

**RAPPORT SOMMAIRE SUR LA DERMATITE
DU BAIGNEUR AU QUÉBEC**

Rapport ST-234

Rapport sommaire sur la dermatite du baigneur au Québec

Sean Locke et David J. Marcogliese
Recherche sur les écosystèmes fluviaux

Centre Saint-Laurent
Conservation de l'environnement
Environnement Canada

Mars 2005

COMMENTAIRES DES LECTEURS

Veillez adresser vos commentaires sur le contenu du présent rapport au Centre Saint-Laurent, Conservation de l'environnement, Environnement Canada – Région du Québec, 105, rue McGill, 7^e étage, Montréal (Québec), H2Y 2E7.

On devra citer la publication comme suit :

Locke, S. et D.J. Marcogliese (2005). *Rapport sommaire sur la dermatite du baigneur au Québec*. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-234, 44 pages.

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2005

N^o de catalogue En 152-1/234-2005F

ISBN 0-662-74883-2

Perspective de gestion

La dermatite du baigneur, appelée également dermatite schistosomiale, est une réaction cutanée immunitaire de brève durée de personnes infectées accidentellement par des parasites aquatiques d'escargots, d'oiseaux ou de rongeurs. La dermatite du baigneur, décrite pour la première fois en 1928, est maintenant fréquemment rapportée dans le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent. Bien qu'elle ne soit pas supposée présenter un risque sérieux pour la santé, une flambée de cas peut limiter les activités récréatives et avoir un impact sur les économies locales des régions de lacs. Des cas ont été rapportés dans tout le sud du Québec où il est prévu que la population humaine augmentera dans les décennies à venir. Accompagnée de perturbations des habitats dues au développement et aux changements climatiques, cette tendance démographique augmentera le nombre de personnes en contact avec les parasites qui causent la dermatite du baigneur et accroîtra par conséquent le nombre de cas dans la population humaine du bassin Grands Lacs–Saint-Laurent. Ce rapport décrit brièvement la biologie des parasites qui causent la dermatite du baigneur et passe en revue les mesures de contrôle étudiées jusqu'à maintenant. Ce document a été produit dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent, une initiative Canada-Québec qui vise à comprendre, à protéger et à restaurer l'écosystème du Saint-Laurent.

Management Perspective

Swimmer's itch is a short-term immune reaction occurring in the skin of people accidentally infected by waterborne parasites of snails and birds or rodents. Reports of swimmer's itch in the Great Lakes–St. Lawrence Basin have become more frequent since the condition was first described in 1928. Although not suspected to pose a serious health risk, outbreaks can limit recreational activities and affect local economies in lake districts. Cases have been reported throughout southern Quebec, where human populations are expected to increase in coming decades. Together with habitat changes predicted to occur with development and climate change, this demographic trend is likely to bring more people into contact with the parasites that cause swimmer's itch and thereby increase incidence in humans in the St. Lawrence watershed. This report provides a biological summary of the parasites that cause swimmer's itch and reviews control measures studied to date. Its publication was made possible by the St. Lawrence Action Plan, a Canada–Quebec initiative aimed at understanding, protecting and restoring the St. Lawrence ecosystem.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier Michèle Létienne-Prévost, Sophie Lalonde et Patricia Potvin pour le grand professionnalisme de leurs services d'édition. La production de ce rapport a été rendue possible par un financement du Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000, phase IV.

Résumé

La dermatite du baigneur est une réaction cutanée immunitaire à court terme causée par des schistosomes qui parasitent les escargots et les oiseaux aquatiques. Cette réaction survient lorsque des personnes sont accidentellement infectées par le stade libre du parasite, la cercaire, qui émerge de l'escargot, à la recherche de son prochain hôte, un oiseau. La cercaire ne peut compléter son cycle de vie chez l'être humain parce qu'elle meurt dans sa peau, causant des papules prurigineuses pouvant durer jusqu'à dix jours. Les symptômes sont plus graves lorsqu'il s'agit d'une réinfection et peuvent causer jusqu'à de l'insomnie. Bien que cette infection ne soit pas connue pour présenter un risque important pour la santé publique au Canada, des flambées de cas ont entraîné ailleurs la fermeture de lacs et affecté les économies locales dans les régions de lacs récréatifs. Étant donné les changements démographiques et climatiques prévus dans le sud du Québec, les cas d'infection vont probablement augmenter dans cette province. Le contrôle de la dermatite du baigneur dépend d'une compréhension profonde de la biologie des schistosomes aviaires. Il est possible de réduire le risque de cas graves en sensibilisant la population aux facteurs de risques, comme la durée de l'exposition à l'eau d'un lac, les conditions ensoleillées, les faibles profondeurs, les vents du large, l'exposition matinale, l'exposition au début et au milieu de l'été, ainsi qu'une dermatite schistosomiale antérieure et une exposition précédente à des eaux connues pour être infestées périodiquement. Il est difficile de dépister des cercaires dans les eaux naturelles, mais les infections chez les escargots et les oiseaux sont détectables avec le bon équipement et de l'expertise. Les molluscicides utilisés dans le passé pour éliminer les populations infectées d'escargots ont eu des résultats discutables. Le dérangement mécanique des habitats de l'escargot, employé avec succès au Québec, semble plus efficace et présenter moins de risques pour l'environnement. Une autre technique prometteuse est l'emploi de l'anthelminthique Praziquantel pour traiter les oisillons aquatiques dans les lacs infestés. Sont également prometteurs des travaux expérimentaux sur le N,N-diéthyl-3-méthylbenzamide (DEET) pour une prophylaxie topique contre la pénétration des cercaires. Actuellement, la lutte contre la dermatite du baigneur exige une approche à multiples paliers où est conjuguée la sensibilisation du public aux facteurs de risques avec, si possible, le dérangement mécanique des habitats de l'escargot et/ou le traitement des oiseaux avec des anthelminthiques. Ces dernières stratégies nécessitent une expertise biologique et vétérinaire, de l'équipement spécialisé, de la main-d'oeuvre et la notification des autorités provinciales.

Abstract

Swimmer's itch is a short-term immune reaction caused by schistosomes which parasitize aquatic snails and birds. The condition occurs after people are accidentally infected by a free-living transmission stage of the parasite, the cercaria, which emerges from the snail in search of the next host but is unable to complete its life cycle in humans. The cercaria dies in human skin, causing itchy papules lasting up to ten days. Symptoms are more severe on reinfection and can cause insomnia. Although not known to pose significant risk to public health in Canada, elsewhere outbreaks have resulted in lake closures and affected local economies in recreational lake districts. Given projected demographic and climatic changes in southern Quebec, incidence is likely to increase in this province. Control of swimmer's itch depends on a thorough understanding of the biology of avian schistosomes. The risk of severe cases may be reduced through public awareness of risk factors such as duration of exposure to lake water, sunny conditions, shallow depths, onshore winds, morning exposure, early to mid-summer exposure, prior history of swimmer's itch and exposure to waters known to be periodically infested. It is difficult to screen for cercariae in natural waters, but infections in snails and birds are detectable with the right equipment and expertise. Molluscicides used in past to extirpate infested snail populations have had mixed results. Mechanical disturbance of snail habitat, which has been used successfully in Quebec, appears to be more effective and to pose less environmental risk. Another promising technique is using the antehelminthic drug praziquantel to treat hatchling waterfowl resident at infested lakes. Experimental work on *N,N*-diethyl-*m*-toluamide (DEET) as a topical prophylaxis against cercarial penetration is also cause for hope. Currently, reducing swimmer's itch requires a multipronged approach involving public awareness of risk factors and, potentially, snail habitat disturbance and/or treating birds with anthelmintics. The latter strategies require biological and veterinary expertise, specialized equipment, manpower and the notification of provincial authorities.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| RÉSUMÉ | V |
| ABSTRACT | VI |
| LISTE DES TABLEAUX | VIII |
| DÉFINITIONS | IX |
| LISTE D'ABRÉVIATIONS | XI |
| 1 INTRODUCTION | 1 |
| 2 ÉTIOLOGIE | 2 |
| 3 ÉPIDÉMIOLOGIE | 3 |
| 4 LE CYCLE DE VIE DU SCHISTOSOME | 6 |
| 4.1 L'oiseau hôte | 11 |
| 4.2 L'oeuf | 13 |
| 4.3 Le miracidium | 14 |
| 4.4 L'escargot hôte | 14 |
| 4.5 La cercaire | 17 |
| 5 DÉPISTAGE | 19 |
| 6 MESURES DE CONTRÔLE | 21 |
| 6.1 L'oiseau hôte | 21 |
| 6.2 L'escargot hôte | 22 |
| 6.3 Autres mesures de contrôle | 26 |
| RÉFÉRENCES | 28 |

Liste des tableaux

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Cycle de vie du schistosome | 6 |
| 2 | Schistosomes associés à la dermatite du baigneur en Amérique du Nord | 7 |
| 3 | Prévalence des infections schistosomiales chez les oiseaux en Amérique du Nord | 13 |
| 4 | Prévalence des infections schistosomiales chez les escargots en Amérique du Nord | 15 |

Définitions

Abondance. – Nombre de parasites divisé par le nombre d'hôtes, incluant les hôtes non infectés.

Anatidés. – Famille d'oiseaux qui comprend les canards, les oies et les cygnes.

Cercaire. – Stade de développement aquatique libre d'un Trématode qui émerge de son hôte intermédiaire, l'escargot, et qui infecte son hôte vertébré définitif.

Cycle de vie. – Pour un parasite, tous ses stades de développement, incluant ceux où on le trouve dans un hôte intermédiaire et un hôte définitif.

Douve. – Ver plat parasite appartenant à la classe des Trématodes.

Gigantisme. – Développement d'un organisme jusqu'à une taille anormalement grande.

Hôte définitif. – Hôte où a lieu la reproduction sexuée d'un parasite.

Hôte intermédiaire. – Hôte où le parasite se développe, mais ne se reproduit pas de façon sexuée.

Ictéridés. – Famille d'oiseaux qui comprend les orioles, les carouges, les quiscales, les cassiques et les vachers.

Incidence. – Nombre d'hôtes nouvellement infectés par une espèce de parasite par unité de temps.

Intensité. – Nombre de parasites divisé par le nombre d'hôtes infectés.

Lumière. – Cavité interne d'un organe.

Miracidium. – Stade cilié aquatique libre d'un Trématode qui émerge d'un oeuf expulsé par l'hôte définitif et qui infecte l'hôte intermédiaire.

Muridés. – Famille de petits rongeurs incluant les souris et les rats.

Naïf. – Se dit d'un organisme qui n'a jamais été exposé à un parasite.

Période de patence. – Période d'infection durant laquelle un parasite produit des oeufs ou des larves.

Période de prépatence. – Période d'infection précédant l'évacuation des oeufs ou des larves par un parasite.

Périphyton. – Algue unicellulaire qui vit fixée à la surface d'un substrat immergé.

Piège à guideaux. – Piège de type corral, inoffensif, utilisé pour la capture d'oiseaux aquatiques afin de les baguer.

Plathelminthes. – Embranchement (vers plats), auquel appartient la classe des Trématodes.

Prévalence. – Proportion d'hôtes infectés par un ou plusieurs représentants d'une espèce parasitaire, exprimée souvent en pourcentage.

Schistosome. – Ver plat parasite appartenant à la famille des Schistosomidés dans la classe des Trématodes.

