

La relation entre la vivipare géorgienne et la dermatite du baigneur

Revue de littérature et résultats de l'échantillonnage



Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par le Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830

1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Photo de couverture : ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal – 2025

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN 978-2-555-02898-2 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2025

Équipe de réalisation

Auteurs

Joanie Fontaine-Dupont, Melissa Pimentel et Jesica Goldsmit
Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique

Collaborateurs

Sylvie Normand, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de
Montréal, de la Montérégie et de Laval

Maryline Guillemette, Division en environnement de la Ville de Magog

Guillaume Côté, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique

Sarah Aubé, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique

Alexis Roy, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique

Vanessa Cauchon, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique

Denise Deschamps, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique

Annick Drouin, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique

Révision scientifique

Marie-Josée Goulet, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de
Montréal, de la Montérégie et de Laval

Résumé

La dermatite du baigneur est une affection cutanée causée par des larves de trématodes, appelées cercaires. Ces larves parasites tentent de pénétrer la peau humaine, provoquant l'apparition de boutons sur la peau et des démangeaisons. Le parasite a un cycle de vie complexe : il a besoin de deux hôtes, un intermédiaire et un définitif, pour se reproduire et se développer. L'hôte intermédiaire est un escargot aquatique appartenant à la famille des Lymnæidæ, des Physidæ ou des Planorbidæ. L'hôte définitif est un oiseau aquatique comme un canard colvert ou une bernache du Canada, et l'humain joue le rôle d'hôte accidentel.

Depuis 2008, des cas de dermatite du baigneur sont rapportés chaque année dans le lac Memphrémagog. Parallèlement, la vivipare géorgienne (*Viviparus georgianus*), une espèce exotique envahissante, a été répertoriée pour la première fois dans ce lac en 2019. Depuis 2022, le MELCCFP travaille à vérifier l'existence d'un lien entre la présence de la vivipare géorgienne et celle de la dermatite du baigneur.

Une méthode de détection a été mise au point pour tester la présence du parasite au lac Memphrémagog. Deux stratégies ont été utilisées : 1) l'exposition des escargots à la lumière pour stimuler la libération des cercaires, et 2) l'identification moléculaire des escargots infectés et des cercaires. Au total, 120 escargots indigènes (appartenant aux familles des Lymnæidæ, des Physidæ, des Planorbidæ et des Prosobranches) et 120 escargots exotiques (des vivipares géorgiennes) ont été collectés lors de quatre échantillonnages réalisés au cours de l'été 2023.

L'expérience a montré qu'aucune vivipare géorgienne n'était infectée par des cercaires. Parmi les escargots indigènes parasités par des cercaires, cinq appartenaient à l'espèce *Ladislavella* sp. (de la famille des Lymnæidæ) et un autre à l'espèce *Helisoma anceps* (de la famille des Planorbidæ). Les cercaires appartenaient probablement à deux espèces différentes.

Table des matières

Équipe de réalisation	3
Résumé	iv
Table des matières	v
Liste des tableaux	viii
Liste des figures	ix
Glossaire	x
1. Mise en contexte de la problématique	13
1.1. Enjeux concernant les espèces exotiques envahissantes	13
1.2. Objectif du rapport	14
2. Revue de littérature	15
2.1. Parasite responsable de la dermatite du baigneur	15
2.1.1. Cycle de vie du parasite en eau douce	15
2.1.2. Présence du parasite en Amérique du Nord	17
2.1.3. Prévalence d'infection des escargots	17
2.1.4. Effet de la température et de la lumière sur les cercaires	19
2.1.5. Période de l'année et conditions optimales d'infection des humains	20
2.2. Écologie des escargots	20
2.2.1. Escargots aquatiques	20
2.2.3. Caractéristiques de la vivipare géorgienne, une EEE au Québec	21
2.3. Modification du cycle de vie du parasite	22
2.3.1. Conséquences des changements climatiques	22
2.3.2. Effet de dilution	23
3. Méthodologie	25
3.1. Aire d'étude	25
3.2. Collecte d'escargots et recherche de cercaires	25

3.2.1. Caractérisation morphologique et moléculaire des escargots	26
3.2.2 Identification moléculaire des cercaires	27
4. Résultats	29
4.1. Identification des escargots	29
4.2. Présence de cercaires et densité de parasites relâchés	29
4.3. Identification des cercaires	33
4.4. Signalements de la dermatite du baigneur à Magog	36
5. Discussion	38
5.1. Identification des escargots et des cercaires	38
5.2. La vivipare géorgienne : pas un hôte, mais...	38
5.3. <i>Ladislavella</i> sp. : un hôte intermédiaire du parasite	39
5.4. <i>Helisoma anceps</i> : un hôte intermédiaire du parasite	40
5.5. Limites à l'identification des cercaires	41
5.6. Influence du climat sur les taux de prévalence d'une infection chez les escargots	42
5.7. Perspectives	43
5.7.1. Surveillance des gastéropodes aquatiques envahissants	43
5.7.2. Importance de l'éducation et de la sensibilisation	43
6. Conclusion	45
7. Références bibliographiques	46
8. Annexes	54
Annexe 1. Localisation de signalements de cas de dermatite du baigneur connus dans la littérature	54
Annexe 2. Association d'espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i> à leur hôte intermédiaire et définitif	55
Annexe 3. Fiche sur la vivipare géorgienne (<i>Viviparus georgianus</i>)	64
Annexe 4. Protocoles	65
Annexe 5. Conditions de terrain et de laboratoire	79
Annexe 6. Paramètres mesurés au laboratoire	80

Annexe 7. Résultats d'expérimentation sur les quatre échantillonnages	83
Annexe 8. Résultats des analyses moléculaires des escargots parasités	94
Annexe 9. Mentions de cas de dermatite en 2023 à Magog	95
Annexe 10. Photographie de l'inondation mineure à la plage des Cantons	98
Annexe 11. Affiches installées près de la zone de baignade (plage des Cantons)	99

Liste des tableaux

Tableau 1. Exemples d'infection par des parasites appartenant au genre *Trichobilharzia* subie par des escargots infectés en Allemagne, au Danemark et aux États-Unis _____ 18

Tableau 2. Longueur et largeur moyennes des escargots échantillonnés selon leur famille respective _____ 29

Tableau 3. Pourcentage d'escargots indigènes (*Lymnæidæ* et *Planorbidæ*) trouvés infectés à chacune des sorties et dans l'ensemble des sorties _____ 30

Tableau 4. Estimation du nombre de cercaires libérées dans 100 ml d'eau pour chacun des escargots infectés _____ 30

Tableau 5. Caractérisation des escargots infectés selon les résultats morphologiques et moléculaires obtenus par séquençage du gène COI ou 16S, et présence parasitaire dans ces escargots _____ 32

Tableau 6. Identification moléculaire des cercaires libérées des escargots infectés _____ 35

Liste des figures

Figure 1. Cycle de vie du parasite <i>Trichobilharzia</i> en eau douce	15
Figure 2. Photo d'une cercaire observée au binoculaire	16
Figure 3. Principales structures d'une cercaire du genre <i>Trichobilharzia</i>	20
Figure 4. Photo de la vivipare géorgienne	22
Figure 5. Localisation de la plage des Cantons	25
Figure 6. Photos d'escargots parasités et de cercaires libérées	33-34
Figure 7. Nombre de cas de dermatite du baigneur signalés à la Ville de Magog entre le 14 juin et le 14 août 2023 à la plage des Cantons	36
Figure 8. Température et précipitations totales enregistrées chaque journée du mois de juin, juillet et août 2023 à Magog	37

Glossaire

Abondance : Estimation du nombre de parasites libérés par un escargot dans un volume d'eau.

Anatidæ : Famille d'oiseaux qui comprend les canards, les bernaches, les harles et les sarcelles.

Cercaire : Stade larvaire libre du trématode en développement, fruit de la reproduction asexuée d'un sporocyste secondaire et libéré par un hôte intermédiaire.

Cycle de vie : Pour un parasite, ses différents stades de développement, incluant ceux dans lesquels il se trouve dans un hôte intermédiaire ou définitif.

Dermatite du baigneur : La dermatite cercarienne et la dermatite schistosomiale sont deux synonymes de la dermatite du baigneur. Cette affection cutanée est causée par les cercaires, des trématodes au stade larvaire, lorsqu'elles pénètrent la peau d'un humain. Les symptômes diffèrent d'une personne à l'autre, mais en général, de petites plaques rouges se forment sur la peau à l'endroit des piqûres. Après quelques heures, des papules apparaissent sur la peau et causent des démangeaisons importantes.

Effet de dilution : Réduction de la charge parasitaire chez les hôtes idéaux en raison d'une proportion plus élevée d'organismes ne pouvant servir d'hôtes compatibles avec le parasite.

Endoparasite : Parasite qui vit à l'intérieur d'un organisme, son hôte.

Espèce exotique envahissante (EEE) : Espèce (généralement exotique) introduite dans un territoire différent de son aire de répartition naturelle et qui a des effets néfastes soit écologiques, soit économiques, soit les deux. Ces espèces présentent généralement des taux de reproduction élevés, une croissance rapide et des stratégies de dispersion qui favorisent leur dissémination dans un territoire.

Espèce indigène : Espèce (végétale ou animale) qui habite dans son aire de répartition naturelle.

Furcocercaire : Cercaire à queue fourchue (Y), forme infestante des parasites de la famille des Schistosomidae, agents des schistosomiasis.

Gastéropode : Classe de mollusque aquatique ou terrestre muni d'un large pied ventral pour ramper, souvent pourvu d'une coquille dorsale.

Hôte définitif : Organisme qui héberge un parasite afin qu'il puisse mûrir et se reproduire sexuellement. L'hôte définitif est le dernier organisme que le parasite doit visiter pour terminer son cycle de vie. Dans le cas de la dermatite du baigneur, l'hôte définitif est habituellement un vertébré (une sauvagine, par exemple) parasité par des cercaires. À maturité, les trématodes se reproduisent de façon sexuée dans la sauvagine.

Hôte intermédiaire : Organisme qui héberge un parasite temporaire, qui passera, durant son séjour, par différents stades de développement, généralement de façon asexuée. Dans le cas de la dermatite du baigneur, l'hôte intermédiaire est un mollusque (p. ex un escargot aquatique). Il est parasité par un miracidium (premier stade larvaire des trématodes). Dans le corps du mollusque, le miracidium se transforme en un sporocyste primaire, puis en un sporocyste secondaire pour se multiplier de façon asexuée en cercaires.

Miracidium : Premier stade larvaire du trématode, libéré d'un œuf. La larve est mobile grâce à son corps cilié. La larve cherche à parasiter un mollusque pour poursuivre son cycle de vie.

Prosobranches : Sous-classe des gastéropodes. Les individus qui composent cette sous-classe appartiennent à une famille indéterminée.

Schistosome aviaire : Ver plat parasite appartenant à la famille des Schistosomatidae dans la classe des Trématodes.

Sporocyste primaire : Développement larvaire du miracidium dans l'hôte intermédiaire.

Sporocyste secondaire : Produit de la reproduction asexuée du sporocyste primaire, stade de développement du trématode qui précède la cercaire.

Taux de prévalence d'infection : Proportion (en pourcentage) d'hôtes infectés par une ou plusieurs espèces parasitaires.

Trématodes : Classe de l'embranchement des Plathelminthes. Ver plat parasite, à corps non segmenté, possédant des ventouses.

Trichobilharzia : Genre appartenant au schistosome aviaire responsable de la dermatite du baigneur (famille des Schistosomatidæ).

Vivipare géorgienne (*Viviparus georgianus*) : Escargot aquatique (de la classe des Gastéropodes et de la famille des Viviparidæ) considéré comme une espèce exotique envahissante au Canada. On le reconnaît par son opercule et sa coquille de couleur pâle séparée par des lignes foncées circulaires.

1. Mise en contexte de la problématique

La dermatite du baigneur (ou dermatite cercarienne) est une affection cutanée causée par de petites larves de certaines espèces de trématodes que l'on retrouve dans les lacs. Ces larves portent le nom de cercaires. Lors de la baignade, les cercaires peuvent se coller à la peau des humains. À la sortie de l'eau, le soleil assèche la peau et c'est à ce moment que les cercaires y pénètrent. Elles meurent ensuite sous la peau (ministère de la Santé et des Services sociaux, 2012). En présence du parasite, le corps humain déclenche une réponse immunitaire dans les minutes suivant l'exposition ou dans les 24 heures suivantes. En général, les personnes infectées réagissent modérément à leur première infection et plus fortement à leur deuxième réaction (Kolářová *et al.*, 2013), bien que certaines personnes soient asymptomatiques (Locke et Marcogliese, 2005). Chez les personnes infectées, les symptômes se maintiennent rarement au-delà d'une ou trois semaines (Al-Jubury *et al.*, 2021).

Bien qu'il s'agisse d'une maladie bénigne, la dermatite du baigneur est considérée comme un problème de santé publique. La plupart des cas surviennent dans des eaux récréatives pendant la saison estivale (Lévesque *et al.*, 2002). Lorsque le risque de contracter la dermatite est élevé, les activités de baignade sont parfois restreintes, ce qui peut entraîner la fermeture des plages. Certaines villes riveraines peuvent alors subir des pertes économiques importantes. Dans certains lacs du Québec, la présence de la dermatite du baigneur est très fréquente (Annexe 1). Par exemple, depuis 2008, la Ville de Magog reçoit chaque année des signalements de cas de dermatite (MCI, 2008).

1.1. Enjeux concernant les espèces exotiques envahissantes

Une espèce exotique envahissante est un végétal, un animal ou un microorganisme aquatique introduit hors de son aire de répartition naturelle. Son établissement et sa propagation peuvent constituer une menace pour l'environnement, l'économie ou la société.

La vivipare géorgienne (*Viviparus georgianus*) est une espèce exotique envahissante (EEE) établie au Québec. Elle y a été observée pour la première fois en 1953 dans le

fleuve Saint-Laurent (Bousfield, 1955). Cet escargot aquatique originaire du sud-est des États-Unis a été introduit au Québec par l'aquariophilie, l'élevage en aquarium de poissons d'ornement (David *et al.*, 2020). Depuis, la vivipare géorgienne colonise chaque année de nouveaux territoires. Au Québec, elle est présente dans les régions suivantes : l'Outaouais, l'Estrie, le Centre-du-Québec, la Capitale-Nationale, Chaudière-Appalaches et le Bas-Saint-Laurent (MELCCFP, 2025). Au lac Memphrémagog, elle a été observée pour la première fois en 2019 (MCI, 2019). Les individus adultes s'accrochent aux coques des bateaux et à la végétation qui y a adhéré, ce qui peut leur permettre de se disperser dans d'autres plans d'eau lorsque les bateaux n'ont pas été nettoyés (Rappel, 2023).

1.2. Objectif du rapport

La présence de la vivipare géorgienne au lac Memphrémagog soulève un certain nombre de questions. Au cours du cycle de vie de la cercaire, les hôtes intermédiaires sont des escargots. Or, aucune étude n'a démontré jusqu'à maintenant que la vivipare géorgienne est un hôte viable. Il est donc important de déterminer si cette espèce exotique peut servir d'hôte intermédiaire aux cercaires responsables de la dermatite du baigneur. Le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) a mis en place un projet pour répondre à cette question.

L'objectif du projet est d'évaluer la présence de cercaires responsables de la dermatite du baigneur dans des escargots indigènes et exotiques provenant du lac Memphrémagog dans la région administrative de l'Estrie, au Québec (Canada).

Le projet a été divisé en deux parties. La première consiste en une revue de littérature concernant les cercaires responsables de la dermatite du baigneur en eau douce. La deuxième comprend les résultats de l'échantillonnage de l'été 2023 au lac Memphrémagog.

2. Revue de littérature

2.1. Parasite responsable de la dermatite du baigneur

2.1.1. Cycle de vie du parasite en eau douce

La cercaire est le deuxième stade larvaire des parasites appartenant à la classe des Trématodes (Figure 1). Plus précisément, l'espèce de trématode qui cause la dermatite appartient au genre *Trichobilharzia* (Locke et Marcogliese, 2005). Ce parasite a un cycle de vie complexe (Horák *et al.*, 2002), utilisant normalement deux hôtes (un intermédiaire [un gastéropode, soit un escargot d'eau douce] et un définitif [un oiseau aquatique]). Les escargots aquatiques appartenant aux Lymnæidæ, aux Physidæ et aux Planorbidæ servent d'hôtes intermédiaires (Brant et Locker, 2009). Des espèces telles que le canard colvert, la bernache du Canada, la sarcelle et le harle jouent le rôle d'hôtes définitifs.

