D. (2000): Systématique et diversité génétique des cercaires de Schistosomatidae (Trematoda : Digenea) des lacs alpins. Rapport D.E.A. Université Montpellier II. 29 pp.
- REIMINK R.L., GOEDE J.A de, BLANKESPOOR, H.D. (1995): Efficacy of Praziquantel in natural populations of mallards infected with avian schistosomes. *J. Parasitol.*, **81**, 1027-1029.
- RIPERT (1998): Epidémiologie des maladies parasitaires. Protozooses et helminthoses: réservoirs, vecteurs et transmission. Tome 2. Helminthoses. Editions Médicales Internationales. Cachan. 268-270.
- SCHALIE H Van der & BLANKESPOOR H. (1977). Potential use of Solar Energy for snail host control. *The Biologist*, **59**, 16-24.
- SCIALDO-KRECEK R.C. (1983): Scanning electron microscopy of the tegumental surface of *Heterobilharzia americana* (Trematoda; Schistosomatidae). *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **50**, 37-43.
- SCULLY R.E., MARK E.J. & NEELY B.U. Mac (1985): Case records of the Massachusetts General Hospital. Weekly Clinicopathological Exercises. *N. Engl. J. Med.*, **313**, 36-42.
- SKRJABIN K.I. & ZAKHAROW N.P. (1920): Zwei neue Trematodengattungen aus den Blutgefäßen der Vögel. *Beitrag zur Kenntnis der Helminthenfauna der Vögel Russlands*, 1-6.
- SOBHON P. & UPATHAM E.S. (1990): Snail hosts, life-cycle and tegumental structure of oriental Schistosomes; UNDP/ WORLD BANK/ WHO Special programme of research and training in tropical diseases. Published by Lincoln Promotion, Bangkok, Thailand, 321pp.
- SPAKULOVA M., HORAK P. & KRAL'OVA I. (1996): Karyotype of an avian schistosome: *Trichobilharzia szidati* (Digenea: Schistosomatidae). *Int. J. Parasitol.*, **26**, 783-785.
- SPAKULOVA M., HORAK P. & MÜLLER V. (1997): The karyotype of *Trichobilharzia franki* Müller & Kimmig, 1994 (Digenea: Schistosomatidae). a new european schistosome agent of swimmers' itch. *Parasite*, **4**, 63-66.
- TOSI J.C. (1978): Orientations actuelles de la lutte biologique contre les mollusques vecteurs de Trématodoses de l'homme et des animaux. Thèse pour le Doctorat Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. 107pp.
- VUONG P.N., BAYSSADE-DUFOUR Ch., ALBARET J.L. & SALÉ R. (1999): Location of *Schistosoma haematobium* and early lesions in *Meriones unguiculatus* during the prepatent period. *Méd. Mal. Infect.*, **29**, 562-566.

WILSON R.B., NEW J.C., SCHOLTENS R.G. (1982): Granulomatous encephalitis caused by schistosomiasis in swans. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, **181**, 1386-1387.

WOJCINSKI Z.W., BARBER I.K., HUNTER D.B. & LUMSDEN H. (1987): An outbreak of schistosomiasis in Atlantic brant geese, *Branta bernicla hrota*. *J. Wildl. Dis.*, **23**, 248-255.

WULLSCHLEGER E.B. & WARD P.I. (1998): Shell form and habitat choice in *Lymnaea*. *J. Moll. Stud.*, **64**, 402-404.

YAMAGUTI S. (1971a): *Systema Helminthum*. Vol. 1. Digenetic Trematodes. Part 1. Interscience Publishers. INC. New-York. 979pp.

YAMAGUTI S. (1971b): *Synopsis of Digenetic Trematodes of Vertebrates*. Vol. 1. Keigaku publishing Co. Kyoto Japan. 1074pp.

YAMAGUTI S. (1975): A synoptical review of life histories of Digenetic Trematodes of Vertebrates with special reference to the morphology of their larval forms. Keigaku publishing Co. Kyoto Japan. 590pp.

**RENE Magalie - LES BILHARZIES AVIAIRES ET LA DERMATITE CERCARIENNE: SITUATION EN REGION RHONE-ALPES ET EXPOSITIONS EXPERIMENTALES DE CANARDS COLVERTS (*Anas platyrhynchos*)**

Thèse Vétérinaire: LYON 2000

**RESUME:**

La dermatite cercarienne est une affection qui apparaît, chez l'homme, suite à la pénétration cutanée de larves furcocercaires d'oiseaux, au cours d'activités nautiques ou professionnelles. Elle fait l'objet d'une attention grandissante en France, notamment en région Rhône-Alpes.

Notre étude expérimentale met en évidence l'existence d'au moins 3 espèces de bilharzies d'oiseaux dans une station du lac d'Annecy (Haute-Savoie). Deux de ces espèces pourraient être des espèces nouvelles en France.

**MOTS-CLES:**

- DERMATITE CERCARIENNE
- CANARD
- BILHARZIES AVIAIRES
- ZOONOSE

**JURY:**

Président:	Monsieur le professeur PICOT
1er Assesseur:	Madame le Professeur CHAUVE
2ème Assesseur:	Mademoiselle le Docteur VIALARD
Membres invités:	Madame le Docteur BAYSSADE-DUFOUR Monsieur le Docteur GAUTHIER

**DATE DE SOUTENANCE:**

le 08 décembre 2000

**ADRESSE DE L'AUTEUR:**

Chef-lieu  
74 350 COPPONEX