Schistosomiase. – Maladie parasitaire de l'être humain due à des Trématodes du genre *Schistosoma*.

Schistosomule. – Stade parasitaire, sexuellement immature, des schistosomes, qui se produit dans l'hôte définitif, un vertébré.

Sporocyste. – Stade parasitaire des Trématodes dans l'hôte intermédiaire, un mollusque, qui génère des larves de façon asexuée.

Tégument. – Membrane extérieure d'un Plathelminthe.

Test de provocation. – Exposition d'un hôte à un parasite à l'état infectieux.

Trématodes. – Classe de l'embranchement des Plathelminthes.

Virulence (ou pouvoir pathogène). – Pouvoir d'un parasite de provoquer des troubles dans un organisme.

Liste d'abréviations

A.I. Après infection.
d *Dies* (jour).

1 Introduction

La dermatite du baigneur, ou dermatite schistosomiale, est une brève réaction immunitaire cutanée non contagieuse engendrée chez les personnes infectées par des schistosomes, des parasites aquatiques. Les schistosomes appartiennent à la famille des Schistosomidés, dans la classe des Trématodes, dans l'embranchement des Plathelminthes (vers plats). Le stade de développement du schistosome qui pénètre la peau humaine est la cercaire. Le nom de « dermatite schistosomiale » prend sa source dans le nom du parasite responsable de l'infection, et celui de « dermatite du baigneur » provient de la façon dont l'infection est contractée.

Les schistosomes qui causent la dermatite du baigneur ont des stades parasitaires dans un escargot et dans un vertébré – habituellement un oiseau – et ne peuvent compléter leur cycle vital chez l'être humain. Les baigneurs attrapent cette infection lorsqu'ils nagent dans les parties peu profondes des lacs où vivent des escargots infectés.

Bien qu'elle ne représente pas un problème important d'hygiène publique, la dermatite du baigneur peut nuire aux activités récréatives dans les régions de lacs comme il y en a dans tout le sud du Québec. Les personnes qui ont souffert de graves infections réduisent par la suite leur utilisation récréative des lacs infestés (Verbrugge *et al.*, 2004). Des poussées endémiques généralisées ou publicisées (Chamot *et al.*, 1998) sont considérées comme ayant des impacts économiques dans les régions où les activités aquatiques sont importantes; en effet, de telles éclosions de cas ont mené à interdire l'accès de certains lacs au public (de Gentile *et al.*, 1996).

2 Étiologie

On estime que de 30 % à 40 % des baigneurs exposés aux schistosomes aviaires ont présenté des symptômes (Blankespoor, 1980), qui consistent en premier lieu en l'apparition de rougeurs cutanées accompagnées de faibles démangeaisons. Ces rougeurs se transforment en papules soulevées plus grosses en moins d'une heure ou après plus de 15 heures après l'infection (A.I.) et peuvent durer jusqu'à 10 jours (Lévesque *et al.*, 1990; Zbikowska, 2004). Les papules sont associées à de fortes démangeaisons qui peuvent causer de l'insomnie (Blankespoor et Reimink, 1988a) et, dans certains rares cas, peuvent engendrer des infections secondaires avec des symptômes systémiques (Lévesque *et al.*, 1990; Ridenour, 2003). Chaque papule correspond au site de pénétration d'un seul schistosome. Les personnes qui rapportent une sensation de picotements ou de piqûres sur la peau après exposition développeront le plus souvent des symptômes (Chamot *et al.*, 1998), qui continueront en général pendant trois à quatre jours (Blankespoor et Reimink, 1988b).

Lorsqu'un être humain est infecté par des cercaires pour la première fois, le système immunitaire réagit de deux façons : une réaction spécifique lente qui vise le tégument détaché par la cercaire après pénétration et les protéines qu'elle a utilisées pour pénétrer la peau (Hoeffler, 1982); et une faible réaction inflammatoire non spécifique au site de pénétration (Horak et Kolarova, 2001). La réaction spécifique permet au système immunitaire de se souvenir et de reconnaître l'envahisseur dans l'éventualité d'infections subséquentes. Lorsqu'il y a réinfection, le système immunitaire stimulé déclenche une réaction inflammatoire non spécifique plus rapide et plus forte, ce qui résulte en une réaction excessive – un phénomène connu sous le nom d'hypersensibilité immunitaire, qui ressemble à une réaction allergique (Hoeffler, 1982; de Gentile *et al.*, 1996; Ridenour, 2003). La première infection sera probablement asymptomatique, alors que des symptômes indiquent normalement qu'une personne a déjà été infectée par des cercaires de schistosomes.

3 Épidémiologie

La dermatite du baigneur a été rapportée la première fois en 1928 à un lac du Michigan (Cort, 1928). En Amérique du Nord, on croit que ce phénomène se produit plus souvent dans des régions possédant des lacs glaciaires, en particulier dans le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent (Jarchow et Van Burkalow, 1952; Blankespoor, 1980). Les lacs glaciaires du continent et leurs bassins fournissent d'excellentes aires de reproduction pour la sauvagine, et les Lymnées (escargots) sont plus diversifiées dans ces habitats que dans les régions qui n'étaient pas englacées durant le Pléistocène (Jarchow et Van Burkalow, 1952); de plus, le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent est situé sur la voie migratoire du Mississippi de la sauvagine.

En 1988, 74 cas de dermatite du baigneur, attribuables à 28 plans d'eau, ont été rapportés dans les cinq régions du Québec étudiées, c'est-à-dire Rimouski, Rouyn-Noranda, lac Saint-François, Portneuf et Hull (Lévesque *et al.*, 1990). La dermatite du baigneur a également été rapportée au lac Nairne (Giovenazzo, 2002), à deux plages de la ville de Québec (Giovenazzo *et al.*, 1995), au lac Beauport (Lévesque *et al.*, 2002) et au lac Aylmer (R. Chatelain, communication personnelle, 2003).

À l'échelle planétaire, les rapports de dermatite du baigneur sont de plus en plus fréquents, et certains croient que le nombre de cas augmente (de Gentile *et al.*, 1996; Kock and Böckeler, 1998; Giovenazzo, 2002; Hjørngaard Larsen *et al.*, 2004), malgré que l'on puisse attribuer cela à une plus grande sensibilisation à l'infection et à l'importance d'en rapporter l'incidence (Blankespoor et Reimink, 1988b). Le peu de données que l'on possède sur des changements dans les populations de schistosomes aviaires et chez les escargots n'appuie pas la thèse d'une augmentation du nombre de parasites comme cause d'une incidence accrue. Keas et Blankespoor (1997) ont observé depuis les 50 dernières années une diminution du nombre et de la diversité des schistosomes infectant les oiseaux dans un lac du Michigan, alors que Zbikowska (2004) n'a rapporté aucun changement dans la prévalence des Trématodes dans les populations naturelles d'escargots observées sur une période de 20 ans. Toutefois, la relation entre la prévalence des schistosomes chez les escargots et le nombre de cas de dermatite du baigneur n'est pas claire. Une prévalence faible ou en déclin chez les escargots peut coïncider avec une augmentation de cas chez l'être humain si, par exemple, de plus en plus de personnes se baignent

dans des eaux infestées. Cela peut s'avérer être le cas dans les régions lacustres du sud du Québec (Estrie, Laurentides, Lanaudière, Montérégie, Outaouais) où la population est supposée augmenter de 10 % à 30 % entre 2001 et 2026 (ISQ, 2004).

Divers facteurs de risque proposés pour la dermatite du baigneur – des conditions ensoleillées, des températures chaudes, des faibles profondeurs, des vents du large, une abondance d'algues et la baignade le matin durant les mois du début à la mi-été – sont fréquemment associés à une augmentation de cas de dermatite du baigneur, surtout si des périodes de temps frais et nuageux les ont précédés (Blankespoor, 1980; Giovenazzo *et al.*, 1995; Chamot *et al.*, 1998; Lindblade, 1998; Normandeau, 1988; Horak *et al.*, 2002; Verbrugge *et al.*, 2004). D'autres chercheurs suggèrent que les facteurs de risque incluent l'âge du baigneur et des antécédents de dermatite (Lindblade, 1998; Chamot *et al.*, 1998). Cependant, le risque plus élevé pour les enfants provient de leur propension à se baigner plus longtemps en eau peu profonde; sinon, si l'on en tient compte, l'âge et le sexe n'ont aucun effet sur l'incidence, alors que la durée de la baignade en a un (Verbrugge *et al.*, 2004). L'effet du temps chaud sur l'incidence peut avoir plusieurs causes dont une augmentation de la fréquence des baignades (Verbrugge *et al.*, 2004) et, à cause des températures plus chaudes, une modification du comportement des cercaires (Chamot *et al.*, 1998), un développement plus rapide des schistosomes dans les escargots hôtes (Lindblade, 1998) et un plus grand taux d'expulsion de cercaires (Verbrugge *et al.*, 2004).

À l'échelle d'un lac, le nombre de cas de dermatite du baigneur est parfois associé à des foyers d'infection endémique (Lindblade, 1998; Leighton *et al.*, 2000), malgré que l'incidence puisse être étendue (Chamot *et al.*, 1998). On croit que les cercaires qui nagent librement dans l'eau s'accumulent près de la surface de l'eau où elles sont soumises aux courants dus au vent (Leighton *et al.*, 2000; Blankespoor, 1980; Verbrugge *et al.*, 2004). En théorie, cela devrait produire des zones endémiques et de plus grandes concentrations près de la rive, mais cela pourrait aussi causer une dérive des cercaires, résultant en zones d'endémies sporadiques qui se déplacent (Leighton *et al.*, 2000).

Les modifications anthropiques des habitats peuvent également affecter le taux de dermatites du baigneur chez l'être humain. La construction de murs de soutènement et l'enrochement pour consolider les berges peuvent constituer des habitats favorables à la ponte des oeufs pour des espèces d'escargots infectées par les schistosomes (Blankespoor et Reimink,

1988b). Trois poussées endémiques de dermatites du baigneur en France ont été attribuées à l'eutrophisation de plans d'eau récréatifs ainsi qu'à un été chaud et ensoleillé. Ces conditions ont favorisé l'augmentation de la population et l'expansion de l'habitat de l'escargot *Lymnaea ovata*, la sédentarité de colonies de canards et un plus grand nombre de baignades (de Gentile *et al.*, 1996). De la même façon, un plus grand risque de dermatite du baigneur à Moscou a été attribué à une augmentation de la population d'escargots due à une eutrophisation de plans d'eau municipaux causée par des rejets urbains, ainsi qu'à la colonisation des plans d'eau par des Canards colverts échappés de fermes locales (Be'er et German, 1993). Les changements climatiques à long terme peuvent également avoir un impact sur le taux de dermatites du baigneur. De Gentile *et al.* (1996) ont remarqué que les trois épisodes de dermatites du baigneur en France ont été précédés par plusieurs hivers doux et pluvieux et étés chauds. Dans le sud du Québec, l'augmentation des températures estivales prévue pour les 50 prochaines années pourrait allonger la saison de croissance des escargots hôtes et prolonger la résidence des oiseaux migrateurs hôtes, augmentant ainsi la transmission du parasite (Marcogliese, 2001) et le nombre de dermatites chez les humains. Certaines modifications des habitats pourraient réduire l'incidence de la maladie. Des essais ont démontré que des contaminants rejetés couramment dans les écosystèmes aquatiques – surtout les métaux lourds, mais aussi les herbicides, les pesticides et les molluscicides – pouvaient avoir un impact sur la survie ou l'infectiosité des cercaires appartenant au genre *Schistosoma* dont l'être humain est l'hôte final (Pietroock et Marcogliese, 2003).