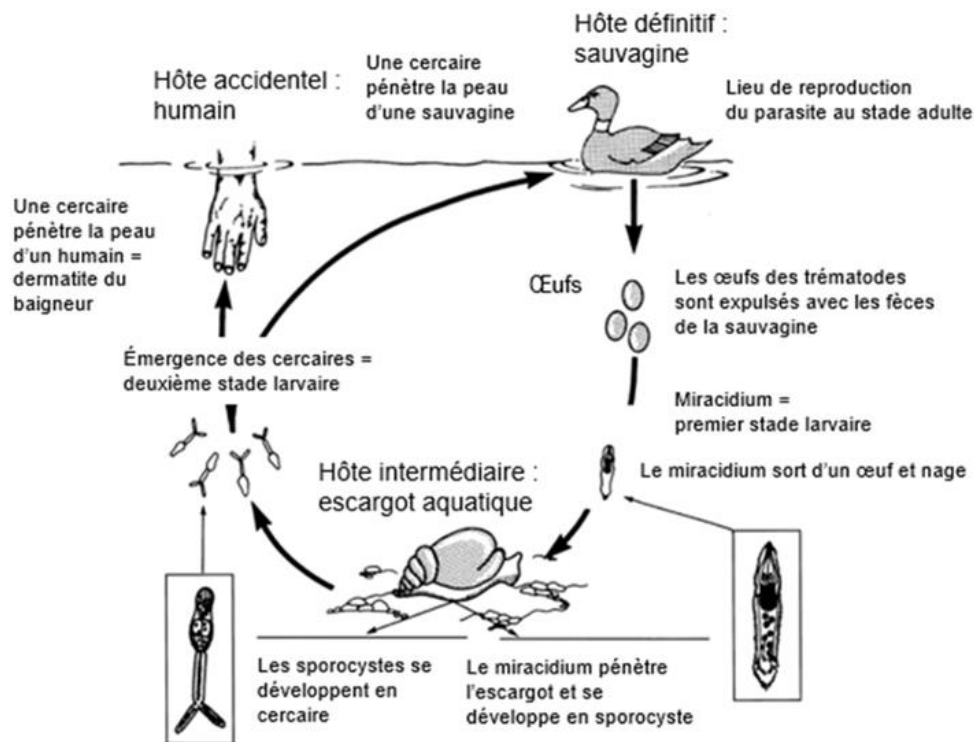


Figure 1. Cycle de vie du parasite *Trichobilharzia* en eau douce (modifié à partir de Lévesque *et al.*, 2002).

Le cycle de vie du parasite *Trichobilharzia* commence avec l'infection d'une sauvagine par des furcocercaires, des cercaires présentant une forme caractéristique de « Y ». La

cercaire se fixe à la surface de son hôte à l'aide de ses ventouses, puis rejette sa queue pour pénétrer la peau (Locke et Marcogliese, 2005). Une fois à l'intérieur de l'oiseau, le parasite se déplace à travers le système circulatoire vers les organes viscéraux ou les tissus muqueux pour se reproduire de façon sexuée et pondre ses œufs (Helmer *et al.*, 2021). Lorsque l'oiseau rejette ses fèces dans l'eau, les œufs du trématode sont également expulsés. Le premier stade larvaire mobile est appelé miracidium. Cette larve ciliée nage jusqu'à un escargot d'eau douce, et y pénètre pour se reproduire. Une fois à l'intérieur de l'escargot, le miracidium se développe en sporocyste primaire dans la région de la tête ou du pied de l'animal. Le sporocyste primaire se reproduit ensuite de manière asexuée pour former des sporocystes secondaires (des sacs embryonnaires). Puis, les sporocystes secondaires migrent vers l'hépatopancréas ou jusqu'aux organes reproducteurs de l'escargot pour poursuivre leur développement. À maturité, soit après une période de 3 à 10 semaines, ils deviennent des cercaires (Horák *et al.*, 2015), qui migrent hors de l'escargot et nagent à la recherche d'un oiseau à infecter (Locke et Marcogliese, 2005). C'est à ce moment du cycle que l'humain peut parfois être la cible accidentelle de la cercaire, c'est-à-dire devenir, pour elle, un hôte accidentel (Figure 2).



Figure 2. Photo d'une cercaire observée au binoculaire. Le corps en forme de Y et la présence d'ocelles (les deux petits points sur la tête) sont bien visibles (photo : Joanie Fontaine-Dupont).

2.1.2. Présence du parasite en Amérique du Nord

Il existe près de 100 espèces de trématodes dans le monde, dont 67 sont réparties en 10 genres exclusivement aviaires (Brant et Locker, 2013). La dermatite du baigneur est causée par les trématodes aviaires des genres *Trichobilharzia*, *Gigantobilharzia*, *Dendritobilharzia* et *Schistosomatium* (Rudko *et al.*, 2019). Le genre *Trichobilharzia* compte 40 espèces (Brant et Locker, 2013) dont certaines évoluent en milieu marin (Díaz-Morales *et al.*, 2022). Cependant, la plupart vivent en eau douce, plus précisément dans les eaux stagnantes eutrophes, les lacs glaciaires et les réservoirs (Horák *et al.*, 2015). Quant aux cercaires, elles se concentrent dans les eaux peu profondes parsemées de végétation, en présence d'abondants escargots (Lévesque *et al.*, 2002).

L'annexe 2 liste les principales espèces connues de cercaires du genre *Trichobilharzia* en Amérique du Nord et en Europe. Les espèces européennes ont été mentionnées dans cette annexe, car bien qu'elles portent un nom différent de leurs semblables américaines, elles affichent parfois une morphologie identique donnant à penser qu'il s'agit probablement dans certains cas de la même espèce. Ainsi, certains auteurs mentionnent que *T. ocellata*, trouvée en Amérique du Nord, et *T. szidati*, trouvée en Europe (Kock, 2001) présentent la même forme. De plus, il semble y avoir plus d'espèces dans le récapitulatif qu'il y en aurait dans la réalité, car lorsque Brant et Locker ont réalisé un inventaire en Amérique du Nord en 2009, ils n'ont observé que cinq espèces de cercaires : *T. physellæ*, *T. stagnicolæ*, *T. brantæ*, *T. querquedulae* et *T. ocellata*.

Enfin, selon Horák *et al.* (2015), les trématodes *Trichobilharzia* spp. trouvés en Amérique du Nord utilisent comme hôte intermédiaire des escargots d'eau douce des genres *Lymnæa*, *Radix* et *Stagnicola* (famille des Lymnæidæ), *Physa* (famille des Physidæ) et *Gyraulus* (famille des Planorbidæ).

2.1.3. Prévalence d'infection des escargots

L'établissement du taux de prévalence de l'infection, soit la proportion d'hôtes infectés par une ou plusieurs espèces, permet de mesurer la charge parasitaire des trématodes. En Amérique du Nord, les taux d'infection des escargots par des trématodes *Trichobilharzia* spp. sont généralement faibles, dépassant rarement 5 % chez les Lymnæidæ et les Physidæ (Locke et Marcogliese, 2005). Les taux de prévalence

d'infection diffèrent d'une étude à l'autre en raison des facteurs biotiques et abiotiques propres à l'environnement (Tableau 1). Par exemple, dans un article de Horák et Kolářová (2011), un regroupement de résultats obtenus dans différents pays présente des taux de prévalence d'infection qui varient de 0,05 à 52,4% pour différentes espèces appartenant au genre *Trichobilharzia*.

Tableau 1. Exemples d'infection par des parasites appartenant au genre *Trichobilharzia* subie par des escargots infectés en Allemagne, au Danemark et aux États-Unis

Pays	Type d'infection parasitaire chez des escargots			Référence
	Espèces d'escargots infectées	Prévalence d'infection (%)	Espèces de parasites	
Allemagne	<i>Lymnaea stagnalis</i> et <i>Radix auricularia</i>	0,6 à 3	<i>Trichobilharzia</i> sp.	Selbach <i>et al.</i> (2016)
Danemark	<i>Lymnaea stagnalis</i>	10	<i>T. szidati</i>	Al-Jubury <i>et al.</i> (2020)
États-Unis (Michigan)	<i>Stagnicola emarginata</i>	0,3 à 1,32	<i>T. stagnicola</i>	Coady <i>et al.</i> (2006)

Bien que les taux de prévalence d'infection des escargots soient faibles en général, un escargot infecté peut libérer un grand nombre de cercaires. Par exemple, l'escargot *Stagnicola elrodi* peut libérer jusqu'à 1 500 cercaires de *Trichobilharzia ocellata* par jour (Graham, 2003). L'escargot *Lymnaea stagnalis* peut relâcher en moyenne 2 621 cercaires de *T. szidati* par jour (Soldánová *et al.*, 2016). Les taux d'infection des trématodes et la production de cercaires dépendent de plusieurs facteurs tels que l'âge et la taille de l'escargot, la réponse immunitaire de l'escargot et la compétition interspécifique entre les différentes espèces d'escargots (Horák et Kolářová, 2011). D'ailleurs, une étude menée dans le Montana a démontré que les taux de prévalence et d'intensité d'infection du parasite *T. ocellata* augmentent en fonction de la taille de son hôte-escargot *Stagnicola elrodi* (Graham 2003). Autrement dit, les escargots de grande taille et d'âge avancé présentent une plus grande probabilité d'être infectés et de libérer des cercaires, en raison du nombre de jours passés dans l'eau.

2.1.4. Effet de la température et de la lumière sur les cercaires

La libération des cercaires dépend de la température et de la lumière, car ces paramètres influent sur le développement du parasite (Evans, 1985; Lyholt et Buchmann, 1996). Dans des conditions contrôlées, une expérience a démontré qu'une augmentation de la température (de 7 °C à 27°C) était en corrélation positive avec une augmentation du nombre de cercaires *T. szidati* libérés de chaque escargot *L. stagnalis* (Al-Jubury *et al.*, 2020). L'augmentation de la température stimule la production de cercaires jusqu'à ce qu'à l'atteinte d'un plateau (Poulin, 2006). Il faut noter que les cercaires disposent d'une réserve de glycogène pour répondre à leurs besoins métaboliques (Morley, 2011). Ces réserves permettent aux cercaires de survivre pendant un à trois jours selon la température (Selbach *et al.*, 2016). En effet, des études ont montré qu'à une température de 20 °C, les cercaires *T. szidati* peuvent vivre jusqu'à 60 heures, tandis qu'à des températures comprises entre 25 °C et 30 °C, elles survivent respectivement 48 heures et 36 heures (Al-Jubury *et al.*, 2020). Ainsi, l'augmentation de la température contribue à épuiser les réserves de glycogènes des cercaires (Morley, 2011).

La lumière est un autre facteur de libération des cercaires. Celles du genre *Trichobilharzia* sont munies (Horák *et al.*, 2015) de photorécepteurs appelés ocelles (Figure 3). Par phototaxie, les cercaires sont attirées par la lumière, ce qui explique leur présence à la surface de l'eau (Al-Jubury *et al.*, 2020). Des chercheurs ont notamment observé des pics d'émergence de cercaires après les premières lueurs du jour (Anderson *et al.*, 1976; Soldánová *et al.*, 2016). Il est possible que la lumière active le métabolisme des escargots, ce qui favoriserait la libération de cercaires (Anderson *et al.*, 1976). Des chercheurs ont également suggéré que la lumière attire les cercaires à la surface de l'eau pour favoriser la rencontre avec un oiseau (Combes *et al.*, 1994). La phototaxie pourrait par conséquent être une stratégie de poursuite du cycle de vie du parasite (Al-Jubury *et al.*, 2020).

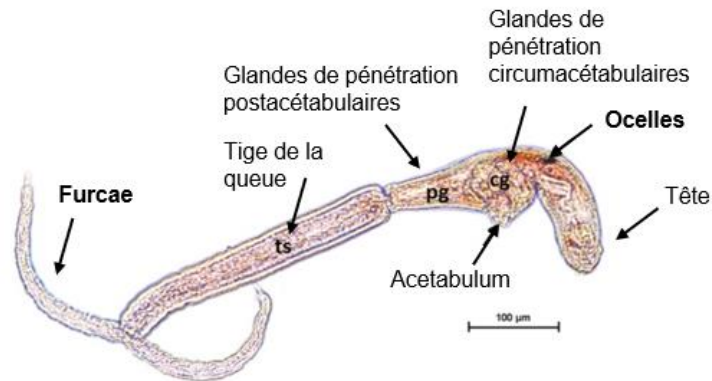


Figure 3. Principales structures d'une cercaire du genre *Trichobilharzia*. La figure représente une cercaire *Trichobilharzia franki* selon Lawton *et al.* (2014).

2.1.5. Période de l'année et conditions optimales d'infection des humains

Au Québec, la dermatite du baigneur survient le plus fréquemment durant la haute saison estivale, soit durant les mois de juillet et août, mais il est possible de contracter cette affection cutanée de mai à septembre (Lévesque *et al.*, 2002). La libération des cercaires est associée à un certain nombre de conditions, telles que des températures chaudes et des journées ensoleillées précédées de journées fraîches et nuageuses caractérisées par un vent du large et une abondance d'algues dans un plan d'eau peu profond (Blankespoor, 1980; Giovenazzo *et al.*, 1995; Chamot *et al.*, 1998; Lindblade, 1998; Normandeau, 1988; Horák *et al.*, 2002; Verbrugge *et al.*, 2004). Les températures chaudes pendant cette période jouent un rôle clé dans le cycle de vie du parasite, c'est-à-dire qu'elles accélèrent le développement des trématodes dans les escargots (Lindblade, 1998), augmentent le taux d'expulsion des cercaires des escargots et augmentent le taux d'infection par les cercaires (Poulin, 2006; Thieltges et Rick, 2006).

2.2. Écologie des escargots

2.2.1. Escargots aquatiques

Les escargots aquatiques jouent un rôle écologique précis : ils régulent la productivité et la diversité des épiphytes (algues et mousses) et des macrophytes. Les escargots sont des brouteurs-détritivores et parfois des filtreurs (bactéries). Par leur régime alimentaire, ils ont un effet direct sur la biomasse des fonds aquatiques (Brönmark, 1989; Dillon, 2000).

Les hôtes intermédiaires des *Trichobilharzia* sp. appartenant aux principales familles d'escargots (Lymnæidæ, Physidæ et Planorbidæ) ont une respiration pulmonaire (Horák et Kolářová, 2011); il est fréquent pour cette raison de les apercevoir à la surface de l'eau (Dillon, 2000; Kriska, 2023). Ils vivent en bordure du rivage dans une végétation dense (Lévesque *et al.*, 2002; Kriska, 2023), au même endroit que les parasites *Trichobilharzia* spp. (Lévesque *et al.*, 2002).

2.2.3. Caractéristiques de la vivipare géorgienne, une EEE au Québec

La vivipare géorgienne (*Viviparus georgianus*) est un escargot prosobranch, c'est-à-dire qu'il respire par des branchies et que sa coquille est munie d'un opercule (Figure 4). Cette espèce s'adapte à une variété de plans d'eau (étangs, marais, rivières, lacs et canaux d'irrigation) dont la circulation est lente et le pH entre 6,3 et 8,5, bien que des individus vivent également dans le fleuve Saint-Laurent (Pêches et Océans Canada, 2022). Les individus s'aventurent jusqu'à 3 m de profondeur sur des substrats de sable, de gravier, de boue ou de limon (Pêches et Océans Canada, 2022). La femelle est ovovivipare¹ et itéropare²; elle a en moyenne 11 rejetons par année (Jokinen *et al.*, 1982). Ce taux de fécondité permet à l'espèce d'atteindre des densités importantes; par exemple, jusqu'à 800 individus/m² ont été dénombrés dans le fleuve Saint-Laurent (Vincent, 1979). L'espèce est généralement dominante dans son niveau trophique (Browne, 1978), et sa présence a été liée à une diminution de la biomasse de certaines espèces indigènes (Hintz *et al.*, 2019). L'escargot consomme le périphyton, ce qui entraîne de la compétition interspécifique (Schuler *et al.*, 2020), ainsi que les œufs et les larves de certains poissons, notamment l'achigan à grande bouche et le crapet arlequin (Eckblad et Shealy, 1972; Gross et MacMillan, 1981).

L'introduction de cette espèce exotique dans nos plans d'eau est susceptible d'avoir d'autres effets écologiques néfastes, encore peu étudiés dans la littérature (Bury *et al.*, 2007; Schuler *et al.*, 2020). À ce stade, il est difficile de savoir quels sont les prédateurs de la vivipare géorgienne dans les écosystèmes québécois où elle a été introduite et quelles sont les répercussions de sa présence sur le réseau trophique. Il est probable

¹ L'éclosion des œufs à lieu dans le ventre de la femelle.

² La femelle se reproduit plusieurs fois au cours de sa vie.

que cette espèce exotique entraîne un déclin de la biodiversité et une réduction des populations d'escargots indigènes, ce qui est souvent observé après l'introduction d'EEE.

Ce déséquilibre écologique peut avoir d'autres conséquences, cette fois sur le cycle de vie des parasites. D'après la littérature scientifique, les gastéropodes exotiques sont rarement des hôtes intermédiaires idéaux en dehors de leur aire de répartition d'origine. Par exemple, la vivipare géorgienne est porteuse, dans son aire d'origine, de certaines espèces de trématodes de la famille des Echinostomatidæ. Ces parasites sont transmis à certaines espèces de poissons et d'oiseaux (David *et al.*, 2017). Or, en dehors de son aire d'origine, il n'a pas été confirmé à ce jour que l'escargot puisse être l'hôte de ce parasite ailleurs que dans les Adirondacks, au nord de l'État de New York (David *et al.*, 2017).



Figure 4. Photos de la vivipare géorgienne (photos : Sylvie Normand, MELCCFP, et Ariane Orijikh, MCI)

Une fiche synthétique ainsi qu'une carte localisant l'espèce au Québec et en Amérique du Nord sont présentées à l'annexe 3.