4 Le cycle de vie du schistosome

Le tableau 1 résume le cycle de vie du schistosome.

Tableau 1
Cycle de vie du schistosome

| Schistosome Stade de développement | Habitat ou hôte | | Reproduction |
|--|--|---------------|--------------|
| Oeuf ↓ Miracidium ↓ | Libre dans l'eau | | |
| Sporocyste primaire ↓↓↓ Sporocyste secondaire ↓↓↓ | Escargot aquatique | Intermédiaire | Asexuée |
| Cercaire ↓ | Libre dans l'eau | | |
| Schistosomule ↓ Schistosome adulte ↓↓↓ | Vertébré (oiseau, mammifère, poisson, reptile) | Définitif | Sexuée |
| Oeuf | Entrée dans l'eau par les fèces | | |

↓ Changement de stade de développement.

↓↓↓ Reproduction.

Le cycle de vie du schistosome inclut des phases parasitaires chez deux hôtes, un escargot et un vertébré, et deux stades libres de transmission. La reproduction asexuée se produit chez un escargot aquatique (l'hôte intermédiaire), et la reproduction sexuée se produit chez le vertébré (l'hôte définitif). De chaque hôte, un stade de courte vie, qui ne se nourrit pas, émerge et nage à la recherche du prochain hôte dans le cycle. Le tableau 2 contient une liste de certaines espèces nord-américaines de schistosomes et de leurs hôtes.

Tableau 2
Schistosomes associés à la dermatite du baigneur en Amérique du Nord

| Genre et espèce de Schistosome | Hôte intermédiaire | | Hôte définitif | | Autre |
|--------------------------------|---|--|---|---|---|
| | Espèce | Développement | Espèce | Développement | |
| <i>Trichobilharzia</i> | | | | | |
| • <i>adamsi</i> | <i>Physa</i> c.f. <i>coniformis</i> ¹ | | Infection expérimentale d' <i>Anas platyrhynchos</i> et de <i>A. domestica</i> ¹ | Maturité dans le foie de l'hôte définitif > 42 d A.I. ¹ | Hôte définitif naturel inconnu ¹ |
| • <i>alaskensis</i> | <i>Lymnaea stagnalis</i> ¹ | | Infection d' <i>Anas platyrhynchos</i> ¹ à deux reprises en laboratoire | Maturité dans les veines intestinales 10-17 d A.I. ¹ | Hôte définitif naturel inconnu ¹ |
| • <i>brantae</i> | | | Rapporté une fois chez le canard sauvage ¹ | Maturité dans les veines mésentériques et rénales ¹ | |
| • <i>burnetti</i> | | | Rapporté une fois chez <i>Aythya collaris</i> ¹ | Maturité dans la veine cloacale ¹ | |
| • <i>cameroni</i> | <i>Physa gyrina</i> ¹ | Cercaires 28-35 d après pénétration des miracidiums ¹ | Infection expérimentale d' <i>Anas platyrhynchos</i> , <i>Columbia livia</i> et <i>Serinus canarius</i> ¹ | Maturité dans les veines de la paroi de l'intestin grêle ¹ | |
| • <i>elvae</i> | <i>Lymnaea palustris</i> , <i>L. stagnalis</i> ¹ | | Infection expérimentale d' <i>Anas platyrhynchos</i> et <i>Serinus canarius</i> ¹ | Maturité dans les veines de l'intestin 13 d A.I. ¹ | <i>T. elvae</i> , la première espèce décrite dans la dermatite du baigneur ² , pourrait être équivalente à <i>T. ocellata</i> ¹ |
| • <i>horiconensis</i> | | | Rapporté une fois chez <i>Aythya americana</i> ¹ | Maturité dans la veine cloacale ¹ | |
| • <i>kegonsensis</i> | | | Rapporté une fois chez <i>Aythya vallisneria</i> ¹ | Maturité dans la veine cloacale ¹ | |
| • <i>ocellata</i> | <i>Lymnaea japonica</i> , <i>L. limosa</i> , <i>L. ovata</i> , <i>L. palustris</i> , <i>L. peregra</i> et <i>L. stagnalis</i> ¹ ; n'infecte pas <i>Physa gyrina</i> ³ , <i>Radix ovata</i> ou <i>R. auricularia</i> ; infecte <i>L. stagnalis</i> et <i>Stagnicola palustris</i> ⁴ | Cercaires émergentes 7 semaines A.I. à 20 °C et 4-5 semaines A.I. à 25 °C; patence durant > 123 d ⁵ | <i>Anas platyrhynchos</i> (sauvages et domestiques), <i>A. acuta</i> , <i>A. clypeata</i> , <i>A. crecca</i> , <i>A. discors</i> , <i>A. falcata</i> , <i>A. formosa</i> , <i>A. penelope</i> , <i>A. poecilorhyncha</i> , <i>A. querquedula</i> , <i>A. rubripes</i> (essai), <i>A. strepera</i> , <i>Aythya fuligula</i> , <i>Netta rufina</i> , <i>Sterna hirundo</i> ¹ | Jeunes vers dans les poumons 2-9 d A.I.; maturité 8-21 d A.I.; oeufs dans la paroi intestinale 9-56 d A.I., dans les fèces 13-40 d A.I.; patence continue à 146 d A.I. ^{1,6} | <i>T. ocellata</i> est probablement synonyme d'autres espèces et comprend probablement des espèces distinctes ⁴ |
| • <i>oregonensis</i> | <i>Physa ampullacea</i> ¹ | Cercaires émergentes 23 d A.I. ¹ | Infections expérimentales avec des élevages d' <i>Anser anser</i> et d' <i>Anas platyrhynchos</i> ¹ | Maturité dans les veines portes, les veines de l'intestin et les parois coecales ¹ | |

| Genre et espèce de Schistosome | Hôte intermédiaire | | Hôte définitif | | Autre |
|--------------------------------|--|--|---|--|--|
| | Espèce | Développement | Espèce | Développement | |
| • <i>physellae</i> | <i>Lymnaea japonica</i> , <i>Physa gyrina</i> , <i>P. parkeri</i> , <i>Physella</i> <i>magnalacustris</i> , <i>P. pripinqa</i> ¹ ; n'infecte pas <i>Stagnicola</i> <i>catascopium</i> ⁷ | Cercaires émergentes 34 d A.I. ¹ | <i>Mergus merganser</i> ⁷ ; <i>Anas platyrhynchos</i> (sauvages et domestiques), <i>A. acuta</i> , <i>A. clypeata</i> , <i>A. crecca</i> , <i>A. discors</i> , <i>A. falcata</i> , <i>A. formosa</i> , <i>A. penelope</i> , <i>A. poecilorhyncha</i> , infections expérimentales de <i>Columbia livia</i> domestiques et de <i>Serinus canarius</i> sauvages ¹ | Maturité dans les veines portes et intestinales; mâles dans les veines mésentériques, femelles dans veinules sous la membrane séreuse et la submuqueuse intestinale ¹ | |
| • <i>stagnicolae</i> | <i>Lymnaea emarginata</i> ¹ , <i>Stagnicola emarginata</i> ⁸ , <i>S. catascopium</i> ; n'infecte pas <i>Physa</i> spp. ⁷ | | Infections expérimentales de <i>Serinus canarius</i> ¹ ; infections naturelles d' <i>Aix sponsa</i> , <i>Merganser merganser</i> , <i>Branta canadensis</i> , <i>Anas platyrhynchos</i> , <i>Quiscalus quiscula</i> ⁸ | Maturité dans les petites veines de l'intestin moins de 6 semaines A.I. ¹ | |
| • <i>waubensis</i> | | | Rapporté une fois chez <i>Anas americana</i> , <i>A. collaris</i> ¹ | Maturité dans les veines intestinales et cloacales ¹ | |
| Schistosomatium | | | | | |
| • <i>douthitti</i> | <i>Lymnaea emarginata</i> , <i>L. stagnalis</i> et <i>L. palustris</i> ¹ | Expulsion nocturne de cercaires ¹⁰ et débute 6–8 semaines A.I. ⁹ | Arvicolinés : campagnols, rats musqués ¹¹ | | |
| Gigantobilharzia | | | | | |
| • <i>huronensis</i> | <i>Gyraulus parvulus</i> ⁷ ; <i>Physa gyrina</i> , <i>P. integra</i> , <i>P. parkeri</i> et possiblement <i>Lymnaea palustris</i> ⁹ | | Surtout des Ictéridés : <i>Quiscalus quiscula</i> , <i>Agelaius phoeniceus</i> ^{7, 12} ; Fringillidés (cardinaux et moineaux), Sturnidés (étourneaux) et Motacillidés (bergeronnettes) ⁹ | Patence 35-45 d A.I. ¹² | Appelé habituellement <i>Gigantobilharzia</i> sp.; <i>G. huronensis</i> est la seule espèce rapportée souvent ⁹ |
| Australobilharzia | | | | | |
| • <i>canadensis</i> | | | Rapporté une fois chez <i>Aythya valisneria</i> ¹ | Maturité dans la veine porte hépatique ¹ | |
| • <i>chapini</i> | | | Rapporté une fois chez <i>Aythya affinis</i> et <i>Mergus serrator</i> ¹ | Maturité dans les veines mésentériques ¹ | |
| • <i>manitobensis</i> | | | Rapporté une fois chez <i>Aythya valisneria</i> ¹ | Maturité dans la veine porte hépatique ¹ | |

| Genre et espèce de Schistosome | Hôte intermédiaire | | Hôte définitif | | Autre |
|--------------------------------|---|---------------|---|---|-------|
| | Espèce | Développement | Espèce | Développement | |
| • <i>variglandis</i> | <i>Littorina pintado</i> , essai chez <i>Littorina scabra</i> et <i>Nassarius obsoletus</i> ¹ | | Essai chez des <i>Anas platyrhynchos</i> , <i>Columbia livia</i> et <i>Serinus canarius</i> domestiques, ainsi que chez <i>Gallus gallus</i> , <i>Anous stolidus</i> , <i>Larus argentatus</i> , <i>Sterna fuscata</i> et <i>Arenaria interpres</i> ¹ | Veines mésentériques et (rarement) veines hépatiques ¹ | |

Sources : 1. McDonald, 1969. 2. Cort, 1928. 3. Loken *et al.*, 1995. 4. Kock, 2001. 5. Horak *et al.*, 2002. 6. Smyth et Halton, 1983. 7. Leighton *et al.*, 2000. 8. Blankespoor et Reimink, 1991. 9. Hoeffler, 1982. 10. Ginetsinskaya, 1968. 11. Keas et Blankespoor, 1997. 12. Guth *et al.*, 1979.

A.I. : Après infection.

Les adultes des espèces de schistosomes dont l'être humain n'est pas l'hôte définitif vivent et se reproduisent chez les vertébrés, la plupart du temps dans le canal biliaire d'oiseaux aquatiques. À la différence des autres familles de douves, qui sont hermaphrodites, les schistosomes ont des sexes séparés, et les deux doivent être présents dans l'hôte définitif pour que le parasite puisse compléter son cycle de vie. Les schistosomes adultes libèrent leurs oeufs qui sont évacués du corps de l'hôte dans ses fèces.

L'oeuf éclôt dans l'eau, libérant un minuscule stade libre, le miracidium, qui est soit mâle, soit femelle. Le miracidium nage à la recherche de l'hôte intermédiaire, un escargot. Le miracidium ne peut infecter n'importe quel escargot, mais est limité à une seule espèce ou à un petit nombre d'espèces étroitement parentes, souvent les Lymnéidés (Smith et Halton, 1983; Horak *et al.*, 2002).

Si la localisation et la pénétration d'un escargot sont réussies, le miracidium se développe en un sporocyste primaire dans la région de la tête et du pied. Le sporocyste primaire produit continuellement des sporocystes secondaires (sacs remplis d'embryons) qui migrent jusqu'à l'hépatopancréas de l'escargot ou jusqu'à ses organes de reproduction. La reproduction asexuée par les sporocystes secondaires produit un grand nombre d'un autre type de stade de courte vie, libre et qui ne se nourrit pas, la cercaire. Les cercaires sont identiques génétiquement

et sexuellement à leur parent, le miracidium, et ont un corps allongé qui se termine par une queue fourchue qu'elles utilisent pour nager à la recherche de l'hôte définitif.

Lorsque la cercaire trouve un hôte compatible, elle utilise des ventouses pour ramper à la surface de l'hôte à la recherche d'une ouverture, comme un pli ou un follicule, et rejette sa queue au moment de pénétrer. Une fois entré, le parasite rejette son tégument cercarial et prend la forme d'un schistosomule. Le schistosomule pénètre dans le système circulatoire, commence à se nourrir et migre vers les poumons puis vers le système vasculaire près de ou dans l'intestin. Là, le ver atteint sa maturité et s'accouple avec un autre schistosome, après quoi la femelle libère ses oeufs pour recommencer le cycle.

Les hôtes définitifs de la plupart des espèces de schistosomes qui causent la dermatite du baigneur sont les oiseaux, en particulier la sauvagine. Le genre le plus souvent impliqué dans la dermatite, *Trichobilharzia*, est le plus diversifié et le plus étudié des schistosomes aviaires. Ce groupe est habituellement trouvé chez les Anatidés (canards, oies et cygnes), bien qu'on puisse l'observer également chez les grèbes, les hérons, les pigeons et les Ictéridés (oiseaux percheurs : carouges, quiscales et orioles) d'Amérique du Nord (Horak *et al.*, 2002). *Gigantobilharzia*, qui cause aussi la dermatite du baigneur, semble surtout infecter les Ictéridés (Guth *et al.*, 1979; Leighton *et al.*, 2000). Un autre genre de Schistosomidés qui n'a pas l'être humain comme hôte définitif, *Schistosomatium*, infecte les campagnols et le Rat musqué (Keas et Blankespoor, 1997). Sur le plan médical, le genre le plus important de cette famille, *Schistosoma*, parasite l'être humain, affectant plus de 200 millions de personnes dans les régions tropicales et subtropicales (Horak *et al.*, 2002). L'attrait des cercaires pour les humains a été attribué à la similitude de la composition lipidique de la peau des oiseaux et des êtres humains (Horak *et al.*, 2002).

Les humains sont des hôtes accidentels pour les schistosomes aviaires qui ne peuvent compléter leur cycle de vie chez un mammifère. Les schistosomes aviaires meurent habituellement dans la peau des mammifères qui ont déjà été infectés (Horak et Kolarova, 2001). Des biopsies de la peau humaine ont révélé que la pénétration des schistosomes ne dépasse pas une profondeur de 1 mm (Hoeffler, 1982) et que le schistosomule de *Trichobilharzia* semble intact de trois à neuf heures après pénétration, mais montre une dégradation de son tégument 24 heures après pénétration (Horak *et al.*, 2002). Toutefois, chez des mammifères infectés pour la première fois, les schistosomes aviaires atteignaient le foie, les reins, le coeur et les poumons de

souris, de hamsters, de cochons d'Inde et de lapins ainsi que les poumons de singes Rhésus (Penner, 1941; Hoefler, 1974). Des schistosomules du *Trichobilharzia regenti* d'Europe (qui libère des oeufs dans les larmes des oiseaux) ont été trouvés dans les tissus nerveux de mammifères (Horak *et al.*, 2002).

Durant les stades parasitaires du cycle de vie du schistosome, sa reproduction est importante. Un oiseau infecté par une paire de vers adultes activement reproductifs peut libérer une grande quantité d'oeufs de schistosome. De la même façon, un escargot infecté par un seul miracidium peut libérer un grand nombre de cercaires (par exemple, jusqu'à 1500 cercaires de *Trichobilharzia ocellata* émergent quotidiennement de *Stagnicola elrodi*) (Graham, 2003). Ainsi, la faible prévalence apparente observée chez les escargots (< 5 %) peut être associée à un grand nombre de cas chez les humains, et une plus forte prévalence chez les escargots n'entraînera pas nécessairement une forte augmentation d'infections chez l'être humain (Zbikowska, 2004).

4.1 L'OISEAU HÔTE

Les schistosomes aviaires ont un taux élevé de mortalité à diverses étapes de leur migration à travers les tissus de leur hôte définitif. La plupart des cercaires ne pourront traverser la barrière cutanée des oiseaux, et de nombreux schistosomules ne pourront traverser les poumons pour se rendre aux intestins (Horak *et al.*, 2002). Les schistosomules qui atteignent les poumons y résident de 4 à 16 jours après pénétration (Horak *et al.*, 2002). Ceux qui réussissent à continuer dans le système vasculaire intestinal et à s'accoupler produisent des oeufs aussi rapidement que neuf jours après leur pénétration dans l'hôte (McDonald, 1969; Smyth et Halton, 1983). Au Québec, on a rapporté des périodes de patence de 10 jours (Giovenazzo *et al.*, 1995), alors qu'au Michigan on a observé des périodes de trois à quatre semaines (Blankespoor et Reimink, 1991).

La longévité de *Trichobilharzia* dans l'hôte définitif est en général très brève (Guth *et al.*, 1979; Horak *et al.*, 2002). Chez la sauvagine, les vers matures meurent peu après avoir déposé leurs oeufs, bien qu'on ait trouvé des *Trichobilharzia* matures vivants un an après leur pénétration de l'hôte (Horak *et al.*, 2002), et des infections expérimentales de canaris (*Serinus canarius*) avec *Gigantobilharzia* ont duré plus d'un an (Guth *et al.*, 1979).

Le Grand Harle (*Mergus merganser*), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et le Canard branchu (*Aix sponsa*) semblent être des hôtes importants pour les schistosomes qui causent la dermatite du baigneur (Guth *et al.*, 1979; Blankespoor et Reimink, 1991; Loken *et al.*, 1995; Leighton *et al.*, 2000). Parmi 14 espèces d'oiseaux d'un lac du Michigan, la plus forte prévalence était observée chez le Canard branchu, le Grand Harle, le Canard colvert, la Bernache du Canada (*Branta canadensis*) et le Quiscale bronzé (*Quiscalus quiscula*) (Blankespoor et Reimink, 1991) (tableau 3).

Les jeunes de sauvagine sont plus susceptibles d'être infectés par les schistosomes que les adultes, mais cela ne semble pas le cas pour les Passériformes. Une étude sur 43 espèces d'oiseaux, effectuée à plusieurs sites au Michigan, a révélé que les infections étaient moins courantes (12 %) chez les Anatidés adultes que chez les oisillons (46 %), mais étaient uniformes (≈ 15 %) chez les adultes et les oisillons de Carouges à épaulettes et de Quiscales bronzés (Guth *et al.*, 1979). Dans un lac du Michigan où la dermatite du baigneur a fréquemment été rapportée, la plupart des Grands Harles infectés (89 %) étaient des oisillons (Blankespoor et Reimink, 1991). La prévalence parmi les Grands Harles au lac Cultus (Colombie-Britannique) a augmenté avec la progression des saisons, avec peu d'adultes infectés au printemps, les infections chez les jeunes débutant au début de l'été, et tous les individus étant infectés au début de septembre (Leighton *et al.*, 2000). Une plus forte prévalence chez les oisillons des Anatidés (Guth *et al.*, 1979) suggère que la sauvagine meurt ou est guérie de son infection lorsqu'elle vieillit ou que les oiseaux plus vieux sont plus résistants à l'infection (Reimink *et al.*, 1995).

Les schistosomes ont été observés également chez les canards domestiques, mais ces études rapportent habituellement des infections induites expérimentalement (McDonald, 1969). Pour que les canards captifs soient infectés par des schistosomes, ils doivent être exposés à de l'eau où vivent des escargots hôtes appropriés.

Les infections graves de schistosomes sont nocives pour les canards et peuvent causer l'enflure des pieds et des pattes, l'émaciation, une perte de poids, une croissance freinée et la mort (Horak *et al.*, 2002).

Tableau 3
Prévalence des infections schistosomiales chez les oiseaux en Amérique du Nord

| Nom latin | Nom français | Nombre examiné | | Prévalence (%) | | Sources |
|-------------------------------|-------------------------|----------------|---------|----------------|---------|---------|
| | | Oisillons | Adultes | Oisillons | Adultes | |
| <i>Aix sponsa</i> | Canard branchu | 13 | 6 | 31 | 33 | 1 |
| | | 2 | | 100 | | 2 |
| <i>Anas discors</i> | Sarcelle à ailes bleues | | | 60 | | 1 |
| <i>Anas platyrhynchos</i> | Canard colvert | 63 | 5 | 63 | 40 | 1 |
| | | 17 | | 24 | | 2 |
| <i>Agelaius phoeniceus</i> | Carouge à épaulettes | 7 | 63 | 14 | 14 | 1 |
| <i>Branta canadensis</i> | Bernache du Canada | 45 | | 9 | | 2 |
| | | 137 | 87 | 39 | 8 | 1 |
| <i>Cyanocitta cristata</i> | Geai bleu | 26 | 37 | 0 | 3 | 1 |
| <i>Dumetella carolinensis</i> | Moqueur chat | 0 | 28 | | 4 | 1 |
| <i>Melospiza melodia</i> | Bruant chanteur | 716 | 528 | 16,6 | 9,5 | 1 |
| <i>Mergus merganser</i> | Grand Harle | 100 < n < 120 | | 82-98 | | 3 |
| | | | 87 | | 83,9 | 4 |
| <i>Molothrus ater</i> | Vacher à tête brune | 25 | 7 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Parus atricapillus</i> | Mésange à tête noire | 12 | 8 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Parus bicolor</i> | Mésange bicolore | 6 | 14 | 0 | 7 | 1 |
| <i>Passer domesticus</i> | Moineau domestique | 140 | 39 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Quiscalus quiscula</i> | Quiscale bronzé | 228 | 129 | 7 | 19 | 1 |
| | | 29 | | 7 | | 2 |
| <i>Turdus migratorius</i> | Merle d'Amérique | 18 | 36 | 0 | 0 | 1 |

Sources : 1. Guth *et al.*, 1979. 2. Blankespoor et Reimink, 1991. 3. Leighton *et al.*, 2000. 4. Loken *et al.*, 1995.