2.3. Modification du cycle de vie du parasite

2.3.1. Conséquences des changements climatiques

La relation hôte-parasite est influencée par des facteurs biotiques et abiotiques de l'environnement. Les changements climatiques tels que le réchauffement du climat modifient les interactions entre le parasite et chacun de ses hôtes et altèrent la distribution et l'abondance des parasites dans l'environnement (Poulin, 2005). Les

changements climatiques pourraient donc augmenter le nombre de personnes touchées par la dermatite du baigneur dans les années à venir. En effet, la hausse des températures estivales entraînera une augmentation de la température de l'eau, ce qui prolongera la saison de croissance des escargots et la saison de résidence des oiseaux migratoires (Locke et Marcogliese, 2005). La fenêtre d'exposition des cercaires sera alors plus longue, car le comportement de ces parasites est influencé par la chaleur et la lumière (Al-Jubury *et al.*, 2020). Comme il a été mentionné ci-dessus, une augmentation de la température accélère le développement des sporocystes à l'intérieur de l'escargot en réponse à l'augmentation du métabolisme de ce dernier, et cela stimule la libération des cercaires des escargots (Mas-Coma *et al.*, 2009). L'augmentation du nombre de cercaires dans l'eau accroît le risque qu'elles soient transmises à l'humain. Cette transmission est d'autant plus probable que la hausse des températures entraîne une augmentation du nombre de baigneurs dans les plans d'eau.

L'eutrophisation des plans d'eau est une autre conséquence des changements climatiques qui pourrait augmenter le nombre de cas de dermatite (Horák et Kolářová, 2011). En effet, il a été démontré que les taux de prévalence de l'infection sont plus élevés dans les lacs eutrophes que dans les lacs pauvres en nutriments. Une étude menée dans cinq milieux eutrophes a révélé que les taux de prévalence de l'infection des escargots *Lymnaea stagnalis* ont atteint presque 40 %, contrairement aux faibles taux de 5 % généralement enregistrés dans les lacs mésotrophes (Soldánová *et al.*, 2011). La hausse des températures entraîne une augmentation de la production de macrophytes et d'algues. Ce changement dans l'écosystème modifie le réseau trophique, créant une abondance de nourriture pour les escargots et les oiseaux aquatiques (Horák et Kolářová, 2011). Les populations de ces deux hôtes augmentent alors, ce qui peut entraîner une augmentation de la charge parasitaire de ces deux hôtes, car la probabilité que le parasite trouve un hôte devient plus élevée (Horák *et al.*, 2015).

2.3.2. Effet de dilution

Lorsqu'un parasite se trouve au stade larvaire libre (comme le miracidium) et qu'il pénètre dans un escargot considéré comme un hôte non viable (c'est-à-dire une espèce inhabituelle), l'hôte peut soit détruire le parasite grâce à son système immunitaire (Gendron et Marcogliese, 2016), soit l'endommager physiquement (Gendron et

Marcogliese, 2017). Les dommages physiques infligés au parasite le rendront moins efficace lors de ses prochaines tentatives de pénétration (Combes et Moné, 1987). Les espèces exotiques sont généralement considérées comme des hôtes non viables pour les parasites indigènes et agissent en quelque sorte comme une barrière biologique (Christensen, 1979). En effet, elles interfèrent avec la recherche d'hôtes menée par les parasites locaux et réduisent le nombre de cercaires relâchées dans l'environnement (Westby *et al.*, 2019; McIntire *et al.*, 2021; Stanicka *et al.*, 2021).

Plusieurs études ont abordé ce phénomène, connu sous le nom d'effet de dilution, qui consiste en une réduction de la charge parasitaire des espèces indigènes en raison de la présence d'un hôte non viable (Stanicka *et al.*, 2022). Par exemple, une étude menée par Stanicka *et al.* (2022) a démontré des taux d'infection différents entre des escargots parasités par des trématodes (genre : *Trichobilharzia*) dans un lac habité par une EEE et leurs homologues dans un lac habité par aucune EEE. Le premier lac était habité par la nasse de Nouvelle-Zélande (*Potamopyrgus antipodarum*) et des escargots indigènes de la famille des Lymnæidæ. Le taux de prévalence d'infection des escargots indigènes était de 0,2 %. En comparaison, dans le second lac exempt d'EEE, des escargots indigènes de la famille des Lymnæidæ étaient également présents, mais le taux de prévalence d'infection était de 1,6 %.

L'effet de dilution est un phénomène qui a, depuis ces études, fait l'objet d'autres recherches scientifiques concluant à la nécessité de traiter les résultats obtenus dans le passé avec prudence. Une étude de Larson *et al.* (2020) n'a pas observé d'effet de dilution chez les escargots indigènes en présence de la nasse de Nouvelle-Zélande (*Potamopyrgus antipodarum*). Selon les auteurs, les parasites n'ont pas reconnu les escargots exotiques comme des hôtes potentiels, car les trématodes sont très spécifiques dans le choix de leurs hôtes.

3. Méthodologie

3.1. Aire d'étude

L'étude s'est déroulée à la plage des Cantons, au, à quelques kilomètres du centre-ville de Magog. Ce lac est situé à la fois au Canada, dans la partie sud de la région administrative de l'Energie (Québec), et aux États-Unis, dans l'État du Vermont (Figure 5). D'une superficie de 97 km² (GCEM, 2020), le lac Memphrémagog est une source d'eau potable pour environ 175 000 citoyens (MCI, 2021). L'endroit est populaire pour les baigneurs, les amateurs d'activités nautiques et de pêche. Pendant la période estivale, des milliers de touristes et de résidents s'y baignent. Plusieurs cas de dermatite sont signalés aux autorités locales chaque année (Ville de Magog, communication personnelle).

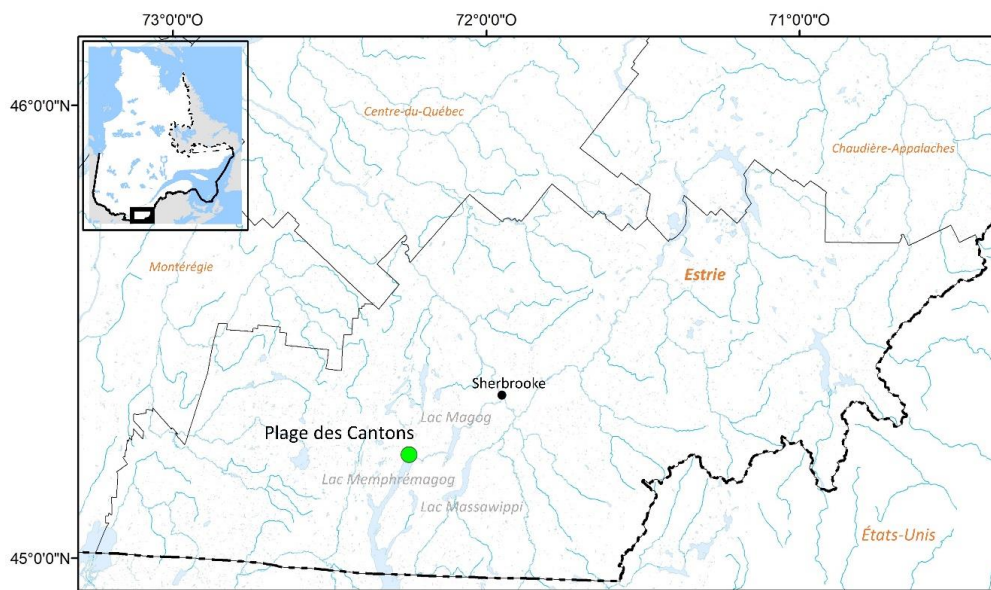


Figure 5. Localisation de la plage des Cantons

3.2. Collecte d'escargots et recherche de cercaires

Au cours de l'été 2023, les escargots ont été collectés à quatre moments différents : le 14 juin, le 4 juillet, le 1^{er} août et le 15 août. Ils ont été ramassés à la main le long du rivage, à une profondeur maximale de 1 m. Chaque échantillonnage consistait à

prélever 30 escargots indigènes et 30 vivipares géorgiennes. Les escargots ont été placés dans des pots individuels transparents contenant 100 ml d'eau du lac. Celle-ci avait été purifiée à l'aide d'une pompe de modèle « eDNA citizen Scientist sampler » de Smith-Root en utilisant des filtres en polyéthersulfones (PES) de 1,2 µm. La filtration avait pour but d'éviter la contamination des parasites déjà présents dans l'eau.

Au laboratoire, les pots ont été placés sur la tablette inférieure d'une étagère. Les couvercles ont été enlevés pour permettre la diffusion de l'oxygène³. Les escargots ont été exposés à une lumière artificielle (une lumière de croissance pour les plantes) pendant environ 17 heures. La température de la pièce, réglée à approximativement 20 °C, fluctuait entre 20 °C et 28 °C, en fonction de la température extérieure. Après chaque période d'exposition à la lumière, les pots ont été inspectés individuellement à la recherche de cercaires. Une première inspection visuelle à l'œil nu a permis de déterminer l'ordre des pots à inspecter en fonction de leur priorité. À l'aide d'un binoculaire Zeiss et Leica MZ 9.5, le volume d'eau total des pots a été inspecté pour confirmer la présence ou l'absence de cercaires libérées. En présence de cercaires en forme de « Y », l'abondance moyenne des cercaires dans 100 ml d'eau a été estimée au moyen de 5 réplicats biologiques de 1 ml d'eau. Les cercaires et les escargots parasités ont ensuite été photographiés et placés dans un tube rempli d'éthanol à 95 %. De plus amples détails sur la méthodologie sont présentés à l'annexe 4 dans le Protocole 2023.

3.2.1. Caractérisation morphologique et moléculaire des escargots

La longueur et la largeur de la coquille de chaque escargot étaient mesurées selon la méthode proposée par Burch (1982) : la longueur a été mesurée de la lèvre basale à l'apex et la largeur a été mesurée du plus grand côté gauche de la coquille au plus grand côté droit. Les escargots indigènes ont été identifiés à la famille selon la clé d'identification du *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec* (Moisan, 2010). L'escargot exotique (*Viviparus georgianus*) a été identifié à partir de ses critères morphologiques connus (Burch, 1982). Les escargots indigènes infectés par une cercaire ont été identifiés à l'espèce par un expert en

³ Un filet fixé par un élastique était posé sur chacun des pots pour empêcher toute tentative de fuite.

taxonomie et chaque identification a été confirmé par séquençage d'ADN. La congélation des escargots était la méthode utilisée pour la mise à mort des escargots.

L'ADN a été extrait à partir des escargots conservés dans de l'éthanol à 95 % à l'aide du coffret Qiagen DNeasy Blood & Tissue standard. L'élution de l'ADN a été faite avec 100 µl d'eau stérile. Après l'extraction, 1,5 µl d'ADN a été ajouté au mélange PCR suivant :

- 7,5 µl d'AccuStart™ II (GelTrack™ PCR SuperMix, Quantabio),
- 2,25 µl (10 mM) de chaque amorce par gène/région d'intérêt,
- 1,5 µl d'eau et 1,5 µl d'ADN (10-20 ng/µl).

Des fragments des gènes de la sous-unité I de la cytochrome oxydase mitochondriale (COI) et de l'ARNr 16S ont été amplifiés à l'aide des amorces suivants :

- COI (Folmer et al., 1994) :
LCO1490 (5'- - GGTCAACAATCATAAAGATATTGG-3') et
HCO2198 (5'- - TAACTTCAGGGTGACCAAAAATC-3');
- 16S (Palumbi et al., 1991) :
16S-arL (5'- - CGCCTGTTTAAACAAAACAT-3') et
16S-brH (5'- - CCGGTCTGAACTCAGATCACGT-3').

Pour l'amplification du COI, les conditions de PCR étaient de 94 °C pendant 3 min, pour la dénaturation initiale, suivie de 34 cycles de 94 °C pendant 30 s, 46 °C pendant 60 s et 72 °C pendant 90 s, et 72 °C pendant 10 min. Pour l'ARNr 16S, les conditions de PCR étaient de 94 °C pendant 5 min, suivies de 30 cycles de 94 °C pendant 30 s, 55 °C pendant 30 s et 72 °C pendant 30 s, et 72 °C pendant 5 min. Les amplicons ont ensuite été migrés pendant 45 min sur un gel d'agarose à 1 %, le gel a été trempé dans une solution de bromure d'éthidium (0,5 µg/ml) puis visualisé sous lumière UV. Les séquences amplifiées ont été envoyées à la plateforme d'analyse génomique IBIS (Université Laval, Québec). Les séquences directes et inverses ont été alignées à l'aide de Geneious Prime 2022.0.1. Les escargots ont été identifiés à l'aide de l'outil NCBI BLAST en utilisant la base de données nt (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

3.2.2 Identification moléculaire des cercaires

L'ADN a été extrait à partir des cercaires conservées dans de l'éthanol à 95 % à l'aide du kit Qiagen DNeasy Blood & Tissue standard. L'élution de l'ADN a été faite avec 100

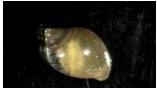
µl d'eau stérile. Après l'extraction, 1,5 µl d'ADN a été ajouté au mélange PCR suivant : 7,5 µl d'AccuStart™ II (GelTrack™ PCR SuperMix, Quantabio), 2,25 µl (10 mM) de chaque amorce par gène/région d'intérêt, 1,5 µl d'eau et 1,5 µl d'ADN (10-20 ng/µl). Un fragment de 154 paires de bases de l'ARNr 18S ont été amplifiés à l'aide des amorces JVSF (5'- AGCCTTTCAGCCGTATCTGT-3') et JVSR (5'- AGGCCTGCCTTGAGCACT-3') (Folmer et al., 1994; Jothikumar et al., 2015) pour 18S. Pour l'ARNr 18S, les conditions de PCR étaient de 94 °C pendant 5 min, suivies de 30 cycles de 94 °C pendant 30 s, 55 °C pendant 30 s et 72 °C pendant 30 s, et 72 °C pendant 5 min. Les amplicons ont ensuite été migrés pendant 45 min sur un gel d'agarose à 1 %, le gel a été trempé dans une solution de bromure d'éthidium (0,5 µg/ml) puis visualisé sous lumière UV. Les séquences amplifiées ont été envoyées à la plateforme d'analyse génomique IBIS (Université Laval, Québec). Les séquences directes et inverses ont été alignées à l'aide de Geneious Prime 2022.0.1. Les cercaires ont été identifiés à l'aide de l'outil NCBI BLAST en utilisant la base de données nt (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

4. Résultats

4.1. Identification des escargots

Au total, 240 escargots ont été ramassés durant l'été. Les escargots indigènes appartenaient à la famille des Lymnæidæ (n=65), Physidæ (n=31), Planorbidæ (n=19) et à la sous-classe Prosobranches (n=5)⁴. Les escargots exotiques appartenaient tous à la même espèce, la vivipare géorgienne (Tableau 2).

Tableau 2. Longueur et largeur moyennes des escargots échantillonnés selon leur famille respective.

Famille	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Photo
Lymnaeidæ	10,80	6,17	
Physidæ	9,33	5,80	
Planorbidæ	9,74	7,21	
Viviparidæ	17,13	13,03	
Inconnue	18,40	12,80	

4.2. Présence de cercaires et densité de parasites relâchés

Parmi les 120 escargots indigènes collectés, 5% étaient parasités par des cercaires et aucune des 120 vivipares géorgiennes n'était infectée par des cercaires. Les détails des conditions sur le terrain et au laboratoire sont présentés dans les Annexes 5 et 6.

⁴ La famille est non déterminée pour les escargots indigènes prosobranches.

L'information spécifique de chacun des escargots et leurs parasites, le cas échéant, est présentée à l'annexe 7.

Les escargots infectés par des cercaires appartenaient à la famille des Lymnæidæ et des Planorbidæ. Ils ont été trouvés lors du premier et du deuxième échantillonnage au lac Memphrémagog (Tableau 3).

Tableau 3. Pourcentage d'escargots indigènes (**Lymnæidæ** et **Planorbidæ**) trouvés infectés à chacune des sorties et dans l'ensemble des sorties

Date	Escargot indigène	Lymnæidæ		Planorbidæ		Total (%)
	N total	N	Prévalence (%)	N	Prévalence (%)	
14 juin	30	22	4,55	6	0,00	3,33
4 juillet	30	20	20,00	6	16,67	16,67
1 ^{er} août	30	14	0,00	1	0,00	0,00
15 août	30	9	0,00	6	0,00	0,00
Total	120	65	7,69	19	5,26	5,00

Les escargots infectés ont relâché un nombre variable de cercaires allant de 60 à 1900 cercaires par escargot dans 100 ml d'eau (Tableau 4).

Tableau 4. Estimation du nombre de cercaires libérées dans 100 ml d'eau pour chacun des escargots infectés

# de l'escargot	Espèce	Nombre de cercaires libérées dans 100 ml
33	<i>Ladislavella</i> sp.	700
97	<i>Ladislavella</i> sp.	60
100	<i>Ladislavella</i> sp.	540
102	<i>Ladislavella</i> sp.	800
103	<i>Ladislavella</i> sp.	1300
116	<i>Helisoma anceps</i>	1900

Les escargots infectés par des cercaires appartenaient à l'espèce *Ladislavella* sp. (Lymnæidæ) et *Helisoma anceps* (Planorbidæ). Le tableau ci-bas présente les résultats obtenus pour les caractérisations morphologiques et moléculaires (Tableau 5, Annexe

8). La présence de plus d'une espèce pour l'identification avec le 16S indique que l'analyse n'a pas permis d'identifier une seule espèce avec confiance. Le pourcentage d'identité entre le fragment amplifié et les séquences de références étaient trop similaires. Afin de rester conservateur dans la façon de présenter les résultats dans ce rapport, l'identification des escargots Lymnæidæ est limitée à l'échelle taxonomique du genre. En fait, la taxonomie du genre *Ladislavella* est mal résolue. Certains auteurs considèrent *L. catascopium* et *L. elodes* comme deux espèces distinctes, tandis que d'autres les groupent en une seule espèce (Vinarski *et al.*, 2017).