4.2 L'OEUF

Les oeufs libérés par les schistosomes adultes sont en forme de fuseau et passent à travers la paroi intestinale vers la lumière de l'intestin et hors du corps de l'hôte par les fèces. Les oeufs qui ne réussissent pas à atteindre la cavité intestinale et aboutissent dans d'autres organes comme le foie sont responsables de la plupart des maladies associées aux schistosomes aviaires. Une fois expulsés dans les fèces et immergés dans l'eau, les oeufs éclosent en quelques minutes en réponse à la pression osmotique (Horak *et al.*, 2002).

4.3 LE MIRACIDIUM

Après avoir émergé de l'oeuf, le miracidium libre nage à l'aide de cils à la recherche d'un hôte intermédiaire, un escargot. Le miracidium peut détecter chimiquement les escargots et distinguer les hôtes intermédiaires potentiels des autres espèces (Smyth et Halton, 1983; Kock, 2001; Horak *et al.*, 2002). Ce stade ne se nourrit pas et doit localiser et infecter un escargot rapidement; sa durée maximale de vie dépasse rarement 24 heures (Hoeffler, 1982; Horak *et al.*, 2002) et tend à être plus brève si le miracidium provient d'oeufs plus vieux (Roberts et Janovy, 1996). Le miracidium survit mieux à des températures plus froides (par exemple, 34 heures de plus à 4 °C qu'à 18 °C pour *Schistosomatium douthitti*) (Ginetsinskaya, 1968).

4.4 L'ESCARGOT HÔTE

Les schistosomes aviaires utilisent habituellement des Limnées et des Physidés comme hôtes intermédiaires. Au Canada, *Lymnaea catascopium*, *Stagnicola emarginata*, *Stagnicola elodes*, *Stagnicola palustris*, *Physella gyrina* et *Physa* spp. ont été impliqués dans la transmission de la dermatite du baigneur (Swales, 1936; Normandeau, 1988; Giovenazzo *et al.*, 1995; Leighton *et al.*, 2000). En Amérique du Nord, la prévalence de schistosomes rapportée chez les Limnées et les Physidés dépasse rarement 5 % (tableau 4); plusieurs études à long terme en Europe rapportent une prévalence de *Trichobilharzia* de près de 1 % chez ces escargots (Hjørngaard Larsen *et al.*, 2004).

Chez *Lymnaea stagnalis*, les sporocystes secondaires de *Trichobilharzia ocellata* émergent du sporocyste primaire trois à quatre semaines après pénétration (de Jong-Brink *et al.*, 1997), et la libération de cercaires commence environ sept semaines après pénétration à 20 °C, et après quatre à cinq semaines à 25 °C (Horak *et al.*, 2002). Il a été observé que la libération de cercaires chez les escargots pouvait durer jusqu'à 123 jours (Horak *et al.*, 2002).

Les infections modérées de schistosomes ne raccourcissent pas la durée de vie des escargots (Horak *et al.*, 2002), et ces derniers sont à l'occasion débarrassés de l'infection (Minchella, 1985). Cependant, une faible prévalence chez les escargots a également été interprétée comme une preuve de la virulence, les escargots infectés tendant à en mourir (Zbikowska, 2004).

Tableau 4
Prévalence des infections schistosomiales chez les escargots en Amérique du Nord

| Escargot | Localité | Schistosome | Prévalence (%) | Sources |
|---|----------------------------------|------------------------------------|----------------|---------|
| <i>Aplexa hypnorum tryoni</i> | Lac Clear (Man.) | | 0 | 1 |
| <i>Gyraulus parvus</i> | Lac Cultus (C.-B.) | <i>Gigantobilharzia</i> sp. | – | 2 |
| <i>Helisoma</i> spp. | Lac Clear (Man.) | | 0 | 1 |
| <i>Helisoma trivolvis</i> | Lac Clear (Man.) | | 0 | 1 |
| <i>Lymnaea stagnalis jugularis</i> | Lac Clear (Man.) | | 6 | 1 |
| <i>Lymnaea stagnicola</i> | Lac Nairne (Qc) | | 31,9 | 3 |
| <i>Physa</i> sp | Lac Cultus (C.-B.) | <i>Trichobilharzia physellae</i> | 3,6 | 2 |
| | Fl. Saint-Laurent près de Québec | | 0-5 | 4 |
| <i>Physella gyrina</i> | Lac Beauport (Qc) | Espèces de cercaires ocellés | 1,4 | 5 |
| | Lac Beauport (Qc) | Espèces de cercaires non ocellés* | 2,8 | 5 |
| | Lac Clear (Man.) | | 0 | 1 |
| | Saint-Laurent près Québec | | 20 | 4 |
| <i>Stagnicola</i> spp. | Saint-Laurent près Québec | | 4-50 | 4 |
| <i>Stagnicola catascopium</i> | Lac Cultus (C.-B.) | <i>Trichobilharzia stagnicolae</i> | 2,6 | 2 |
| <i>Stagnicola elodes</i> | Saint-Laurent près Québec | | 12 | 4 |
| <i>Stagnicola elrodi</i> | Lac Flathead (Montana) | <i>Trichobilharzia ocellata</i> | 2 | 5 |
| <i>Stagnicola emarginata canadensis</i> | Lac Clear (Man.) | | 8 | 1 |
| | Deux lacs du Michigan | <i>Trichobilharzia stagnicolae</i> | 2,1 | 6 |
| <i>Stagnicola palustris</i> | Lac Clear (Man.) | | 0 | 1 |

Sources : 1. Swales, 1936. 2. Leighton *et al.*, 2000. 3. Giovenazzo, 2002. 4. Giovenazzo *et al.*, 1995. 5. Loken *et al.*, 1995. 6. Keas et Blankespoor, 1997.

* Il n'a pas été confirmé que ces espèces causaient la dermatite du baigneur.

Les escargots hôtes montrent des changements physiques après une infection à schistosomes. De tels changements représentent un bénéfice soit pour l'hôte ou le parasite et un coût pour sa contrepartie. Par exemple, les infections par les schistosomes résultent habituellement en la castration de l'escargot, un désavantage évident pour l'hôte intermédiaire (Horak *et al.*, 2002). En théorie, la castration profite au parasite en détournant les ressources de l'escargot au profit de la production de cercaires plutôt qu'à celle d'oeufs d'escargots. En augmentant leur production d'oeufs durant la période de prépatence, certains escargots semblent

compenser pour la perte reproductrice (Minchella, 1985). Un autre phénomène souvent associé à l'infection des escargots par les schistosomes est le gigantisme. Le gigantisme peut refléter la réallocation des ressources de l'escargot pour survivre au parasite (Minchella, 1985), surtout chez les espèces qui ont plus de ressources, mais une vie brève et une seule saison de reproduction (Sousa, 1983), ou encore des besoins d'espace du parasite (de Jong-Brink *et al.*, 1997). Toutefois, des travaux récents montrant que le gigantisme n'est pas lié à la prévalence d'infections par les schistosomes suggèrent que ces derniers n'induisent pas une plus grande croissance, mais que le phénomène reflète plutôt la plus grande probabilité que de plus vieux et plus gros escargots soient infectés (Graham, 2003).

L'infection schistosomiale peut également modifier le comportement des escargots hôtes. Il existe des preuves que les escargots infectés se regroupent plus que les escargots sains (Boissier et Moné, 2003), ce qui peut augmenter la probabilité que les hôtes définitifs soient infectés par des schistosomes des deux sexes. Les escargots infectés montrent une préférence marquée pour les températures plus fraîches, ce qui prolonge la survie à la fois des escargots infectés et des cercaires qui émergent (Zbikowska, 2004).

Il semble que les schistosomes peuvent hiverner dans des escargots infectés. Parce que la prévalence est la plus forte au milieu de l'été, il a été suggéré que les escargots sont infectés au printemps par l'entremise des oiseaux migrateurs qui viennent d'arriver (Giovenazzo *et al.*, 1995). Cependant, le pic de prévalence du milieu de l'été reflète plus probablement une seconde génération de schistosomes qui suit l'infection des nouveaux arrivés et, surtout, celle des oisillons par des cercaires libérées par des escargots infectés qui ont survécu à l'hiver (Hoeffler, 1982; Normandeau, 1988). De plus, la période de patence chez les escargots est supposée beaucoup plus longue que chez les oiseaux aquatiques (Guth *et al.*, 1979; Horak *et al.*, 2002), et le cycle vital des escargots d'Amérique du Nord comprend une phase d'hibernation (Thorp et Covich, 2001). En général, les oeufs de Limnées et de Physidés éclosent au printemps, et les escargots adultes meurent après un seul épisode de ponte le printemps suivant (Thorp et Covich, 2001; Giller et Malmqvist, 1998).

Étant donné qu'ils sont la source de cercaires infectantes qui causent la dermatite du baigneur, la distribution et le comportement des Limnées et des Physidés sont intéressants à connaître. En général, les Limnées se nourrissent de périphyton, et les Physidés, de détritus; les

deux groupes sont habituellement trouvés dans la zone riveraine (Thorp et Covich, 2001). Par exemple, *Lymnaea emarginata* se nourrit de préférence de périphyton et se tient par conséquent plus sur des galets (où le périphyton croît à l'année longue) que dans les macrophytes, bien qu'elle se nourrisse également de périphyton sur les macrophytes lorsque les densités d'escargots sont élevées (Thorp et Covich, 2001). Les escargots d'eau douce de toutes les familles se déplacent dans des eaux plus profondes à l'automne (Thorp et Covich, 2001).

4.5 LA CERCAIRE

La distribution, l'abondance et la longévité des cercaires de schistosomes sont influencées par les conditions biologiques et physico-chimiques du milieu. Par exemple, la survie des cercaires est influencée négativement par l'augmentation des températures (Zbikowska, 2004). On a observé que les cercaires de *Trichobilharzia* pouvaient vivre plusieurs jours dans un réfrigérateur (Gintsinskaya, 1968), et d'autres espèces survivent jusqu'à 130 heures à 8 °C (Zbikowska, 2004). Toutefois, les cercaires plus vieilles sont moins capables de pénétrer dans leurs hôtes (Hoeffler, 1982). En général, les cercaires causant la dermatite schistosomiale survivent au plus 1 à 1,5 jour, la majorité mourant en moins de 24 heures si un hôte compatible n'est pas trouvé (Horak *et al.*, 2002; Hoeffler, 1982).

L'émergence des cercaires des escargots hôtes est associée en général à la lumière matinale. Bien que trois espèces de cercaires chez *Stagnicola elodes* et *Physella gyrina alba* prélevées dans le Saint-Laurent près de Québec n'aient pas montré de patron d'émergence matinale durant un intervalle de 48 heures (Giovenazzo *et al.*, 1995), cela semble constituer une exception. L'émergence matinale des cercaires est rapportée à la fois par des études épidémiologiques de la dermatite du baigneur chez l'humain (Chamot *et al.*, 1998; Lindblade, 1998) et par des travaux expérimentaux sur des escargots (Blankespoor et Reimink, 1991; Leighton *et al.*, 2000). Dans le cas de *Schistosomatium douthitti*, l'émergence des cercaires est inhibée par la lumière (Ginetsinskaya, 1968), afin de suivre les habitudes nocturnes des souris hôtes.