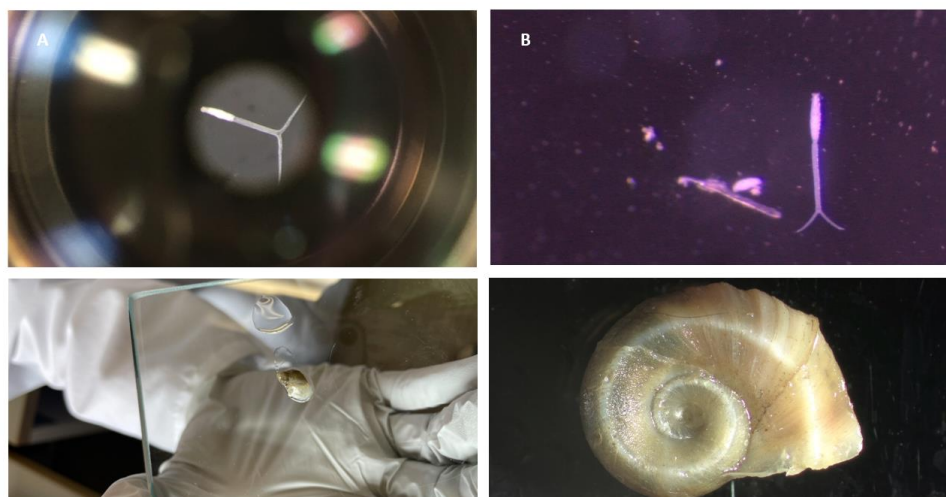
Tableau 5. Caractérisation des escargots infectés selon les résultats morphologiques et moléculaires obtenus par séquençage du gène COI ou 16S, et présence parasitaire dans ces escargots

# de l'escargot	Famille	Identification selon les critères morphologiques	Identification selon l'ADN		Parasité par une cercaire
			Gène COI	Gène 16S ¹	
-	Viviparidæ	<i>Viviparus georgianus</i>	N/D	N/D	Non
33	Lymnæidæ	Lymnæidæ	N/D	N/D	Oui
36	Lymnæidæ	<i>Ladislavella catascopium</i>	<i>L. elodes</i>	<i>L. elodes</i>	Non
38	Planorbidæ	<i>Helisoma anceps</i>	<i>Helisoma</i> sp.	<i>H. anceps</i>	Non
57	Planorbidæ	<i>H. anceps</i>	<i>Helisoma</i> sp.	<i>H. anceps</i>	Non
97	Lymnæidæ	<i>L. catascopium</i>	<i>L. elodes</i>	<i>Stagnicola</i> sp., <i>Ladislavella bonnevillensis</i> , <i>Ladislavella elrodi</i> , <i>Lymnea humilis</i>	Oui
100	Planorbidæ	<i>H. anceps</i>	<i>Helisoma</i> sp.	<i>H. anceps</i>	Oui
102	Lymnæidæ	<i>L. catascopium</i>	<i>L. elodes</i>	<i>Stagnicola</i> sp., <i>L. bonnevillensis</i> , <i>L. elrodi</i>	Oui
103	Lymnæidæ	<i>L. catascopium</i>	<i>L. elodes</i>	<i>Stagnicola</i> sp., <i>L. bonnevillensis</i> , <i>L. elrodi</i>	Oui
108	Lymnæidæ	<i>L. catascopium</i>	N/D	N/D	Non
109	Planorbidæ	<i>H. anceps</i>	<i>Helisoma</i> sp.	<i>H. anceps</i>	Non
116	Lymnæidæ	<i>L. catascopium</i>	<i>L. elodes</i>	<i>Stagnicola</i> sp., <i>L. bonnevillensis</i> , <i>L. elrodi</i> , <i>L. humilis</i>	Oui

¹ L'indétermination de plus d'une espèce indique que l'analyse n'a pas permis d'identifier une espèce avec confiance.

4.3. Identification des cercaires

Deux espèces de cercaires sont suspectées d'avoir parasité les escargots (Figure 6). L'espèce 1, libérée d'un escargot de la famille des Lymnæidæ, a un corps trapu et une furca⁵ longue. L'espèce 2, libérée d'un escargot de la famille des Planorbidæ, a un corps allongé et une furca courte. L'identification moléculaire n'a pas permis d'identifier avec certitude l'espèce des cercaires. Le pourcentage d'identité entre le fragment amplifié et les séquences de références étaient trop similaires (Tableau 6). Pour une cercaire donnée, l'identification de cinq espèces potentielles indique que le pourcentage d'identité était trop similaire. D'autres cercaires, qui ne sont pas suspectées d'être responsables de la dermatite du baigneur, ont également été libérés après avoir été exposés à la lumière. Or, leur identification par séquençage n'a donné aucun résultat concluant (Tableau 6).



⁵ Voir Figure 3

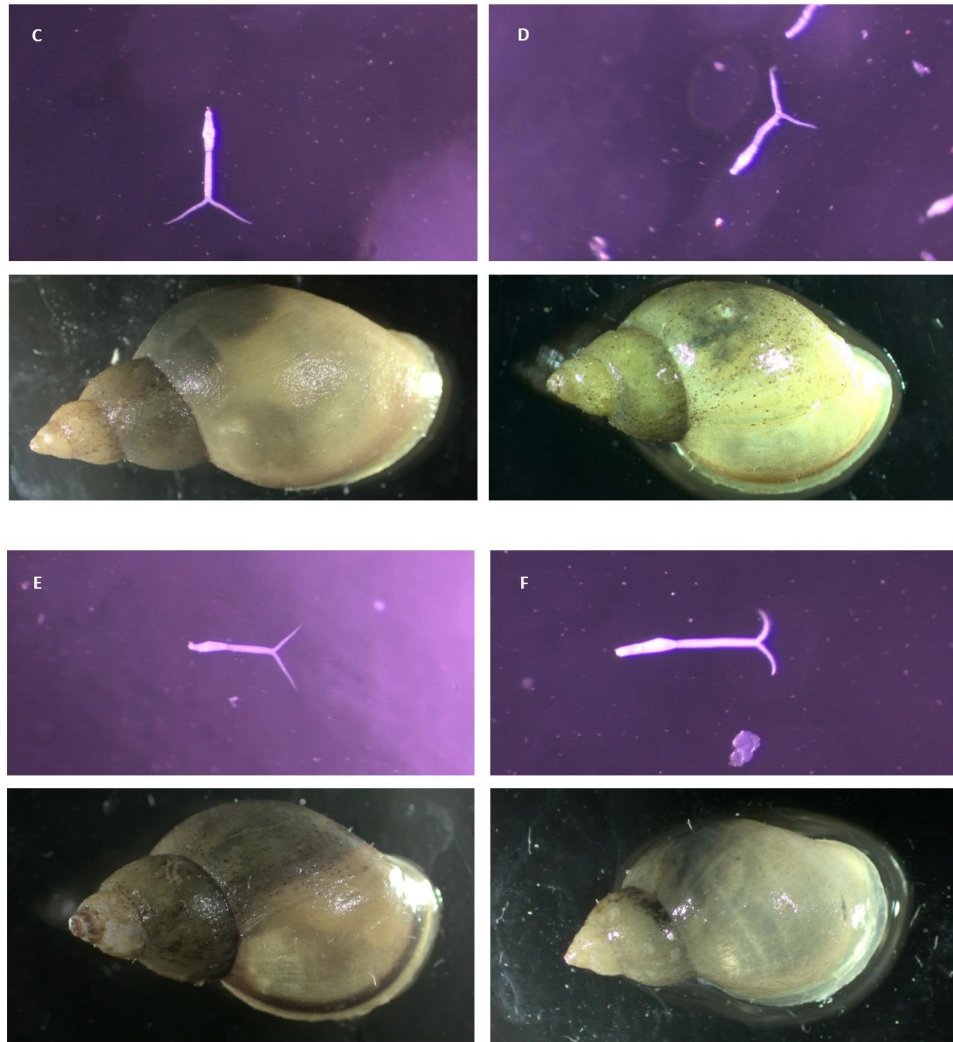


Figure 6. Photos d'escargots parasités et de cercaires libérées (A : Lymnæidæ; B : *Helisoma anceps*; C-F : *Ladislavella* sp.)

Tableau 6. Identification moléculaire des cercaires libérés des escargots infectés.

Les escargots parasités par une furcocercaire sont marqués d'une étoile.

Numéro d'escargot	Espèce d'escargot	Résultat de l'analyse de l'ADN des cercaires				
		Espèce 1	Espèce 2	Espèce 3	Espèce 4	Espèce 5
-	<i>Viviparus georgianus</i>	-	-	-	-	-
33*	Lymnæidæ	<i>Diplostomum phoxini</i>	<i>Diplostomum mergi</i>	<i>Strigeidida</i> sp.	<i>Alaria americana</i>	<i>Alaria alata</i>
36	<i>Ladislavella</i> sp.	<i>Plagiochis</i> sp.	<i>Neoplagioglyphe megastomus</i>	<i>Glypthelmins africana</i>	<i>Rebenstrema exasperatum</i>	<i>Opisthioparorchis</i> sp.
38	<i>Helisoma anceps</i>	<i>Alloglossidium corti</i>	<i>Glypthelmins</i> sp.	<i>Opisthioglyphe ranæ</i>	<i>Rauschiella tineri</i>	<i>Choledocystus hepaticus</i>
57	<i>H. anceps</i>	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
97*	<i>Ladislavella</i> sp.	<i>D. phoxini</i>	<i>D. mergi</i>	<i>A. americana</i>	<i>Strigeidida</i> sp.	<i>A. alata</i>
100*	<i>H. anceps</i>	Avian schistosomatid sp.	Schistosomatidæ sp.	<i>Gigantobilharzia huronensis</i>	<i>Dendritobilharzia pulverulenta</i>	<i>Gigantobilharzia melanoidis</i>
102*	<i>Ladislavella</i> sp.	<i>D. phoxini</i>	<i>Strigeidida</i> sp.	<i>D. mergi</i>	<i>A. americana</i>	<i>A. alata</i>
103*	<i>Ladislavella</i> sp.	<i>Strigeidida</i> sp.	<i>D. phoxini</i>	<i>D. mergi</i>	<i>A. americana</i>	<i>A. alata</i>
108	<i>Ladislavella</i> sp.	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
109	<i>H. anceps</i>	<i>Lissorchis kritskyi</i>	<i>Orthosplanchnus arcticus</i>	<i>Oschmarinella macrorchis</i>	<i>Campula oblonga</i>	<i>Synthesium tursionis</i>
116*	<i>Ladislavella</i> sp.	<i>Trichobilharzia stagnicolæ</i>	Avian schistosomatid sp.	<i>Schistosomatidæ</i> sp.	<i>G. huronensis</i>	<i>D. pulverulenta</i>

4.4. Signalements de la dermatite du baigneur à Magog

Entre le 22 juin et le 14 août 2023, la Ville de Magog a reçu 22 signalements de différentes personnes disant avoir contracté la dermatite à l'une des trois plages suivantes : Plage des Cantons, Plage Ouest et Plage Southière (Annexe 9). Au total, il y a eu 14 signalements par des gens qui se sont baignés à Plage des Cantons et, pour cette même plage, aucun cas n'a été signalé entre le 10 juillet et le 13 août (Figure 7).

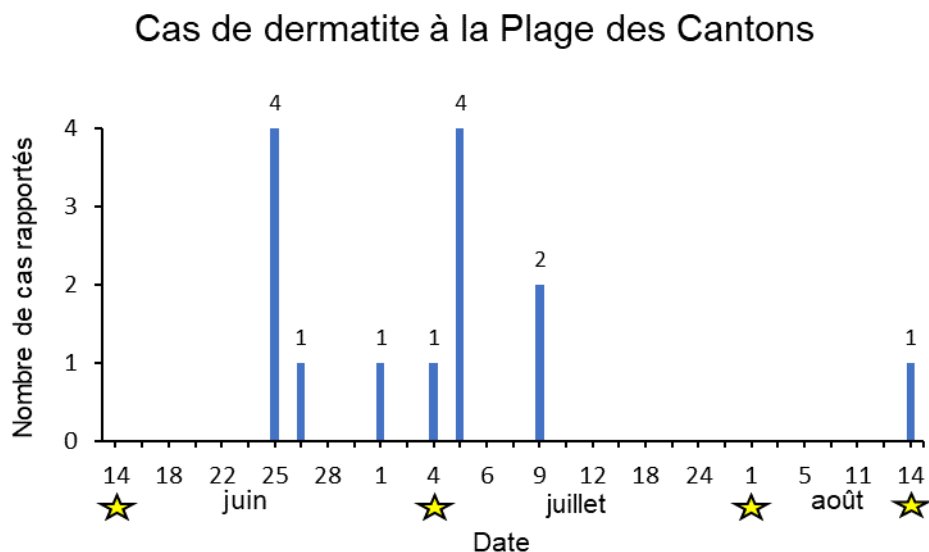


Figure 7. Nombre de cas de dermatite du baigneur signalés à la Ville de Magog entre le 14 juin et le 14 août 2023 à la plage des Cantons

Les dates des journées de récolte d'escargots (14 juin, 4 juillet, 1^{er} août et 14 août) sont marquées d'une étoile.

Pendant l'été 2023, le mois de juillet a été le mois le plus chaud à Magog, avec une température moyenne de 21,44°C (Figure 8). La ville a également reçu d'importantes précipitations pendant le mois de juillet, soit un total de 282,80 mm. Les précipitations ont d'ailleurs causé une inondation moyenne qui a forcé la fermeture des plages municipales. Le 18 juillet, le niveau du lac se situait à 208,64 m, tandis que la moyenne des niveaux d'eau historiques du lac tournait autour de 207,75 m (ministère de la Sécurité publique, 2023). Le niveau d'eau exceptionnellement haut est montré sur une photo à l'annexe 10.

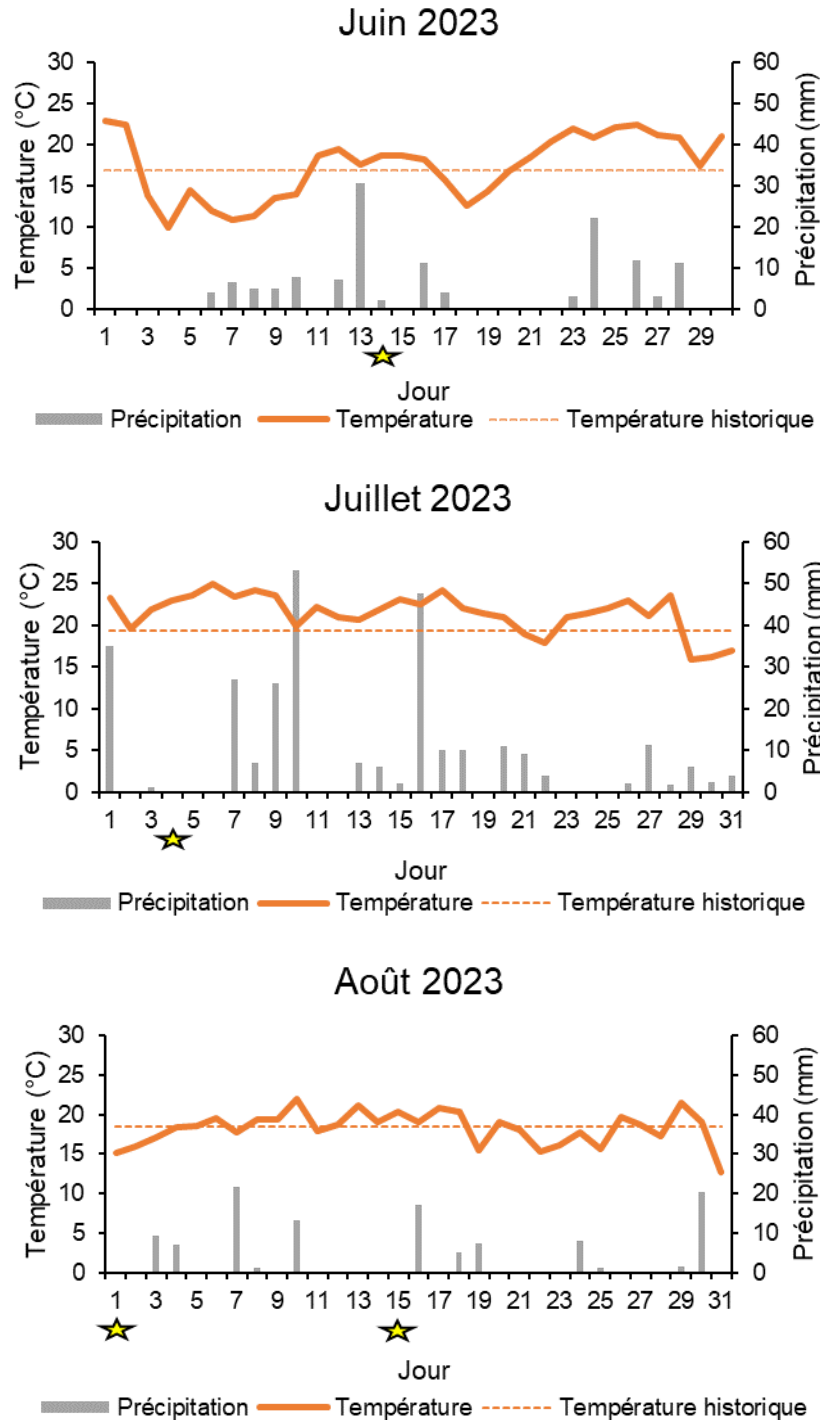


Figure 8. Température et précipitations totales enregistrées chaque journée du mois de juin, juillet et août 2023 à Magog, et températures moyennes historiques de chaque mois. Les données proviennent de Données climatiques du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, à la station 7024440. Les dates de chacune des sorties (14 juin, 4 juillet, 1^{er} août et 14 août) sont marquées d'une étoile.

5. Discussion

5.1. Identification des escargots et des cercaires

L'objectif principal du projet était de vérifier si la vivipare géorgienne peut agir comme un hôte intermédiaire du parasite responsable de la dermatite du baigneur. En parallèle, le projet servait à améliorer les connaissances sur le cycle de vie du parasite de même que sur les interactions entre le parasite et l'escargot exotique. Les résultats démontrent que la vivipare géorgienne n'est pas un hôte du parasite étant donné qu'aucune cercaire n'a émergé des 120 spécimens récoltés. Deux escargots indigènes ont quant à eux libéré des cercaires: *Ladislavella* sp. (famille : Lymnæidæ) et *Helisoma anceps* (famille : Planorbidæ). Dans la littérature, ces deux gastéropodes sont connus pour être des hôtes des cercaires de la famille des Schistosomatidæ. Ils sont répandus dans toute l'Amérique du Nord (Clarke, 1981).

5.2. La vivipare géorgienne : pas un hôte, mais...

La méthode qui a été utilisée dans ce projet, l'exposition à la lumière, est connue pour provoquer la libération des parasites responsables de la dermatite du baigneur (Graham, 2003; Coady *et al.*, 2006; Brant et Locker, 2009; Al-Jubury *et al.*, 2020). L'utilisation de cette méthode confirme que la vivipare géorgienne n'est pas un hôte intermédiaire du parasite en question. Ce résultat est conforme à la littérature connue sur les principaux hôtes intermédiaires de ce parasite, à savoir les escargots appartenant aux familles Lymnæidæ et Planorbidæ (Horák et Kolářová, 2011), et est cohérent avec la littérature connue sur la vivipare géorgienne. En fait, les parasites *Trichobilharzia* sp. se développent rarement dans les escargots prosobranches, comme la vivipare géorgienne (Aldhoun *et al.*, 2009). Cependant, il y a quelques exceptions. Par exemple, en Allemagne et en Finlande, des escargots de la famille Viviparidæ (Elbnik et Fölster-Holst, 2021) et d'autres de la famille Valvatidæ (escargots prosobranches) (Aldhoun *et al.*, 2009), sont des hôtes intermédiaires des cercaires schistosomes. Néanmoins, aucune de ces deux études n'a indiqué s'il s'agissait de cercaires responsables de la dermatite du baigneur.

En combinant la littérature connue et les résultats obtenus dans ce projet, il apparaît que les escargots prosobranches ne sont pas connus pour être des hôtes intermédiaires idéaux du parasite *Trichobilharzia* sp. En outre, les parasites trématodes sont connus pour leur choix d'hôte spécifique, c'est-à-dire qu'ils ne choisissent qu'une espèce d'escargot comme hôte intermédiaire (Esch *et al.*, 2001; Kock, 2001). La spécificité de l'hôte choisi expliquerait pourquoi les gastéropodes exotiques sont rarement les hôtes intermédiaires des parasites locaux (Horák *et al.*, 2002).

Bien que la vivipare géorgienne ne soit pas un hôte intermédiaire de *Trichobilharzia* sp., sa présence dans le lac Memphrémagog pourrait avoir d'autres conséquences sur le cycle du parasite. Par exemple, elle pourrait le compliquer par un effet de dilution; ainsi, l'escargot exotique pourrait se trouver à nuire au parasite dans sa recherche d'un hôte intermédiaire viable, ce qui réduirait le nombre de cercaires libérées dans l'environnement (Westby *et al.*, 2019; McIntire *et al.*, 2021; Stanicka *et al.*, 2021). En outre, la vivipare géorgienne pourrait entrer en compétition avec les espèces indigènes pour les ressources alimentaires telles que le périphyton (Schuler *et al.*, 2020). Une réduction de la biomasse en périphyton pourrait donc modifier le cycle des nutriments de diverses manières et finir par perturber le phytoplancton et le zooplancton (Schuler *et al.*, 2020).

De plus, des épisodes de mortalité massive de vivipares géorgiennes ont été enregistrés ces dernières années (Dillon *et al.*, 2019). Ces épisodes se produisent lorsque plusieurs individus meurent en même temps après la période de reproduction. Ces mortalités sont dues au fait qu'elles sont sémelpares, c'est-à-dire qu'elles ne se reproduisent qu'une fois dans leur vie et meurent ensuite. De tels épisodes rendent les conditions de baignade et de marche désagréables, avec des grandes quantités de coquilles rejetées sur la plage (Dillon *et al.*, 2019).

5.3. *Ladislavella* sp. : un hôte intermédiaire du parasite

Certains escargots indigènes appartenant à l'espèce *Ladislavella* sp. ont libéré des cercaires dont la physionomie les associe à la famille des Schistosomatidæ. Toutefois, les résultats d'ADN ne permettent pas de tirer de conclusions, seulement des hypothèses. Par exemple, l'identification moléculaire des cercaires de l'escargot #116,

du genre *Ladislavella* sp., a permis de faire l'hypothèse qu'il s'agissait de *Trichobilharzia stagnicolæ*. Ce résultat est cohérent avec les connaissances actuelles, en particulier sur l'escargot *Ladislavella catascopium*, identifié dans plusieurs études nord-américaines comme un hôte intermédiaire du parasite *T. stagnicolæ* (Leighton *et al.*, 2000; Locke et Marcogliese, 2005; Gordy *et al.*, 2016, 2018). Le grand harle, qui est une espèce aviaire présente au lac Memphrémagog (Environnement Faucon, 2023), a également été identifié comme un hôte définitif de la cercaire *T. stagnicolæ* (Leighton *et al.*, 2000; Brant et Locker, 2009). Par conséquent, nous proposons l'hypothèse que l'un des escargots *Ladislavella* sp. soit l'hôte intermédiaire de *T. stagnicolæ*. Cependant, d'autres recherches sont nécessaires pour confirmer cette association hôte-parasite dans le lac Memphrémagog.

D'autres escargots *Ladislavella* sp. ont été associés, grâce à des identifications moléculaires, à des cercaires du genre *Diplostomum*. À notre connaissance, peu d'études permettent de confirmer ces résultats, mais certaines pistes de réflexion ont été explorées. Par exemple, l'étude de Gordy *et al.* (2016) a révélé que l'espèce d'escargot *S. elodes* est parasitée par 25 espèces de trématodes, dont *Diplostomum* sp. Pendant longtemps, les parasites *Diplostomum* sp. ont été associés aux poissons. Cependant, des études récentes montrent que le parasite est également associé à des escargots de la famille des Lymnæidæ au Québec (Locke, 2015) et en Europe (Selbach *et al.*, 2016). En Europe, les Lymnæidæ sont souvent associés à l'espèce *D. mergi*. Par conséquent, des recherches supplémentaires restent à faire pour vérifier si *Ladislavella* sp. est un hôte intermédiaire de parasites du genre *Diplostomum* dans le lac Memphrémagog.

5.4. *Helisoma anceps* : un hôte intermédiaire du parasite

En ce qui concerne les escargots parasités appartenant à l'espèce *H. anceps*, d'autres incertitudes empêchent de tirer des conclusions claires. Sous l'action de la lumière, des cercaires ont été libérées de ces escargots, ce qui pointait normalement vers des cercaires de la famille des Schistosmatidæ. Cependant, les résultats d'analyse de leur ADN n'ont pas été concluants. Une identification à une espèce de cette famille a été obtenue pour l'un des escargots. Néanmoins, ce groupe est très large : il comprend différents genres tels que *Trichobilharzia*, *Bilharziella*, *Gigantobilharzia* et possiblement

Allobilharzia, ainsi que d'autres genres qui ne provoquent pas la dermatite du baigneur (Horák *et al.*, 2002; Kolářová *et al.*, 2013).

À notre connaissance, il existe très peu d'études sur l'escargot *H. anceps*. Seulement Brant et Locker (2009) se sont intéressés à la présence de cercaires *Trichobilharzia* sp. à l'intérieur de *H. anceps* et n'en ont trouvé aucune. Une étude de Holliman (1971) a montré que *H. anceps* est un hôte intermédiaire de parasites du genre *Spirorchid* (des cercaires ne causant pas la dermatite du baigneur). En plus d'avoir un corps en forme de « Y » et des ocelles sur la tête, ces cercaires utilisent la tortue peinte (*Chrysemys picta*) comme hôte définitif. Cette tortue est fréquemment observée sur les berges du lac Memphrémagog. Néanmoins, étant donné le peu d'information fournie dans la littérature, il demeure incertain que *H. anceps* puisse agir comme hôte pour le parasite *Trichobilharzia* sp., même si l'escargot a libéré des cercaires.

5.5. Limites à l'identification des cercaires

Les résultats du séquençage de l'ADN des cercaires démontrent qu'il est difficile d'établir avec certitude l'espèce des parasites. En effet, les résultats obtenus ne permettent pas de tirer de conclusions sur l'identification des cercaires, aussi les responsables du projet soulignent l'importance d'améliorer les connaissances sur les méthodes d'identification moléculaire des parasites. L'identification des cercaires jusqu'à l'espèce est une tâche complexe, car les individus sont très petits, et ils ne sont pas au stade adulte. Il est presque impossible de les identifier à l'aide de clés d'identification (Dr. David Gonzalez Solis, communication personnelle; Brant et Locker, 2009). De plus, la seule façon d'obtenir des cercaires adultes est de les extraire des fèces des oiseaux aquatiques (Brant et Loker 2009; Gordy *et al.* 2016). Les clés d'identification sont difficiles à utiliser, car elles requièrent un minimum d'expertise pour distinguer les nombreux genres de cercaires similaires (Rudolfová *et al.*, 2005; Gordy *et al.*, 2016). L'identification par analyse moléculaire est un moyen de contourner ce problème. Toutefois, le résultat d'un séquençage d'ADN doit encore être confirmé par la caractérisation morphologique, et comme expliqué précédemment, ce type d'identification des cercaires est épineux.

En Amérique du Nord, particulièrement au Québec, la dermatite du baigneur a déjà fait l'objet de nombreuses études au début des années 2000. Depuis, les recherches sur le sujet ont ralenti (Poirier, 2001; Lévesque *et al.*, 2002). Heureusement, des études plus récentes réalisées au Michigan (États-Unis) et en Alberta (Canada) ont permis de mettre à jour les connaissances sur le cycle de vie du parasite (Gordy *et al.*, 2018; Rudko *et al.*, 2019). Néanmoins, le manque d'experts capables d'identifier les parasites (tous genres confondus) est flagrant, ce qui compliquera l'identification des nouvelles espèces dans les années à venir (Poulin, 2014).

5.6. Influence du climat sur les taux de prévalence d'une infection chez les escargots

Le taux de prévalence d'une infection chez les escargots obtenu au cours de l'été 2023 est conforme à ce qui est normalement observé en Amérique du Nord, soit un taux de 5 % d'infection aux trématodes du genre *Trichobilharzia* (Locke et Marcogliese, 2005). Les températures relativement élevées et les précipitations modérées enregistrées entre la mi-juin et le début juillet pourraient expliquer la détection de cercaires lors des deux premières sorties sur le terrain. La chaleur et la lumière activent le métabolisme des escargots, ce qui accélère le développement des trématodes (Lindblade, 1998).

Quant à l'absence de cercaires lors des deux dernières sorties du mois d'août, il est possible que ce résultat soit attribuable aux conditions météorologiques. En effet, les inondations historiques de la mi-juillet ont pu avoir un effet néfaste sur le cycle de vie du parasite. La hausse du niveau du lac a aussi pu réduire les possibilités de rencontre entre les parasites et leurs hôtes, les trématodes ne nageant que sur de courtes distances (Fiedler *et al.*, 2005). Il se peut, par ailleurs, que les courants aient éloigné les cercaires des zones de baignade, compliquant ainsi la recherche d'hôtes intermédiaires et définitifs. Une étude des conséquences d'un ouragan de catégorie 3 dans la péninsule du Yucatán au Mexique (Aguirre-Macedo *et al.*, 2011) a révélé des similitudes avec ce qui s'est passé dans le lac Memphrémagog. Les chercheurs ont notamment observé une réduction de la biomasse des escargots et du nombre d'infections par des trématodes jusqu'à 14 semaines après l'ouragan. Dans le cas de l'étude menée au lac Memphrémagog, la différence de biomasse des escargots n'a pas été mesurée, mais il a été observé que les escargots exotiques étaient plus difficiles à trouver au début du

mois d'août (il y avait plus d'escargots morts que d'escargots vivants). Ainsi, l'augmentation des événements extrêmes causés par les changements climatiques pourrait compliquer le cycle de vie du parasite dans les années à venir.

5.7. Perspectives

5.7.1. Surveillance des gastéropodes aquatiques envahissants

Dans les prochaines années, l'introduction de nouvelles espèces exotiques envahissantes (dans ce cas-ci, des escargots) sera à surveiller dans les lacs récréatifs du Québec. Dans leur aire d'origine, certaines espèces d'escargots sont des hôtes intermédiaires pour des parasites comme celui responsable de la dermatite. C'est aussi le cas d'une EEE présente au Québec, *Ampullacæna balthica* (ancien nom : *Radix Baltica*), observée dans un lac de Rimouski (Vinarski *et al.*, 2022). Cette espèce indigène de l'Europe est connue pour héberger certaines espèces de parasites responsables de la dermatite du baigneur (Juhász *et al.*, 2022). Cependant, il n'y a actuellement aucune preuve que cette espèce puisse être un hôte intermédiaire de parasites du genre *Trichobilharzia* sous nos latitudes.

Bien que les EEE soient rarement des hôtes en dehors de leur aire d'origine en raison de la spécificité d'hôte des parasites (Horák *et al.*, 2002), ce phénomène n'est pas impossible. Par exemple, dans une étude réalisée en Autriche, l'escargot aquatique envahissant *Physa acuta*, appartenant à la famille des Lymnæidæ et originaire d'Amérique du Nord, s'est révélé un hôte intermédiaire pour *Trichobilharzia physellæ* (Helmer *et al.*, 2021). Il serait donc intéressant de vérifier si *A. balthica* peut agir comme hôte intermédiaire pour *Trichobilharzia* au Québec et de poursuivre la surveillance sur la présence et les effets potentiels des EEE.

5.7.2. Importance de l'éducation et de la sensibilisation

Dans le passé, diverses méthodes de lutte contre la dermatite du baigneur ont été testées touchant différents organismes intervenant dans le cycle de vie du parasite. Par exemple, l'utilisation de molluscicide a longtemps été considérée comme une solution d'éradication des escargots nuisibles dans les lacs d'Amérique du Nord (Blankespoor et Reimink, 1991; Locke et Marcogliese, 2005). Cependant, les résultats de l'application de

ces produits ont été peu concluants en raison des courants et des vents qui modifient leur trajectoire et entraînent leur dispersion en dehors de la zone ciblée (Locke et Marcogliese, 2005), sans compter l'effet toxique potentiel de tels produits sur la faune et la flore aquatique (Blankespoor et Reimink, 1991). Des méthodes moins intrusives pour l'écosystème sont utilisées sur certains sites, comme la collecte manuelle des escargots et le défrichage de la végétation, mais les collectes doivent être répétées fréquemment (Lévesque *et al.*, 2002, Horák *et al.*, 2015). Pour les oiseaux aquatiques, il est recommandé d'éviter de les nourrir afin de ne pas les attirer davantage dans un environnement où le parasite est présent (Lévesque *et al.*, 2002). Avec ces méthodes, il est possible de « contrôler » le nombre d'hôtes présents dans un milieu et donc de « contrôler » indirectement le nombre de parasites.

Or, le contrôle des parasites pourrait entraîner des répercussions importantes, car ils sont partout et jouent un rôle dans les écosystèmes (Poulin, 1999). Par exemple, ils sont un maillon de la chaîne alimentaire, car ils s'attaquent à certaines espèces de poissons, de crustacés, de bivalves, de cnidaires, d'insectes et de zooplancton (Thieltges *et al.*, 2013; Selbach *et al.*, 2019). Selon la base de connaissances limitées actuelles, l'éradication des parasites ne semble pas être une solution viable pour les écosystèmes.