En émergeant de l'escargot, les cercaires de *Trichobilharzia* s'éloignent de l'attraction de la gravité et des surfaces inadéquates (comme les roches) et se dirigent en direction de la lumière, évitant les ombres et la stimulation mécanique (Ginetsinskaya, 1968; Smith et Halton,

1983; Horak *et al.*, 2002). Ce comportement entraîne les cercaires vers les premiers centimètres en surface de la colonne d'eau où elles alternent entre nage et repos (Ginetsinskaya, 1968; Roberts et Janovy, 1996) et sont soumises aux courants de dérive. Des zones de forte densité de cercaires peuvent se former dans des zones riveraines exposées aux vents du large (Leighton *et al.*, 2000; Verbrugge *et al.*, 2004).

La distribution des organismes hôtes influence la distribution des cercaires. Au lac Cultus, en Colombie-Britannique, *Gigantobilharzia* se retrouvait uniquement chez l'escargot *Gyraulus parvus*, qui était restreint à un seul site où le Myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*) et des arbres en surplomb étaient présents (Leighton *et al.*, 2000). Les arbres servaient de perchoir aux Ictéridés, hôtes définitifs de *Gigantobilharzia*, et le myriophylle fournissait l'habitat à *Gyraulus*. À d'autres sites sur le lac, *Trichobilharzia stagnicola* et *T. physellae* étaient plus prévalents chez *Stagnicola catascopium* et *Physa* spp., respectivement, dans des zones abritées, avec des billes de bois flottantes, que dans des zones exposées sans bille. Ces différences de prévalence ont été attribuées au comportement de l'hôte définitif local pour ces deux espèces, le Grand Harle. Cet oiseau se nourrit de poissons en eau libre, et on l'a observé retourner se reposer sur des billes de bois, dans des zones abritées de la rive et déféquer à proximité.

5 Dépistage

Il existe des méthodes pour dépister les schistosomes à différents stades de leur cycle de vie, certaines plus difficiles techniquement que d'autres.

Pour identifier les espèces de douves, il est préférable d'extraire les vers adultes de l'oiseau hôte. Cependant, cette opération est difficile et nécessite de tuer l'oiseau (Horak *et al.*, 2002). Il est plus pratique et moins cruel d'examiner les fèces de l'oiseau. Parce que les oiseaux peuvent ne pas être infectés au moment de l'échantillonnage et que les fèces des oiseaux infectés ne contiennent pas toujours des oeufs, des échantillons devraient être prélevés à maintes reprises et d'un grand nombre d'oiseaux. Cette dernière condition est rarement remplie dans le cas des populations de sauvagine, mais cela est faisable avec des canards d'élevage.

Le dépistage d'infections chez les canards et d'autres oiseaux peut être fait en prélevant des échantillons de fèces de chaque oiseau dans une seule boîte de Pétri sur un papier filtre humide (méthode adaptée de Reimink *et al.*, 1995 et de Guth *et al.*, 1979). Les échantillons sont conservés humides et entreposés dans un endroit frais jusqu'à ce qu'ils puissent être examinés au microscope à dissection; préalablement à l'examen, les matières fécales ont été diluées et ont eu le temps de décanter pendant une à deux heures. L'eau de dilution devrait être de l'eau du lac filtrée (pour éviter la contamination), de l'eau osmotique ou une autre eau non chlorée. Après décantation, les miracidiums, si présents, peuvent être observés dans l'eau au microscope à dissection, mais les observateurs inexpérimentés pourraient les confondre avec des protozoaires ciliés. Un microscope composé est nécessaire pour distinguer les miracidiums, qui sont multicellulaires et possèdent des lamelles ciliées et des organes internes spécialisés, des protozoaires ciliés, qui sont unicellulaires et entièrement ciliés.

La présence d'oeufs de douves ou de miracidiums dans les fèces ne prouve pas que les oiseaux captifs soient infectés par des schistosomes causant la dermatite du baigneur; les oeufs ont pu être libérés par d'autres types de douves dans les oiseaux. Pour vérifier s'il s'agit du schistosome à l'origine de la dermatite, des escargots locaux devraient être infectés avec les miracidiums prélevés des échantillons de fèces, et les cercaires qui en résultent, utilisées pour provoquer l'infection chez des volontaires humains.

Pour dépister les infections chez les hôtes intermédiaires, les escargots sont placés individuellement dans des tasses en plastique clair dans de l'eau de lac filtrée ou de l'eau osmotique et contrôlés périodiquement pour la libération de cercaires à l'aide d'un microscope à dissection. Les escargots qui n'expulsent pas de cercaires peuvent être examinés pour des sporocystes à l'aide d'un microscope à dissection en aplatissant les tissus mous de l'escargot entre deux plaques de verre. Une fois encore, cette méthode requiert de l'expertise pour distinguer les cercaires des sporocystes. Pour l'échantillonnage des populations naturelles d'escargots, une analyse de puissance à partir des variations de prévalence présentées au tableau 4 indique que 120 escargots devraient être prélevés et examinés pour pouvoir estimer la prévalence avec un intervalle de confiance de 95 % et une précision de 1 %.

L'examen des eaux naturelles pour y dépister les stades libres des schistosomes est plus exigeant techniquement. Giovenazzo *et al.* (1995) ont tenté de mesurer l'abondance des cercaires en filtrant de l'eau du fleuve Saint-Laurent à l'aide de filtres de différentes dimensions de mailles, mais l'accumulation de débris et de zooplancton a empêché d'obtenir des résultats fiables. Des essais d'hybridation et de réaction en chaîne de la polymérase (RCP) ont été employés avec succès pour détecter *Trichobilharzia ocellata* dans l'eau en visant des séquences d'ARN non codantes propres à l'espèce (Kozak-Cięszczyk et Wędrychowicz, 2003). L'essai le plus puissant et le plus précis, le RCP, permet de détecter une seule cercaire dans 0,5 g de plancton.

6 Mesures de contrôle

6.1 L'OISEAU HÔTE

Le praziquantel, un produit anthelminthique, semble prometteur pour le contrôle des schistosomes chez les oiseaux aquatiques et la réduction des cas de dermatite du baigneur. Le produit arrête la régénération constante du tégument chez le ver adulte et permet ainsi au système immunitaire des oiseaux de reconnaître et d'attaquer le pathogène (Roberts et Janovy, 1996). Des études au Michigan, décrites plus bas, indiquent qu'une seule dose appropriée du médicament peut débarrasser les oiseaux aquatiques des schistosomes et les rendre résistants à la réinfection. Encore plus important, cette méthode peut réduire la prévalence dans les populations d'hôtes intermédiaires et diminuer l'incidence de la dermatite du baigneur chez les humains.

Blankespoor et Reimink (1991) ont eu recours à du praziquantel pour débarrasser des Canards colverts de schistosomes en laboratoire et l'ont administré à la sauvagine résidante d'un lac pendant cinq étés consécutifs. Les canards étaient traités à tous les mois pour prévenir une réinfection. Les mentions de dermatites du baigneur ont diminué, et la prévalence de schistosomes chez l'escargot *Stagnicola emarginata* a fortement baissé (de 2 % à 0,1 %).

Reimink *et al.* (1995) ont montré qu'il n'était pas nécessaire d'administrer le praziquantel à plusieurs reprises. Après une seule dose orale à l'âge de quatre semaines, des Canards colverts montraient beaucoup moins d'infections, un an après, que les oiseaux qui n'avaient pas été traités. De surcroît, la prévalence d'escargots naturellement infectés dans les lacs où du praziquantel avait été utilisé pour traiter des oisillons était réduite de 1-2 % à 0,1-0,2 % l'année suivante.

Blankespoor *et al.* (2001) ont découvert que des injections uniques de praziquantel en doses de 200 mg/kg de poids corporel étaient plus efficaces pour réduire les charges de schistosomes fécaux chez le Grand Harle que des doses orales de moins de 40 mg/kg qui n'avaient aucun effet évident. La dose recommandée par le fabricant (Bayer) est de 40 mg/kg. La faible efficacité des doses de praziquantel administrées oralement chez le Grand Harle a été attribuée au plus court tractus gastro-intestinal de ces oiseaux piscivores qui résulte en un temps de digestion plus court que chez les espèces herbivores.

Bien que le praziquantel soit dispendieux, son utilisation comme méthode de lutte contre la dermatite du baigneur s'est avérée plus efficace et moins coûteuse que le molluscicide au sulfate de cuivre employé couramment aux sites du Michigan. De plus, le praziquantel n'était pas toxique pour les oiseaux, même à des doses 50 fois supérieures à la dose normale (Blankespoor et Reimink, 1991).

D'autres méthodes visant les hôtes définitifs pour réduire l'incidence de dermatites du baigneur ont été peu étudiées. Des tentatives faites par des résidents du lac Nairne (Québec) pour chasser les oiseaux aquatiques durant l'été n'ont pas produit les résultats escomptés : l'année suivante, la prévalence de cercaires chez les escargots avait augmenté (Giovenazzo, 2002). Leighton *et al.* (2000) suggèrent d'enlever les débris sur les rives des lacs où des oiseaux aquatiques comme le Grand Harle se posent, ce qui réduit la transmission de schistosomes aux escargots. Les riverains de lacs devraient éviter de nourrir les oiseaux aquatiques, ce qui les encourage à demeurer dans les environs et augmente les taux d'infections par les schistosomes (Blankespoor et Reimink, 1988b).

6.2 L'ESCARGOT HÔTE

Les mesures de contrôle relatives à l'hôte intermédiaire (l'escargot) peuvent être utilisées dans de petites zones comme une petite plage. Bien que des moyens chimiques aient été grandement utilisés pour réduire les populations d'escargots, des travaux récents laissent entrevoir que le dérangement mécanique de l'habitat de l'escargot est plus efficace et plus économique et qu'il présente moins de risque pour l'environnement.

Les molluscicides que l'on peut se procurer en Amérique du Nord incluent le sulfate de cuivre, le carbonate de cuivre, le pentachlorophénate de sodium et le niclosamide Baylucide® (Hoeffler, 1982). Le sulfate de cuivre, le molluscicide le plus communément employé en Amérique du Nord, a servi à contrôler la dermatite du baigneur dans un grand nombre de lacs du Michigan depuis les années 1930 (Blankespoor et Reimink, 1991). Ce produit chimique a eu des résultats discutables, pour lesquels diverses explications ont été avancées.

- Les escargots se reproduisent et se dispersent rapidement, ce qui rend une seule application locale inefficace.
- Le molluscicide est souvent appliqué dans des sites restreints sans se préoccuper des populations d'escargots voisines. La réduction de populations locales d'espèces

d'escargots qui ne sont pas contaminées par les schistosomes peut permettre la colonisation du site par des espèces vulnérables à l'infection.

- Si on ne tient pas compte des courants, des vents et de la chimie de l'eau de l'endroit, il peut y avoir dispersion ou précipitation du produit.
- Les escargots peuvent devenir résistants au sulfate de cuivre. *Lymnaea catascopium* et *Physa integra* provenant d'un lac déjà traité au sulfate de cuivre étaient plus résistants aux expositions au molluscicide en laboratoire que les escargots d'un lac non traité (Blankespoor *et al.*, 1985). De surcroît, les escargots les plus gros provenant de ces deux lacs étaient plus résistants que les plus petits. Cette constatation est importante parce que les plus vieux escargots, qui tendent à être plus gros, ont plus tendance à être infectés que les individus plus jeunes et plus petits (Graham, 2003).

En général, le plus gros inconvénient du sulfate de cuivre et d'autres molluscicides est leur toxicité potentielle pour d'autres formes de vie aquatique (Madsen, 1990; Blankespoor et Reimink, 1991).