Par conséquent, la meilleure stratégie pour « contrôler » la dermatite du baigneur est d'éduquer et de sensibiliser. L'installation d'affiches sur les rivages des plages problématiques permet d'avertir les baigneurs des risques courus, en plus de leur indiquer comment prévenir une infection (Gordy *et al.*, 2018; Annexe 11). Par exemple, il est recommandé de se doucher immédiatement après être sorti de l'eau et de se sécher avec une serviette (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2012; Selbach *et al.*, 2016). Grâce à la sensibilisation, la population apprend à adapter ses habitudes pour mieux cohabiter avec le parasite.

6. Conclusion

En conclusion, la vivipare géorgienne n'est pas l'hôte intermédiaire du parasite responsable de la dermatite du baigneur au lac Memphrémagog d'après les spécimens analysés et tel qu'il est mentionné dans la littérature. Une partie des résultats présentés dans ce rapport vient d'être publiée dans un journal révisé par les pairs (Fontaine-Dupont *et al.*, 2025). L'échantillonnage de l'été 2023 indique que cinq escargots indigènes appartenant à l'espèce *Ladislavella* sp. (dans la famille des Lymnæidæ) et un escargot appartenant à *H. anceps* (dans la famille des Planorbidæ) ont libéré des cercaires. Compte tenu des différences morphologiques entre les individus, les cercaires observées pourraient appartenir à deux familles. Cependant, le séquençage d'ADN des cercaires a donné des résultats peu concluants, ce qui a empêché d'identifier les individus. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les associations hôtes-parasites au lac Memphrémagog. Néanmoins, les résultats obtenus confirment que la méthode de détection est valide et peut être utilisée pour acquérir plus de données sur le cycle de vie de ce parasite au Québec.

Quant à l'escargot exotique, la vivipare géorgienne, sa présence dans le lac Memphrémagog pourrait entraîner des conséquences importantes sur l'écosystème, comme la compétition avec les espèces indigènes, et pourrait ainsi avoir des effets indirects sur la prévalence de la dermatite du baigneur. Compte tenu du peu de connaissances disponibles sur la vivipare géorgienne, des recherches supplémentaires sur cette espèce seront nécessaires dans les années à venir.

7. Références bibliographiques

- Aguirre-Macedo, M. L., Vidal-Martínez, V. M., et Lafferty, K. D. (2011). Trematode communities in snails can indicate impact and recovery from hurricanes in a tropical coastal lagoon. *International Journal for Parasitology*, 41(13-14), 1403-1408. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2011.10.002>
- Aldhoun, J. A., Faltýnková, A., Karvonen, A., et Horák, P. (2009). Schistosomes in the North: A unique finding from a prosobranch snail using molecular tools. *Parasitology International*, 58(3), 314-317. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2009.03.007>
- Aldhoun, J. A., Podhorský, M., Holická, M., et Horák, P. (2012). Bird schistosomes in planorbid snails in the Czech Republic. *Parasitology International*, 61(2), 250-259. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2011.10.006>
- Al-Jubury, A., Bygum, A., SusannaTracz, E., Näslund Koch, C., et Buchmaan, K. (2021). Cercarial dermatitis at public bathing sites (Region Zealand, Denmark): A case series and literature review. *Case Reports in Dermatology*, 13(2), 360-365. <https://doi.org/10.1159/000516981>.
- Al-Jubury, A., Kania, P., Bygum, A., et Buchmann, K. (2020). Temperature and light effects on *Trichobilharzia szidati* cercariæ with implications for a risk analysis. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 62(54), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13028-020-00553-z>
- Anderson, P. A., Nowosielski, J. W., et Croll, N. A. (1976). The emergence of cercariæ of *Trichobilharzia ocellata* and its relationship to the activity of its snail host *Lymnæa stagnalis*. *Canadian Journal of Zoology*, 54(9), 1481-1487. <https://doi.org/10.1139/z76-171>
- 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 Reimink, R. L. (1991). The Control of Swimmer's Itch in Michigan: Past, Present, and Future. *The Michigan Academician*, 24(1), 7-23.
- Brant, S. V., et Locker, E. S. (2009). Molecular systematics of the avian schistosome genus *Trichobilharzia* (Trematoda: Schistosomatidae) in North America. *Journal of Parasitology*, 95(4), 941-963. <https://doi.org/10.1645/GE-1870.1>
- Brant, S. V., et Locker, E. S. (2013). Discovery-based studies of schistosome diversity stimulate new hypotheses about parasite biology. *Trends in Parasitology*, 29(9), 449-459. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2013.06.004>
- Brönmark, C. (1989). Interactions between epiphytes, macrophytes and freshwater snails: A review. *Journal of Molluscan Studies*, 55(2), 299-311. <https://doi.org/10.1093/mollus/55.2.299>
- Browne, R. A. (1978). Growth, mortality, fecundity, biomass and productivity of four lake populations of the prosobranch snail, *Viviparus georgianus*. *Ecology*, 59(4), 742-750. <https://doi.org/10.2307/1938778>
- Burch, J. B. (1982). *Freshwater snails (Mollusca: Gastropoda) of North America*. United States Environmental Protection Agency.

- Bury, J. A., Sietman, B. E., et Karns, B. N. (2007). Distribution of the non-native Viviparid snails, *Bellamya chinensis* and *Viviparus georgianus*, in Minnesota and the first record of *Bellamya japonica* from Wisconsin. *Journal of Freshwater Ecology*, 22(4), 697-703. <https://doi.org/10.1080/02705060.2007.9664830>
- Chamot, E., Toscani, L., et Rougemont, A. (1998). Public health importance and risk factors for cercarial dermatitis associated with swimming in Lake Lemman at Geneva, Switzerland. *Epidemiology and Infection*, 120(1), 305-314.
- Christensen, N. O. (1979). *Schistosoma mansoni*: Interference with cercarial host-finding by various aquatic organisms. *Journal of Helminthology*, 53(1), 7-14. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00005678>
- Clarke, A. H. (1981). *Les mollusques d'eau douce du Canada*. Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada.
- Coady, N. R., Muzzall, P. M., Burton, T. M., Snider, R. J., Saxton, J., Sergeant, M., et Sommers, A. (2006). Ubiquitous variability in the prevalence of *Trichobilharzia stagnicolæ* (Schistosomatidae) infecting *Stagnicola emarginata* in three northern Michigan lakes. *Journal of Parasitology*, 92(1), 10-15. <https://doi.org/10.1645/GE-3336.1>
- Combes, C., Fournier, A., Moné, H., et Théron, A. (1994). Behaviours in trematode cercariae that enhance parasite transmission: Patterns and processes. *Parasitology*, 109(S1), S3-S13. <https://doi.org/10.1017/S0031182000085048>
- Combes, C., et Moné, H. (1987). Possible mechanisms of the decoy effect in *Schistosoma mansoni* transmission. *International Journal for Parasitology*, 17(4), 971-975. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(87\)90017-8](https://doi.org/10.1016/0020-7519(87)90017-8)
- David, A. A., Petit, L., et Edmund, M. (2020). Resilience of a highly invasive freshwater gastropod, *Viviparus georgianus* (Caenogastropoda: Viviparidae), to CO₂-induced acidification. *Journal of Molluscan Studies*, 86(3), 259-262. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyaa008>
- David, A. A., Zhou, H., Lewis, A., Yhann, A., et Verra, S. (2017). DNA barcoding of the banded mystery snail, *Viviparus georgianus* in the Adirondacks with quantification of parasitic infection in the species. *American Malacological Society*, 35(2), 175-180. <https://doi.org/10.4003/006.035.0211>
- Díaz-Morales, D. M., Bommarito, C., Vajedsamiei, J., Grabner, D. S., Rilov, G., Wahl, M., et Sures, B. (2022). Heat sensitivity of first host and cercariae may restrict parasite transmission in a warming sea. *Scientific Reports*, 12(1), 1174. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05139-5>
- Dillon, R. T. (2000). *The ecology of freshwater molluscs*.
- [Dillon, R. T., Jr., et al. \(2019\). The freshwater gastropods of North America Volume 1: Atlantic drainages, Georgia through Pennsylvania. FWGNA press. \[Page consultée le 15 juillet 2024.\] https://www.fwgna.org/species/viviparidae/v_georgianus.html](https://www.fwgna.org/species/viviparidae/v_georgianus.html)
- Eckblad, J. W., et Shealy, M. H., Jr. (1972). Predation on largemouth bass embryos by the pond snail *Viviparus georgianus*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 101(4), 734-738. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1972\)101<734:POLBEB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1972)101<734:POLBEB>2.0.CO;2)

- Elbnik, F., et Fölster-Holst, R. (2021). Cercarial dermatitis in Schleswig-Holstein distribution of cercariae in public swimming lakes. *Journal of biomedical research & environmental sciences*, 2(11), 1148-1153. <https://doi.org/10.37871/jbres1362>
- Environnement Faucon. (2023). *Rapport annuel : Compte rendu des activités d'effarouchement aux plages de la Ville de Magog en 2023. Technical report*, Magog, Québec, Canada, octobre 2023, 10 p.
- Esch, G. W., Curtis, L. A., et Barger, M. A. (2001). A perspective on the ecology of trematode communities in snails. *Parasitology*, 123(7), 57-75. <https://doi.org/10.1017/S0031182001007697>
- Evans, N. A. (1985). The influence of environmental temperature upon transmission of the cercariae of *Echinostoma liei* (Digenea: Echinostomatidae). *Parasitology*, 90(2), 269-275. <https://doi.org/10.1017/S0031182000050976>
- Fiedler, W., Rothhaupt, K.-O., Werner, S., Güde, H., Haas, W., Hertel, J., Kimmig, P., Kirch, A., Ostendorp, W., Sproll, A., Winterer, H., et Wulff, C. (2005). Entwicklung von Maßnahmen zur Verminderung der Badedermatitis-Belastung am Bodensee. Umweltforschung in Baden-Württemberg. *Abschlussbericht*, 1-10.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., et Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3, 294-299.
- Fontaine-Dupont, J., Goldsmit, J., et Pimentel, M. (2025) To host or not to host: Participation of the exotic snail *Viviparus georgianus* in the swimmer's itch parasite life cycle. *Management of Biological Invasions*, 16.
- Gendron, A. A., et Marcogliese, D. J. (2016). Reduced survival of a native parasite in the invasive round goby: Evidence for the dilution hypothesis? *Aquatic Invasions*, 11(2), 189-198. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2016.11.2.08>
- Gendron, A. A., et Marcogliese, D. J. (2017). Enigmatic decline of a common fish parasite (*Diplostomum* spp.) in the St. Lawrence River: Evidence for a dilution effect induced by the invasive round goby. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 6(3), 402-411. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijppaw.2017.04.002>
- Giovenazzo, P., Lévesque, B., Dewailly, E., et Duval, A. (1995). *Digeneæ cercaria emergence from the aquatic snails of the St-Lawrence River in Québec City, Canada*. Direction régionale de la santé publique de Québec.
- Gordy, M. A., Cobb, T. P., et Hanington, P. C. (2018). Swimmer's itch in Canada: A look at the past and a survey of the present to plan for the future. *Environmental Health*, 17(73), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0417-7>
- Gordy, M. A., Kish, L., Tarrabain, M., et Hanington, P. C. (2016). A comprehensive survey of larval digenean trematodes and their snail hosts in central Alberta, Canada. *Parasitology Research*, 115(10), 3867-3880. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5152-9>
- Graham, A. L. (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(3), 458-463. [https://doi.org/10.1645/0022-3395\(2003\)089\[0458:EOSSAA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2003)089[0458:EOSSAA]2.0.CO;2)

- Gross, M. R., et MacMillan, A. M. (1981). Predation and the evolution of colonial nesting in bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 8(3), 163-174. <https://doi.org/10.1007/BF00299826>
- Groupe consultatif de l'étude sur le Memphrémagog (GCEM). (2020). *Étude sur les apports de nutriments et leurs impacts sur le lac Memphrémagog*.
- Helmer, N., Blatterer, H., Hörweg, C., Reier, S., Sattmann, H., Schindelar, J., Szucsich, N. U., et Haring, E. (2021). First record of *Trichobilharzia physellæ* (Talbot, 1936) in Europe, a possible causative agent of cercarial dermatitis. *Pathogens*, 10(11), 1473. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111473>
- Hintz, W. D., Schuler, M. S., Jones, D. K., Coldsnow, K. D., Stoler, A. B. et Relyea, R. A. (2019). Nutrients influence the multi-trophic impacts of an invasive species unaffected by native competitors or predators. *Science of the Total Environment*, 694(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133704>
- Holliman, R. B. (1971). Ecological observations on two species of spirorchid trematodes. *American Midland Naturalist*, 509-512. <https://www.jstor.org/stable/2423645>
- Horák, P., et Kolářová, L. (2011). Snails, waterfowl and cercarial dermatitis. *Freshwater Biology*, 56(4), 779-790. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2010.02545.x>
- Horák, P., Kolářová, L., et Adema, C. M. (2002). Biology of the schistosome genus *Trichobilharzia*. *Advances in Parasitology*, 52(1), 155-233. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(02\)52012-1](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(02)52012-1)
- Horák, P., Kolářová, L., et Dvořák, J. (1998). *Trichobilharzia regenti* n. sp. (Schistosomatidae, Bilharziellinae), a new nasal schistosome from Europe. *Parasite*, 5(4), 349-357. <http://dx.doi.org/10.1051/parasite/1998054349>
- Horák, P., Mikeš, L., Lichtenbergová, L., Skála, V., Soldánová, M., et Brant, S. V. (2015). Avian schistosomes and outbreaks of cercarial dermatitis. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(1), 165-190. <https://doi.org/10.1128/CMR.00043-14>
- Jokinen, E. H., Guerette, J., et Kortmann, R. W. (1982). The natural history of an ovoviviparous snail, *Viviparus georgianus* (Lea), in a soft-water eutrophic lake. *Freshwater Invertebrate Biology*, 1(4), 2-17. <https://doi.org/10.2307/1467137>
- Juhász, A., Majoros, G., et Cech, G. (2022). Threat of cercarial dermatitis in Hungary: A first report of *Trichobilharzia franki* from the mallard (*Anas platyrhynchos*) and European ear snail (*Radix auricularia*) using molecular methods. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 18(1), 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.04.009>
- Kock, S. (2001). Investigations of intermediate host specificity help to elucidate the taxonomic status of *Trichobilharzia ocellata* (Digenea: Schistosomatidae). *Parasitology*, 123(1), 67-70. <https://doi.org/10.1017/S0031182001008101>
- Kolářová, L., Horák, P., Skírnisson, K., Marečková, H., et Doenhoff, M. (2013). Cercarial dermatitis, a neglected allergic disease. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 45, 63-74. <https://doi.org/10.1007/s12016-012-8334-y>
- Kriska, G. (2023). Identification key: Freshwater invertebrates. *Freshwater invertebrates in Central Europe*. Springer, 1-527. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95323-2_1

- Larson, M. D., Levri, E. P., Huzurbazar, S. V., Greenwood, D. J., Wise, K. L., et Krist, A. C. (2020). No evidence for a dilution effect of the nonnative snail, *Potamopyrgus antipodarum*, on native snails. *PLOS ONE*, 15(10), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239762>
- Leighton, B. J., Zervos, S., et Webster, J. M. (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(1), 9-17. [https://doi.org/10.1016/S1383-5769\(99\)00034-3](https://doi.org/10.1016/S1383-5769(99)00034-3)
- Lévesque, B., Giovenazzo, P., Guerrier, P., Laverdière, D., et Prud'homme, H. (2002). Investigation of an outbreak of cercarial dermatitis. *Epidemiology and Infection*, 129(2), 379-386. <https://doi.org/10.1017/S0950268802007379>
- Lindblade, K. A. (1998). The epidemiology of cercarial dermatitis and its association with limnological characteristics of a northern Michigan lake. *The Journal of Parasitology*, 84(1), 19-23. <https://doi.org/10.2307/3284521>
- Locke, S. A., Al-Nasiri, F. S., Caffara, M., Drago, F., Kalbe, M., Lapierre, A. R., McLaughlin, J. D., Nie, P., Overstreet, R. M., Souza, G. T.R., Takemoto, R. M., et Marcogliese, D. J. (2015). Diversity, specificity and speciation in larval Diplostomidae (Platyhelminthes: Digenea) in the eyes of freshwater fish, as revealed by DNA barcodes. *International Journal for Parasitology*, 45(13), 841-855. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpara.2015.07.001>
- Locke, S., et Marcogliese, D. J. (2005). *Rapport sommaire sur la dermatite du baigneur*. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-234, 44.
- Lyholt, H. C., et Buchmann, K. (1996). *Diplostomum spathaceum*: Effects of temperature and light on cercarial shedding and infection of rainbow trout. *Diseases of Aquatic Organisms*, 25(3), 169-173. <https://doi.org/10.3354/dao025169>
- Mas-Coma, S., Valero, M. A., et Bargues, M. D. (2009). Climate change effects on trematodiasis, with emphasis on zoonotic fascioliasis and schistosomiasis. *Veterinary Parasitology*, 163(4), 264-280. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.03.024>
- McIntire, K. M., Chappell, K. M., et Juliano, S. A. (2021). How do noncompetent hosts cause dilution of parasitism? Testing hypotheses for native and invasive mosquitoes. *Ecology*, 102(10), <https://doi.org/10.1002/ecy.3452>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2024). Faune aquatique exotique envahissante au Québec : Atlas de l'eau. [Page consultée le 5 juillet 2024.] <https://services-mddelcc.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=371faa9786634167a7bdefdead35e43e&extent=-9688166.011%2C5525545.9181%2C-6048540.4722%2C7276871.1102%2C102100&showLayers=18c692e6e92-layer-135%3B18c692f21b1-layer-138%3B18c692fc70d-layer-141%3B18d3bcde39b-layer-157>
- Memphrémagog Conservation (MCI). (2008). *Dermatite du baigneur*. <https://www.memphremagog.org/fr/dermatite-du-baigneur>
- Memphrémagog Conservation (MCI). (2021). *Profil physico-chimique de l'eau du lac Memphrémagog, saison estivale 2021*. Étude effectuée par la patrouille du MCI 2021 et rédigé par Fanny De Blois, 31.