Plusieurs études canadiennes ont examiné les techniques mécaniques de contrôle des escargots comme moyen de combattre la dermatite du baigneur. Une variété de méthodes mécaniques ont été utilisées sur une période de trois ans au lac Nairne, au Québec (Giovenazzo, 2002; Giovenazzo, 2003). Durant les étés de 2001 à 2003, *Lymnaea stagnicola* et des Planorbidés ont été enlevés à la main de certains sites, des faux ont été employées pour couper la végétation émergente (surtout *Scirpus*) à d'autres sites, et aucune mesure n'a été prise lorsqu'il y avait un faible nombre d'escargots. Ces efforts ont été évalués en comparant la densité d'escargots et la prévalence d'infections schistosomiales chez les escargots à différents sites. L'enlèvement de la végétation et/ou la perturbation de l'habitat associée à cette pratique semblent avoir été plus efficaces pour réduire les populations d'escargots que l'enlèvement des escargots à la main, qui n'a pas réduit les populations d'escargots de façon constante. Cependant, il est difficile d'évaluer la comparabilité des densités sur une période de trois ans, comme elles sont présentées par Giovenazzo (2002; 2003). Les densités semblent être fondées sur des nombres différents d'échantillons par année, prélevés durant différentes périodes chaque année et par différentes méthodes. En 2001, les densités d'escargots ont été calculées à partir d'une seule campagne d'échantillonnage manuel à une date non spécifiée; en 2002, l'échantillonnage, en cinq campagnes, a débuté en juin (certaines réalisées à la main, d'autres avec des râpeaux); et en 2003, une seule campagne d'échantillonnage a été réalisée en mai, et la méthode de collecte n'est pas

spécifiée. La prévalence d'infections par les schistosomes chez les escargots était plus forte à la plupart des sites en 2002 qu'en 2001, mais il n'est pas clair comment les changements dans les populations d'escargots, dus à la perturbation de leur habitat, pourraient avoir un effet sur la prévalence. Les résultats relatifs à l'incidence de dermatites du baigneur ne sont pas présentés.

Au lac Cultus, en Colombie-Britannique, Leighton *et al.* (2000) ont étudié les effets d'une perturbation mécanique hebdomadaire de l'habitat d'escargots constitué de galets à trois paires de sites (un site d'essai, un site témoin), qui avaient initialement des densités de masses d'oeufs d'escargots similaires, durant la saison de reproduction. Après perturbation de l'habitat à l'aide d'un motoculteur monté sur un bateau et d'une dépierreuse montée sur un tracteur, les densités de *Stagnicola catascopium*, *Physa* spp. et *Gyraulus parvulus* ont été réduites de 96 % à 99 % en comparaison des sites témoins adjacents, 5 à 20 jours après le traitement. Il a été confirmé que les populations locales de ces espèces étaient les hôtes de *Trichobilharzia stagnicola*, *T. physellae* et *Gigantobilharzia* sp., qui ont été reconnues pour causer la dermatite chez les humains. La réduction des densités d'escargots a été attribuée à la destruction de leur habitat durant les périodes de leur reproduction et de leur développement, ce qui a tué les escargots adultes, détruit le périphyton épilithique dont ils se nourrissent et exposé leurs oeufs à la prédation. Les auteurs ont remarqué que du sulfate de cuivre avait été utilisé antérieurement au lac Cultus sans effet notable. Aucun résultat n'a été présenté sur les effets de la perturbation de l'habitat sur l'incidence d'infections schistosomiales.

Lévesque *et al.* (2002) ont eu recours à une pompe à succion pour détruire l'habitat d'une population bien définie de *Physella gyrina*, qui semble avoir été la source d'une flambée d'infections schistosomiales au lac Beauport près de Québec en 1999. Aucune infection n'a été rapportée l'année suivante.

L'utilité de programmes de contrôle localisés qui visent les escargots peut être limitée par les vents et les courants. Les cercaires tendent à rester près de la surface de l'eau où elles peuvent être transportées par les courants générés par le vent vers d'autres zones; en théorie, cela peut résulter en zones de concentration de cercaires le long de la rive. Les vents dominants sur un lac peuvent indiquer la direction dans laquelle les cercaires sont transportées et, comme le suggèrent Leighton *et al.* (2000), des bouées mises à l'eau dans les zones de forte densité d'escargots peuvent servir à modéliser la dérive des cercaires.

Les études sur le contrôle biologique des schistosomes ont surtout porté sur le parasite de l'être humain, *Schistosoma*, en visant son hôte intermédiaire, *Biomphalaria*. L'emploi de poissons qui se nourrissent de *Biomphalaria* s'est avéré difficile parce que les poissons changent de proie quand la densité des escargots diminue, ce qui n'a pas d'impact sur le taux de transmission du parasite (Madsen, 1990). L'introduction d'escargots qui peuvent entrer en compétition avec *Biomphalaria* a eu des résultats discutables parce que les compétiteurs potentiels finissent souvent par coexister avec *Biomphalaria* (Madsen, 1990). Une autre approche consiste à introduire des parasites qui interagissent avec les schistosomes dans l'escargot. Un groupe candidat est celui des Trématodes Échinostomes, qui infectent les escargots et se développent en rédies. Contrairement aux sporocystes des schistosomes, les rédies possèdent une bouche et un tube digestif dont elles se servent pour consommer les tissus de leur hôte et d'autres parasites, incluant les schistosomes. En conditions contrôlées, Lie (1973) a procédé à la dispersion d'oeufs d'Échinostomes pour réduire la prévalence de *Schistosoma* chez les escargots, ce qui a eu également pour bénéfice de réduire fortement la population d'escargots hôtes. La même interaction antagoniste entre parasites pourrait expliquer ce qui se produit dans un lac de Nouvelle-Zélande où Davis (1998) a observé que la prévalence maximale annuelle de schistosomes chez les escargots coïncidait avec la prévalence minimale annuelle de deux espèces d'Échinostomes. De la même façon, la prévalence maximale d'Échinostomes se produisait durant le mois où on ne trouvait pas de schistosomes chez les escargots. Les stratégies de contrôle biologique sont complexes et nécessitent une recherche importante en laboratoire et sur le terrain avant de tenter de les appliquer.

La prudence et la retenue sont de mise avant d'appliquer un programme de contrôle des escargots. Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a identifié des faiblesses dans les données sur deux mollusques rarement rencontrés au Québec, soit l'escargot *Physella parkeri latchfordi* et la patelle d'eau douce *Acroloxus coloradensis*. La destruction d'herbiers aquatiques ne devrait pas être entreprise sans prudence, surtout parce que son efficacité n'a pas été prouvée. Avant d'enlever la végétation, les espèces de plantes devraient faire l'objet d'un relevé pour s'assurer qu'aucune espèce à risque n'est présente, comme *Carex lupuliformis* (en voie de disparition), *Justicia americana* (menacée), *Cicuta maculata* var. *victorinii* (préoccupante) et *Gentianopsis procera* spp. *macounii* var. *victorinii* (menacée)

(COSEPAC, 2004). Enfin, bien que la perturbation des habitats de l'escargot soit probablement moins nuisible pour les écosystèmes aquatiques que l'application de sulfate de cuivre, elle n'est pas « bénigne », comme le disent Leighton *et al.* (2000). Les Gastéropodes jouent un rôle crucial dans la chaîne alimentaire des zones riveraines en convertissant le périphyton en une forme utilisable par d'autres organismes aquatiques (Giller et Malmqvist, 1998).

6.3 AUTRES MESURES DE CONTRÔLE

La dermatite du baigneur peut être évitée de façon fiable en empêchant la baignade dans les eaux où il y a des parasites. Toutefois, cela impose des restrictions qui ne sont pas réalistes sur les usages récréatifs des lacs et des eaux naturelles.

La prévention des infections schistosomiales à l'étape des interactions de la cercaire avec la peau d'un baigneur a reçu peu d'attention. Il est théoriquement possible de prévenir l'infection de la peau si cette dernière est asséchée avant que la pénétration cercariale puisse se produire, et un séchage vigoureux avec une serviette après la baignade est parfois recommandé pour cette raison (Blankespoor, 1980; Normandeau, 1988). De la même façon, certaines autorités locales recommandent de prendre une douche immédiatement après la baignade (de Gentile *et al.*, 1996). L'utilité de ces pratiques n'a toutefois pas été démontrée (Hoeffler, 1982; de Gentile *et al.*, 1996) et est douteuse, puisque les cercaires peuvent en théorie pénétrer la peau durant la plus ou moins longue période où le baigneur demeure dans l'eau avant de se sécher ou de prendre une douche.

L'emploi du N,N-diéthyl-3-méthylbenzamide (DEET) comme prophylaxie topique contre la pénétration des cercaires est plus prometteur. Salafsky *et al.* (1998) ont montré que le DEET à une concentration de 7,5 %, qu'on retrouve dans l'insectifuge Off[®], immobilisait les cercaires de *Schistosoma* en moins de cinq minutes. Cependant, à cause de l'absorption rapide par la peau, la prophylaxie du DEET dure peu longtemps, allant de 30 minutes à six heures pour les insectes, et est encore plus brève dans le cas des cercaires. Salafsky *et al.* (1999) ont réussi à prolonger l'effet anticercarial du DEET chez des souris en préparant un composé à base de lipides à partir du produit. Des applications uniques de trois composés de DEET à 10 % ont fortement réduit, jusqu'à 24 heures après application, le nombre de vers de *Schistosoma* qui s'étaient établis dans les poumons de souris au cours d'un test de provocation avec des cercaires.

En comparaison, le DEET seul a réduit fortement l'établissement de vers dans les poumons quatre heures après son application, mais n'avait aucun effet après 24 heures. Le composé le plus efficace était du DEET à 10 % dans du liposome ou « Lipodeet », qui a accordé une protection de 100 % contre la pénétration des cercaires même 48 heures après application. Le Lipodeet (préparations à 10 % et 20 % de DEET) a procuré également jusqu'à 90 % de protection si on permettait aux souris de nager dans de l'eau tiède pendant une heure après application. Le DEET seul était légèrement efficace après une baignade de cinq minutes, et ses effets étaient absents après une baignade d'une heure. Bien que la toxicité reliée au DEET ne soit pas fréquente dans les applications topiques, Salafsky *et al.* (1999) ont comparé l'absorption de DEET par la peau en appliquant du Lipodeet et du DEET seul et ont découvert que la matrice de liposome réduisait beaucoup la quantité de DEET trouvée dans l'urine et le sang des souris après application.

Pour arriver à réduire les populations de schistosomes aviaires à l'échelle d'un lac, il est conseillé d'utiliser une approche multiple recourant à la perturbation des habitats de l'escargot et/ou au traitement des oiseaux avec des anthelminthiques. Les deux stratégies exigent de la main-d'oeuvre et la notification des autorités provinciales. En plus d'une expertise en biologie et en médecine vétérinaire, de l'équipement spécialisé est également nécessaire, comme des microscopes à dissection, du praziquantel, des pièges à guideaux, et la capacité d'identifier les taxons d'oiseaux, d'escargots et de trématodes ainsi que de piéger les oiseaux et de leur administrer des médicaments. Le contrôle des escargots peut exiger moins techniquement puisqu'il ne requiert pas de piéger des oiseaux ou d'administrer des anthelminthiques.