- Memphrémagog Conservation (MCI). (2022). *Suivi des populations de moules zébrées et caractérisation des vivipares exotiques au lac Memphrémagog – Été 2022*.
- Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2012). *Attention! Quand la dermatite du baigneur apparaît...* <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-000774/>
- Ministère de la Sécurité publique. (2023). *Vigilance – Surveillance de la crue des eaux. Station 02OE012*. <https://vigilance.geo.msp.gouv.qc.ca/stations/564>
- Moisan, J., 2010. *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-58416-2 (version imprimée), 82 (incluant 1 ann.).
- Morley, N. J. (2011). Thermodynamics of cercarial survival and metabolism in a changing climate. *Parasitology*, 138(11), 1442-1452. <https://doi.org/10.1017/S0031182011001272>
- Normandeau, J. (1988). *Dermatite des nageurs*. Département de santé communautaire – Hôtel-Dieu de Saint-Jérôme.
- Palumbi, S. R., Martin, A., Romano, S., McMillan, W. S., Stice, S. L., Grabowski, G., Martin, A. P., et McMillan, W. (1991). *The simple fool's guide to PCR*. Department of Zoology and Kewalo Marine Laboratory, University of Hawaii, Honolulu.
- Pêches et Océans Canada. (2019). *À propos des espèces aquatiques envahissantes*. [Page consultée le 15 juillet 2024.] <https://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/ais-eae/about-sur/index-fra.html>
- Pêches et Océans Canada. (2022). *Les envahisseurs aquatiques : carnet d'identification d'espèces envahissantes d'eau douce du Québec*. [Page consultée le 15 juillet 2024.] <https://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/publications/ais-eae/identification-qc/index-fra.html>
- Poirier, A. (2001). *La gestion d'un problème de santé environnementale au Québec : prévention et interventions portant sur la dermatite du baigneur au lac Nairn (région touristique de Charlevoix)* [Rapport de stage comme ingénieur-maître]. Université de Provence.
- Poulin, R. (2006). Global warming and temperature-mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. *Parasitology*, 132(1), 143-151. <https://doi.org/10.1017/S0031182005008693>
- Rappel. (2023). *Espèces aquatiques exotiques envahissantes*. [Page consultée le 15 juillet 2024.] <https://rappel.qc.ca/fiches-informatives/especes-exotiques-envahissantes/>
- Reimink, R. L., DeGoede, J. A., et Blankerspoor, H. D. (1995). Efficacy of praziquantel in natural populations of mallards infected with avian schistosomes. *The Journal of Parasitology*, 81(6), 1027-1029. <https://doi.org/10.2307/3284067>
- Rohr, J. R., Civitello, D. J., Halliday, F. W., Hudson, P. J., Lafferty, K. D., Wood, C. L., et Mordecai, E. A. (2020). Towards common ground in the biodiversity: Disease debate. *Nature Ecology & Evolution*, 4(1), 24-33. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1060-6>
- Rudko, S. P., Turnbull, A., Reimink, R. L., Froelich, K., et Hanington, P. C. (2019). Species-specific qPCR assays allow for high-resolution population assessment of four species avian schistosome that cause swimmer's itch in recreational lakes. *International Journal for*

- Parasitology: Parasites and Wildlife*, 9(1), 122-129.
<https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.04.006>
- Rudolfová, J., Hampl, V., Bayssade-Dufour, C., Lockyer, A. E., Littlewood, D. T. J., et Horák, P. (2005). Validity reassessment of *Trichobilharzia* species using *Lymnaea stagnalis* as the intermediate host. *Parasitology Research*, 95, 79-89. <https://doi.org/10.1007/s00436-004-1262-x>
- Schuler, M. S., Hintz, W. D., Jones, D. K., Mattes, B. M., Stoler, A. B., et Relyea, R. A. (2020). The effects of nutrient enrichment and invasive mollusks on freshwater environments. *Ecosphere*, 11(10), e03196. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3196>
- Selbach, C., Soldánová, M., et Sures, B. (2016). Estimating the risk of swimmer's itch in surface waters: A case study from Lake Baldeney, River Ruhr. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219(7), 693-699. <http://doi.org/10.1016/j.ijheh.2015.03.012>
- Selbach, C., Rosenkranz, M., et Poulin, R. (2019). Cercarial behavior determines risk of predation. *Journal of Parasitology*, 105(2), 330-333. <https://doi.org/10.1645/18-165>
- Soldánová, M., Faltýnková, A., Scholz, T., et Kostadinova, A. (2011). Parasites in a man-made landscape: Contrasting patterns of trematode flow in a fishpond area in Central Europe. *Parasitology*, 138(6), 789-807. <https://doi.org/10.1017/S0031182011000291>
- Soldánová, M., Selbach, C., et Sures, B. (2016). The early worm catches the bird? Productivity and patterns of *Trichobilharzia szidati* cercarial emission from *Lymnaea stagnalis*. *PLOS ONE*, 11(2), 1-21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149678>
- Stanicka, A., Cichy, A., Bulantová, J., Labecka, A. M., Ćmiel, A. M., Templin, J., Horák, P., et Żbikowska, E. (2022). Thinking “outside the box”: The effect of nontarget snails in the aquatic community on mollusc-borne diseases. *Science of The Total Environment*, 845(1), 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157264>
- Stanicka, A., Migdalski, L., Szopieray, K., Cichy, A., Jermacz, L., Lombardo, P., et Zbikowska, E. (2021). Invaders as diluents of the cercarial dermatitis etiological agent. *Pathogens*, 10(6), 740. <https://doi.org/10.3390/pathogens10060740>
- Thieltges, D. W., Amundsen, P.-A., Hechinger, R. F., Johnson, P. T. J., Lafferty, K. D., Mouritsen, K. N., Preston, D. L., Reise, K., Zander, C. D., et Poulin, R. (2013). Parasites as prey in aquatic food webs: Implications for predator infection and parasite transmission. *Oikos*, 122(10), 1473-1482. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00243.x>
- Thieltges, D. W., et Rick, J. (2006). Effect of temperature on emergence, survival and infectivity of cercariae of the marine trematode *Renicola roscovita* (Digenea: Renicolidae). *Diseases of Aquatic Organisms*, 73(1), 63-68. <https://doi.org/10.3354/dao073063>
- Verbrugge, L. M., Rainey, J. J., Reimink, R. L. et Blankespoor, H. D. (2004). Prospective study of swimmer's itch incidence and severity. *Journal of Parasitology*, 90(4), 697-704. <https://doi.org/10.1645/GE-237R>
- Vinarski MV, Bolotov IN, Schniebs K, Nekhaev IO, et Hundsdoerfer, A. K. (2017). Endemics or strangers? The integrative re-appraisal of taxonomy and phylogeny of the Greenland Lymnaeidae (Mollusca: Gastropoda). *Comptes Rendus Biologies*, 340(11-12): 541-557, <https://doi.org/10.1016/j.crv.2017.09.005>

- Vinarski, M. V., Aksenova, O. V., Bolotov, I. N., Kondakov, A. V., Khrebtova, I. S., Gofarov, M. Y., Schindler, M., et Zuykov, M. (2022). A new alien snail *Ampullaceana balthica* for the Canadian fauna, with an overview of Transatlantic malacofaunal exchange in the Anthropocene. *Aquatic Invasions*, 17(1), 21-35. <https://doi.org/10.3391/ai.2022.17.1.02>
- Vincent, B. (1979). Étude du benthos d'eau douce dans le haut-estuaire du Saint-Laurent (Québec). *Canadian Journal of Zoology*, 57(11), 2171-2182. <https://doi.org/10.1139/z79-285>
- Westby, K. M., Sweetman, B. M., Van Horn, T. R., Biro E. G., et Medley, K. A. (2019). Invasive species reduces parasite prevalence and neutralizes negative environmental effects on parasitism in a native mosquito. *Journal of Animal Ecology*, 88(8), 1215-1225. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13004>

8. Annexes

Annexe 1. Localisation de signalements de cas de dermatite du baigneur connus dans la littérature

Quelques exemples de cas de dermatite du baigneur tirés de la littérature scientifique entre 1998 et 2016 au Québec.

Année	Lacs, régions	Nombre de lacs	Références
1998	Rimouski, Rouyn-Noranda, le lac Saint-François, Portneuf et Hull	28	Locke et Marcogliese (2005)
2000	Lac Nairne (Charlevoix) et lac Beauport (Capitale-Nationale)	2	Poirier (2001) Lévesque <i>et al.</i> (2002)
2008	Lac Memphrémagog (Estrie)	1	MCI (2008)
2013, 2014, 2016	n. d.	8	Gordy <i>et al.</i> (2018)

Annexe 2. Association d'espèces de cercaires du genre *Trichobilharzia* à leur hôte intermédiaire et définitif

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Références	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. adamsi</i>	Physidæ – <i>Physella gyrina</i>	Anatidæ – <i>Anas platyrhynchos</i> * – <i>Anas domesticus</i> *	Amérique du Nord – Canada	Edwards et Jansch (1955) cité dans Brant et Locker (2009)	 (FWGNA)	
<i>T. alaskensis</i>	Lymnæidæ – <i>Lymnæa stagnalis</i>	Anatidæ – <i>Anas platyrhynchos</i> *	Amérique du Nord – États-Unis : Alaska	Harkema (1960) cité dans Brant et Locker (2009)	 (FWGNA)	

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Référence	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. brantæ</i> ou <i>Anserobilharzia brantæ</i>	Planorbidæ – <i>Gyraulus parvus</i>	Anatidæ – <i>Branta canadensis</i>	Amérique du Nord – États-Unis : Virginie, Louisiane, Nouveau-Mexique, Nevada, Colorado, Montana, Michigan – Canada : Manitoba	Farr et Blankemeyer (1956) cité dans Brant et Locker (2009); Rudko <i>et al.</i> (2019)	 (FWGNA)	
<i>T. burnetti</i>	Non connu	Anatidæ – <i>Aythya collaris</i>	Amérique du Nord – États-Unis : Wisconsin	Brackett (1942) cité dans Brant et Locker (2009)		

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Référence	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. cameroni</i>	<i>Physidæ</i> – <i>Physella gyrina</i>	Anatidæ – <i>Anas platyrhynchos</i> Columbidæ – <i>Columbia livia</i>	Amérique du Nord – Canada : Québec	Wu (1953) cité dans Brant et Locker (2009)	 (FWGNA)	
<i>T. elvæ</i>	Lymnæidæ – <i>Lymnæa palustris</i> – <i>L. stagnalis</i>	Anatidæ – <i>Anas platyrhynchos</i> *	Amérique du Nord – États-Unis : Michigan	Talbot (1936) cité dans Brant et Locker (2009)	 (Aphotofauna)	

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Référence	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. franki</i>	Lymnæidæ – <i>Radix auricularia</i> – <i>Radix ovata</i> – <i>Lymnæa stagnalis</i>	Anatidæ – <i>Anas platyrhynchos</i>	Europe – Hongrie, Allemagne, République tchèque, Pologne, France, Suisse	Juhász <i>et al.</i> (2022a); Dvorak <i>et al.</i> (2002), Rudolfová <i>et al.</i> (2005), Ferte <i>et al.</i> (2005), Picard et Jousson (2001) cités dans Brant et Locker (2009)	 (Wikipedia)	
<i>T. horiconensis</i>	Non connu	Anatidæ – <i>Aythya americana</i> – <i>Anas americana</i>	Amérique du Nord – États-Unis : Wisconsin	Brackett (1942) cité dans Brant et Locker (2009)		

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Référence	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. kegonsensis</i>	Non connu	Anatidæ – <i>Aythya valisineria</i>	Amérique du Nord – États-Unis : Wisconsin	Brackett, (1942) cité dans Brant et Locker (2009)		
<i>T. ocellata</i>	Physidæ – <i>Physella gyrina</i> – Lymnæidæ – <i>Radix auricularia</i>	Anatidæ – <i>Anas platyrhynchos</i>	Amérique du Nord – Canada : Québec Europe – Allemagne	Lévesque <i>et al.</i> , 2002; Brumpt (1931) cité dans Brant et Locker (2009)	 (FWGNA)	

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Référence	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. oregonensis</i>	Physidæ – <i>Physella gyrina</i>	Anatidæ – <i>Anser anser</i> * – <i>Anas platyrhynchos</i> *	Amérique du Nord – États-Unis : Oregon	MacFarlane et Macy (1946) cité dans Brant et Locker (2009)	 (FWGNA)	
<i>T. physellæ</i>	Physidæ – <i>Physella gyrina</i>	Anatidæ – <i>Aythya</i> sp. – <i>Mergus merganser</i>	Amérique du Nord – Canada : Manitoba – États-Unis : Alaska, Californie, Louisiane, Nouveau-Mexique, Pennsylvanie, Nevada, etc.	McMullen et Beaver (1945) cité dans Brant et Locker (2009); Rudko <i>et al.</i> (2019)	 (FWGNA)	

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Référence	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. querquedulae</i>	Physidæ – <i>Physa</i> sp. – <i>Physa acuta</i>	Anatidæ – <i>Anas discors</i> – <i>Anas cyanoptera</i> – <i>Anas clypeata</i> – <i>Spatula</i> spp.	Amérique du Nord – Canada : Manitoba – États-Unis : Alaska, Californie, Louisiane, Nebraska, Nouveau-Mexique, Floride, etc – Monde entier	McLeod (1937) cité dans Brant et Locker (2009); Davis <i>et al.</i> (2021)	 (FWGNA)	
<i>T. regenti</i>	Lymnæidæ – <i>Radix lagotis</i> – <i>Ampullaceana balthica</i> – <i>Radix ovata</i>	Anatidæ – <i>Anas platyrhynchos</i>	Europe – Pologne, République tchèque, Suisse	Rudolfova <i>et al.</i> , (2007), Picard et Jousson (2001) cité dans Brant et Locker (2009); Horák <i>et al.</i> (1998)	 (NatureSpot)	

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Référence	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. stagnicolæ</i>	Lymnæidæ – <i>Stagnicola elodes</i> – <i>S. emarginata</i>	Anatidæ – <i>Mergus merganser</i>	Amérique du Nord – États-Unis : Michigan	McMullen et Beaver (1945) cité dans Brant et Locker (2009); Rudko <i>et al.</i> (2019)	 (FWGNA)	
<i>T. szidati</i>	Lymnaeidæ – <i>Lymnæa stagnalis</i> – <i>Radix auricularia</i> – <i>Stagnicola elrodi</i>	Anatidæ – <i>Anas platyrhynchos</i>	Amérique du Nord – États-Unis : Montana, Minnesota, Alaska, Michigan – Canada : Manitoba Europe – République tchèque, Pologne, Pays-Bas, Allemagne	Dvorak <i>et al.</i> (2002), Rudolfova <i>et al.</i> (2005), Rudolfova <i>et al.</i> (2007) cité dans Brant et Locker (2009); Rudko <i>et al.</i> (2019); Kock, S. (2001)	 (FWGNA)	

Espèces de cercaires du genre <i>Trichobilharzia</i>	Espèces d'escargots hôtes intermédiaires	Espèces d'oiseaux hôtes définitifs	Localisation	Référence	Photos d'escargots	Photos d'oiseaux
<i>T. waubesensis</i>	Non connu	Anatidæ – Anas americana – <i>Anas collaris</i>	Amérique du Nord – États-Unis : Wisconsin	Brackett (1942) cité dans Brant et Locker (2009)		

* Oiseaux infectés en laboratoire seulement.

En gras : voir photo.

Toutes les images de canards sont libres de droits.

Annexe 3. Fiche sur la vivipare géorgienne (*Viviparus georgianus*)



VIVIPARE GÉORGIENNE

Viviparus georgianus

Vecteur d'introduction



Aquariophilie

Dispersion secondaire



Plaisanciers :
Escargots adultes s'accrochent à la coque et à la végétation
Pêche récréative

Présence au Québec 2024



Distribution globale



○ Non-indigène

PRINCIPAUX IMPACTS ÉCOLOGIQUES ET ÉCONOMIQUES CONNUS

COMPÉTITION INTERSPECIFIQUE



Densité d'individu élevée dans un même territoire (jusqu'à 800 ind/m²).

L'espèce est dominante dans son niveau trophique.

Cela entraîne comme conséquence :

- Compétition avec les gastéropodes indigènes pour le même habitat et les ressources alimentaires
- Réduction de la biomasse des espèces indigènes lorsque les concentrations en nutriments sont élevées ou faibles
- Menace pour les communautés aquatiques

TRANSMISSION DE CERTAINS PARASITES ET MALADIES

Cette espèce est parfois l'hôte de certaines espèces de trématodes.

Par exemple : Echinostomatidae



Dans certains cas, ces parasites sont ensuite transmis aux poissons et à d'autres animaux.