La prévention demeure une stratégie viable. En l'absence de mélanges commerciaux de DEET à base de lipides, des essais avec des insectifuges pourraient être faits avec l'aide d'un dermatologue ou d'un médecin et d'un biologiste. La sensibilisation du public aux facteurs de risque est une manière sûre de réduire les impacts (et espérons-le, l'incidence) des infections schistosomiales surtout si elle est accompagnée de la connaissance des sites endémiques dans un lac.

Références

- Be'er, S.A. et S.M. German (1993). « Ecological prerequisites of worsening of the cercariosis situation in cities of Russia (Moscow region as an example) ». *Parazitologiya*, 27 : 441-449.
- Blankespoor, H.D. (1980). « Answers to 25 of the most frequently asked questions about swimmer's itch ». *The Michigan Riparian*, mai : 8-23.
- Blankespoor, H.D. et R.L. Reimink (1991). « The control of swimmer's itch in Michigan: Past, present, and future ». *Michigan Academician*, 24 : 7-23.
- Blankespoor, H.D. et R.L. Reimink (1988a). « Swimmer's itch: A preventive approach ». *Lake Line*, septembre : 4-5.
- Blankespoor, H.D. et R.L. Reimink (1988b). « The control of swimmer's itch in Michigan: Past, present, and future ». *Michigan Riparian*, mai : 10-19.
- Blankespoor, H.D., S.C. Cameron et J. Cairns Jr (1985). « Resistance of pulmonate snail populations to repeated treatments of copper sulfate ». *Environmental Management*, 9 : 455-458.
- Blankespoor, C.L., R.L. Reimink et H.D. Blankespoor (2001). « Efficacy of Praziquantel in treating natural schistosome infections in common mergansers ». *Journal of Parasitology*, 87 : 424-426.
- Boissier, J., E.R. Rivera et H. Moné (2003). « Altered behaviour of the snail *Biomphalaria glabrata* as a result of infection with *Schistosoma mansoni* ». *Journal of Parasitology*, 89 : 429-434.
- Chamot, E., L. Toscani et A. Rougemont (1998). « Public health importance and risk factors for cercarial dermatitis associated with swimming in Lake Lemán at Geneva, Switzerland ». *Epidemiology and Infection*, 120 : 305-314.
- Cort, W.W. (1928). « Schistosome dermatitis in the United States (Michigan) ». *Journal of the American Medical Association*, 90 : 1027-1029.
- COSEPAC – Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (2004). *Espèces canadiennes en péril*. Environnement Canada, Service canadien de la faune.
- Davis, N.E. (1998). « Population dynamics of and larval trematode interactions with *Lymnaea tomentosa* and the potential for biological control of schistosome dermatitis in Bremner Bay, Lake Wanaka, New Zealand ». *Journal of Helminthology*, 72 : 319-324.

- de Gentile, L., H. Picot, P. Bourdeau, R. Bardet, A. Kerjan, M. Piriou, A. Le Guennic, C. Bayssade-Dufour, D. Chabasse et K.E. Mott (1996). « Cercarial dermatitis in Europe: A new public health problem? ». *Bulletin of the World Health Organization*, 74 :159-163.
- de Jong-Brink, M., R.M. Hoek, W. Lageweg et A.B. Smit (1997). « Schistosome parasites induce physiological changes in their snail hosts by interfering with two regulatory systems, the internal defense system and the neuroendocrine system ». Dans N.E. Beckage (éd.), *Parasites and Pathogens: Effects on Host Hormones and Behaviour*. Chapman & Hall. New York.
- Giller, P. et B. Malmqvist (1998). *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford University Press. Oxford.
- Ginetsinskaya, T.A. (1968). *Trematodes, their Life Cycles, Biology and Evolution*. Academy of Sciences of the USSR. Amerind Publishing Co., New Delhi.
- Giovenazzo, P. (2003). « Deux ans d'intervention : Lutte à la dermatite du baigneur ». *L'écho du Lac*, 3 : 3. Association pour la protection de l'environnement du lac Nairne Inc.
- Giovenazzo, P. (2002). *Contrôle de la dermatite du baigneur*. Étude réalisée pour l'Association pour la protection de l'environnement du lac Nairne Inc.
- Giovenazzo, P., B. Lévesque, E. Dewailly et A. Duval (1995). *Digeneae cercaria emergence from the aquatic snails of the St-Lawrence River in Québec City, Canada*. Direction régionale de la santé publique de Québec.
- Graham, A. (2003). « Effects of snail size and age on the prevalence and intensity of avian schistosome infection: Relating laboratory to field studies ». *Journal of Parasitology*, 89 : 458-464.
- Guth, B.D., H.D. Blankespoor, R.L. Reimink et W.C. Johnson (1979). « Prevalence of dermatitis-producing schistosomes in natural bird populations of lower Michigan ». *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 46 : 58-63.
- Hjørngaard Larsen, A., J. Bresciani et K. Buchmann (2004). « Increasing frequency of cercarial dermatitis at higher latitudes ». *Acta Parasitologica*, 49 : 217-221.
- Hoeffler, D.F. (1982). « Cercarial dermatitis ». *Parasitic Zoonoses*. CRC Handbook Series in Zoonoses. Boca Raton, Fla.
- Hoeffler, D.F. (1974). « Cercarial dermatitis. Its etiology, epidemiology, and clinical aspects ». *Archives of Environmental Health*, 29 : 225-229.
- Horak, P. et L. Kolarova (2001). « Bird schistosomes: Do they die in mammalian skin? ». *Trends in Parasitology*, 17 : 66-69.

- Horak, P., L. Kolarova et C.M. Adema (2002). « Biology of the schistosome genus *Trichobilharzia* ». *Advances in Parasitology*, 52 : 155-233.
- ISQ (Institut de la Statistique du Québec) (2004). *Si la tendance se maintient... Perspectives démographiques, Québec et régions, 2001-2051*. Sur le site Internet : <www.stat.gouv.qc.ca/publications/demograp/pdf/tendance2001_2051.pdf>.
- Jarchow, S. et A. Van Burkalow (1952). « A geographical study of “swimmer’s itch” in the United States and Canada ». *Geographical Reviews*, 42 : 212-226.
- Keas, E.K. et H.D. Blankespoor (1997). « The prevalence of cercariae from *Stagnicola emarginata* (Lymnaeidae) over 50 years in Northern Michigan ». *Journal of Parasitology*, 83 : 536-540.
- Kock, S. (2001). « Investigations of intermediate host specificity help to elucidate the taxonomic status of *Trichobilharzia ocellata* (Digenea: Schistosomatidae) ». *Parasitology*, 123 : 67-70
- Kock, S. et W. Böckeler (1998). « Observations on cercarial chaetotaxy as a means for the identification of European species of *Trichobilharzia* Skrjabin & Zakharow, 1920 (Digenea: Schistosomatidae) ». *Systematic Parasitology*, 43 : 159-166.
- Kozak-Cięszczyk, M. et H. Wędrychowicz (2003). « The application of molecular techniques in environmental monitoring of helminth parasites ». *Acta Parasitologica*, 48 : 73-82.
- Leighton, B.J., S. Zervos et J.M. Webster (2000). « Ecological factors in schistosome transmission, and an environmentally benign method for controlling snails in a recreational lake with a record of schistosome dermatitis ». *Parasitology International*, 49 : 9-17.
- Lévesque, B., E. Dewailly et N. Boulianne (1990). « Étude descriptive de la dermatite cercarienne au Québec ». *Canadian Journal of Public Health*, 81 : 329-330.
- Lévesque, B., P. Giovenazzo, P. Guerrier, D. Laverdière et H. Prud’Homme (2002). « Investigation of an outbreak of cercarial dermatitis ». *Epidemiology and Infection*, 129 : 379-386.
- Lie, K.J. (1973). « Larval trematode antagonism: Principles and possible application as a control method ». *Experimental Parasitology*, 33 : 343-349.
- Lindblade, K.A. (1998). « The epidemiology of cercarial dermatitis and its association with limnological characteristics of a northern Michigan lake ». *Journal of Parasitology*, 84 : 19-23.
- Loken, B.R., C.R. Spencer et W.O. Granath Jr (1995). « Prevalence and transmission of cercariae causing schistosome dermatitis in Flathead Lake, Montana ». *Journal of Parasitology*, 81 : 646-649.

- Madsen, J. (1990). « Biological methods for the control of freshwater snails ». *Parasitology Today*, 6 : 237-241.
- Marcogliese, D.J. (2001). « Implications of climate change for parasitism of animals in the aquatic environment ». *Canadian Journal of Zoology*, 79 : 1331-1352.
- McDonald, M.E. (1969). *Catalogue of Helminths of Waterfowl (Anatidae)*. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, U.S.A.. Rapport n° 126.
- Minchella, D.J. (1985). « Host life-history variation in response to parasitism ». *Parasitology*, 90 : 205-216.
- Normandeau, J. (1988). *Dermatite des Nageurs*. Département de santé communautaire – Hôtel-Dieu de Saint-Jérôme.
- Penner, L.R. (1941). « The possibilities of systemic infection with dermatitis-producing schistosomes ». *Science*, 93 : 327-328.
- Pietroock, M. et D.J. Marcogliese (2003). « Free-living endohelminth stages: At the mercy of environmental conditions ». *Trends in Parasitology*, 19 : 293-299.
- Reimink, L.R., J.A. DeGoede et H.D. Blankespoor (1995). « Efficacy of praziquantel in natural populations of mallards infected with avian schistosomes ». *Journal of Parasitology*, 81 : 1027-1029.
- Ridenour, N. (2003). « Prevention key to managing swimmer's itch ». *Nurse Practitioner*, 28 : 54-55.
- Roberts, L.S. et J. Janovy Jr (1996). *Gerald D. Schmidt & Larry S. Roberts' Foundations of Parasitology*, 5th Edition. Wm. C. Brown, McGraw-Hill, Toronto.
- Salafsky, B., K. Ramaswamy, Y. He, G.L. Anderson et D.K. Nowicki (1998). « Evaluation of N,N-diethyl-m-toluamide (DEET) as a topical agent for preventing skin penetration by cercariae of *Schistosoma mansoni* ». *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 58 : 828-834.
- Salafsky, B., K. Ramaswamy, Y. He, J. Li et T. Shibuya (1999). « Development and evaluation of lipodeet, a new long-acting formulation of N,N-diethyl-m-toluamide (DEET) for the prevention of schistosomiasis ». *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 61 : 743-750.
- Smyth, J.D. et D.W. Halton (1983). *The Physiology of the Trematodes*, 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sousa, W.P. (1983). « Host life history and the effect of parasitic castration on growth: A field study of *Cerithidea californica* Haldeman (Gastropoda: Prosobranchia) and its

- trematode parasites ». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 73 : 273-296.
- Swales, W.E. (1936). « Schistosome dermatitis in Canada. Note on two causative agents and their snail hosts in Manitoba ». *Canadian Journal of Research*, 14 : 6-10.
- Thorp, J.H. et A.P. Covich (2001). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, 2nd edition. Academic Press, New York.
- Verbrugge, L.M, J.J. Rainey, R.L. Reimink et H.D. Blankespoor (2004). « Prospective study of swimmer's itch incidence and severity ». *Journal of Parasitology*, 90 : 697-704.
- Zbikowska, E. (2004). « Infection of snails with bird schistosomes and the threat of swimmer's itch in selected Polish lakes ». *Parasitology Research*, 92 : 30-35.