SURVIE DES ACHIGANS À GRANDE BOUCHE COMPROMISE



Les individus nuisent à la survie de l'espèce en envahissant leurs nids.



OBSTRUCTION DES GRILLES DES TUYAUX D'ARRIVÉE D'EAU



Lorsque les individus sont présents en densité élevée.

BIOLOGIE - ÉCOLOGIE

Brouteur, filtreur et parfois carnivore

Diète variable :

- Algues
- Diatomés
- Œufs de poissons



Variété de plan d'eau

peu profond et au débit lent, mais les individus survivent au fort débit du fleuve St-Laurent

Substrat : mou, limon, sable, fonds organiques et/ou rocheux

pH : 6,3 et 8,5



Stratégie de reproduction :

Individu itéropare (plusieurs portées)

Moyenne de 11 rejetons par portée

Ovovivipare : les œufs éclosent dans la femelle




Dimorphisme sexuel :

la femelle grandit plus vite et devient plus grosse que le mâle

Annexe 4. Protocoles

Ceci est une version abrégée du protocole élaboré pour ce projet. Une version complète est disponible sur demande (observations_eae@environnement.gouv.qc.ca).

1. Protocole pour la collecte d'escargots en milieu naturel

Note

Un minimum de 15 à 20 individus est nécessaire par espèce ou par groupe d'espèces (c'est-à-dire des escargots indigènes et des escargots exotiques) pour chaque journée d'inventaire.

Liste du matériel

Collecte d'escargots

- Glacières
- Bloc réfrigérant
- Compteur de qualité d'eau multiparamètre de type YSI
- Pots
- Étiquettes hydrofuges pour les pots et feutres Sharpie
- Cuissardes ou bottes-salopettes
- Vestes de flottaison
- Longs gants de plastique
- Aquascope
- Eau et savon
- Serviette pour s'essuyer

Échantillonnage et filtration de l'eau du lac

- Pompe de filtration d'eau pour ADNe (p. ex. de marque Smith-Roo)
- Filtres de 1,2 µm
- Tasse à mesurer
- Entonnoir
- Papier essuie-tout

- Bouteilles de 2 L ou 4 L
- Bouteille de 2 L d'eau distillée (blanc de contrôle)
- Bouteille de 1 L (surplus d'eau du lac pour le laboratoire)
- Gants en nitrile
- DNA-AWAY et rouleau de papier (+ ruban adhésif pour bien fixer le papier sur la table)
- Boîte de carton (pour le transport des filtres utilisés)
- Eau et savon
- Sacs de poubelle

Procédure

Nombre de personnes requises : 3 personnes au minimum

1. Utiliser des gants longs de plastique, afin de protéger la peau contre la pénétration d'une cercaire.
2. Remplir le cahier de terrain (Matériel supplémentaire 1) en indiquant les conditions météorologiques, la localisation, les paramètres physico-chimiques (température de l'eau), les espèces aviaires et le type de végétation et de sol.
3. Remplir des bouteilles de 2 L ou 4 L avec l'eau du lac, puis filtrer l'eau avec une pompe. Pour réaliser la filtration, consulter le *Protocole d'échantillonnage et de filtration pour la détection d'espèces aquatiques par la méthode d'ADN environnemental (ADNe)* (Matériel supplémentaire 2).
4. Transvider 100 ml (au maximum) d'eau filtrée dans chacun des pots.
5. Ramasser à la main les escargots le long du rivage, idéalement à l'aide d'un aquascope.
6. Placer un seul par pot.
7. Identifier l'escargot à l'aide de la clé d'identification (Matériel supplémentaire 3) et inscrire le numéro du spécimen sur une étiquette, fixée sur chaque pot.
8. Retirer les blocs réfrigérants des glacières avant de prendre la route⁶.

⁶ L'intérieur de la glacière doit simplement être frais. Une légère baisse de température empêchera les escargots de mourir de chaleur pendant le trajet. Cependant, une baisse de température prononcée peut faire subir un choc thermique aux escargots et compromettre leur survie.

2. Protocole de laboratoire pour la recherche de cercaires

Note

Si des parasites sont observés au binoculaire ou lors de la dissection, procéder d'abord à l'identification du genre. Ensuite, l'analyse de l'ADNe de l'eau filtrée et l'analyse de l'ADN des cercaires conservées serviront à déterminer les espèces présentes dans le lac.

Liste du matériel

Exposition des escargots à la lumière

- Étagère (tablette posée près du sol + attaches autobloquantes)
- Lumière artificielle (lampes de croissance)
- Pots avec couvercle (contenant 100 ml d'eau du lac filtrée)
- Thermomètre

Identification des escargots

- Clés d'identification
- Vernier
- Binoculaire

Recherche de cercaires dans l'eau filtrée

- Binoculaire
- Pétris
- Pipettes
- Pincés

Méthode d'écrasement (facultative)

- 2 plaques de verre carré
- Pincés
- Binoculaire

Conservation des cercaires

- Éthanol à 95 %
- Microtubes
- Pipettes

Photographie des cercaires

- Caméra adaptée à un binoculaire
- Ordinateur et logiciel

Conservation des escargots

- Éthanol à 95 %
- Pots ou microtubes

Analyse d'eau filtrée (ADNe)

- Filtre de 1,2 µm

Mise à mort des escargots

- Congélateur

Procédure

Nombre de personnes requises : 2 personnes au minimum

1. Installer le dispositif lumineux.
2. Transférer les pots contenant les escargots sur l'étagère (Figure 1).
 - a. Étape optionnelle : Retirer le couvercle. Installer un filet fixé par un élastique sur chacun des pots.
3. Régler la température de la pièce à 20 °C, si possible.
4. Garder les lumières allumées au minimum pendant 8 heures.
5. Faire une première inspection visuelle de chacun des pots (Figure 2⁷).
6. Transvider peu à peu la totalité de l'eau filtrée de chaque pot dans un pétri.
7. Utiliser un binoculaire pour vérifier s'il y a présence de parasites dans l'échantillon (Figure 3) :
 - a. Inspecter en premier les pots contenant des cercaires, car celles-ci ont une courte durée de vie (1 à 3 jours) et qu'elles se dégradent rapidement une fois mortes.
 - b. Chercher les cercaires causant la dermatite du baigneur à l'aide des critères de caractérisation morphologique (Figure 4⁸).

Manipulation des parasites et estimation de leur abondance

1. Pipeter 1 ml d'eau contenant des cercaires et verser le liquide dans un pétri.
2. Au binoculaire, compter le nombre de cercaires.
3. Faire un total de 5 répliques pour obtenir une moyenne.
4. À l'aide d'un produit croisé, trouver le nombre moyen de cercaires dans 100 ml d'eau.

⁷ Les cercaires sont visibles à l'œil nu face à la lumière du jour.

⁸ Le corps en forme de Y et la présence d'ocelles constituent deux des principaux critères d'identification. La furca est le nom de la queue des cercaires, et c'est elle qui donne leur forme caractéristique. Les ocelles sont des photorécepteurs situés sur la tête de la cercaire et ils ressemblent à des yeux.

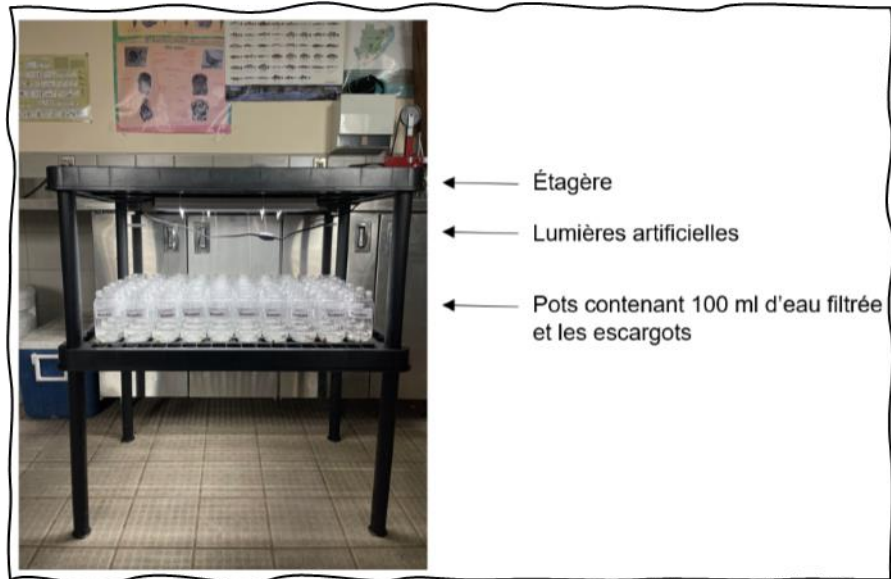


Figure 1. Exemple d'installation avec lumière

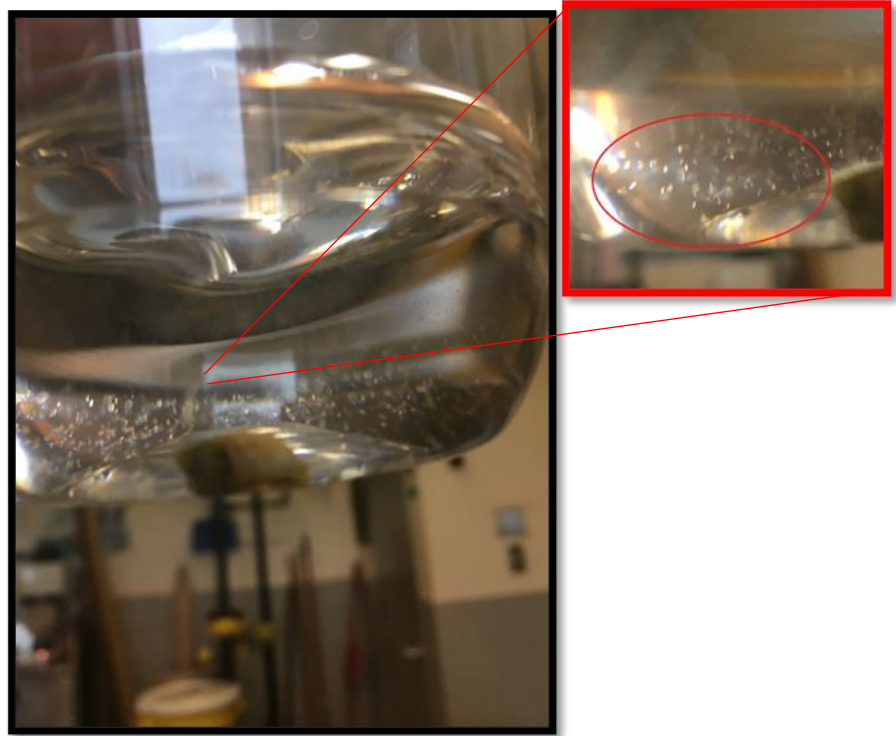


Figure 2. Pots contenant des cercaires (points blancs) libérés d'un escargot de la famille des Lymnæidæ



Figure 3. Recherche de cercaires dans un échantillon d'eau à l'aide d'un binoculaire

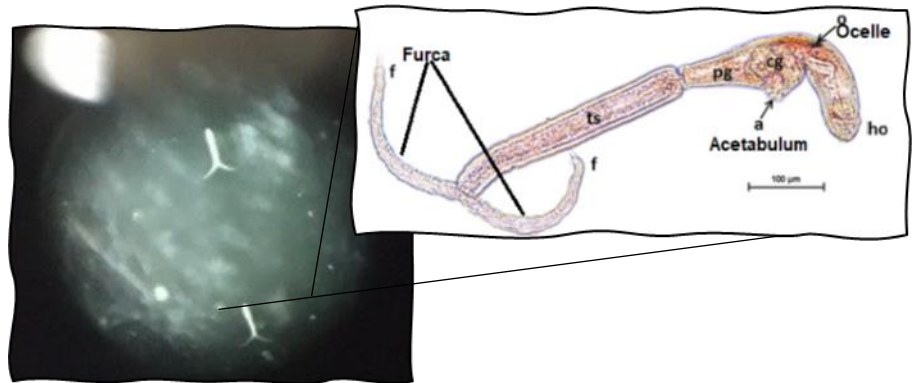


Figure 4. Principales structures de la cercaire Trichobilharzia (modifié à partir de Lawton et al., 2014)

Conservation des parasites

Placer et concentrer les parasites dans un microtube rempli d'éthanol à 95 % et noter le genre du parasite⁹.

Manipulation des escargots

Mesurer chaque escargot avec un vernier (longueur et largeur de la coquille).

⁹ À des fins d'analyse moléculaire, préparer des échantillons pour l'analyse d'ADN et des échantillons servant aux caractérisations morphologiques par des parasitologues.

Photographie des escargots et des cercaires

Pour une caractérisation, il est nécessaire de prendre en photo les escargots infectés, ainsi que les cercaires. Dans le cas des cercaires, prioriser une caméra qui s'insère directement au binoculaire (Figure 5). Les photos doivent être nettes et permettre l'observation des structures caractéristiques des cercaires (Figure 4 et 6).

1. Envoyer des photos à des experts en identification de parasites (contacter observations_eae@environnement.gouv.qc.ca pour obtenir leurs coordonnées).
2. Envoyer également les échantillons concentrés de cercaires. Les échantillons doivent être conservés dans du RNAlater ou de l'éthanol à 95 %.

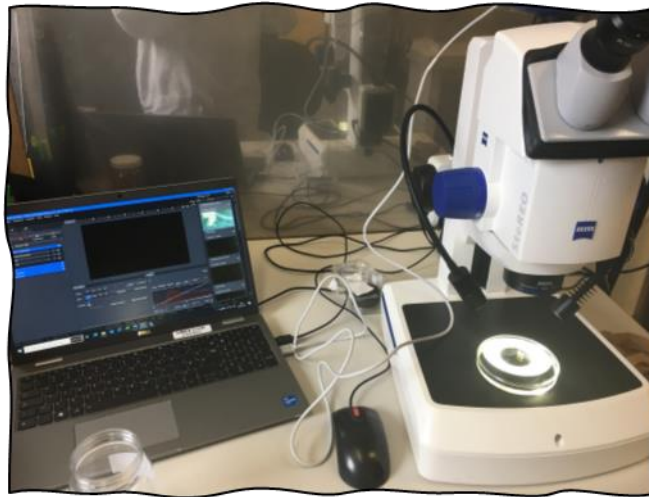


Figure 5. Dispositif pour la prise de photos des cercaires comprenant la caméra qui se visse sur le binoculaire et le logiciel à l'écran de l'ordinateur.



Figure 6. Cercaire prise en photo par la caméra vissée au binoculaire.

3. Identification des cercaires à l'aide d'ADN

Pour confirmer l'espèce ou le genre de la cercaire, l'identification par ADN est un outil rapide.

1. Envoyer les microtubes contenant les échantillons concentrés de cercaires à des experts (contacter observations_eae@environnement.gouv.qc.ca pour obtenir leurs coordonnées) afin qu'ils procèdent à des analyses moléculaires.
2. Les échantillons doivent être conservés dans de l'éthanol à 95 %.

Facultatif

Envoyer aussi les filtres d'ADNe d'eau du lac pour les analyses moléculaires. Les filtres sont envoyés au laboratoire, qu'il y ait eu des observations de cercaires ou non.

Mise à mort des escargots

1. Congeler les escargots pendant un minimum d'une semaine, une fois les manipulations terminées.
2. Mettre les escargots morts dans la poubelle ou le compost.

4. Références bibliographiques

- Al-Jubury, A., Kania, P., Bygum, A., et Buchmann, K. (2020). Temperature and light effects on *Trichobilharzia szidati* cercariae with implications for a risk analysis. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 62(54), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13028-020-00553-z>
- Brant, S. V., et Locker, E. S. (2009). Molecular systematics of the avian schistosome genus *Trichobilharzia* (Trematoda : Schistosomatidae) in North America. *Journal of Parasitology*, 95(4), 941-963. <https://doi.org/10.1645/GE-1870.1>
- Brönmark, C. (1989). Interactions between epiphytes, macrophytes and freshwater snails : A review. *Journal of Molluscan Studies*, 55(2), 299-311. <https://doi.org/10.1093/mollus/55.2.299>
- Clarke, A. H. (1981). *Les mollusques d'eau douce du Canada*. Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada.
- Coady, N. R., Muzzall, P. M., Burton, T. M., Snider, R. J., Saxton, J., Sergeant, M., et Sommers, A. (2006). Ubiquitous variability in the prevalence of *Trichobilharzia stagnicola* (Schistosomatidae) infecting *Stagnicola emarginata* in three northern Michigan lakes. *Journal of Parasitology*, 92(1), 10-15.

- DeWITT, R. M. (1954). Reproductive capacity in a pulmonate snail (*Physa gyrina* Say). *The American Naturalist*, 88(840), 159-164. <https://www.jstor.org/stable/2458500>
- Fodor, I., Svigruha, R., Kemenes, G., Kemenes, I., et Pirger, Z. (2021). The great pond snail (*Lymnaea stagnalis*) as a model of aging and age-related memory impairment : An overview. *The Journals of Gerontology : Biological Sciences*, 76(6), 975-982. <https://doi.org/10.1093/gerona/glab014>
- Graham, A. L. (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(3), 458-463. [https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1645/0022-3395\(2003\)089\[0458:EOSSAA\]2.0.CO;2](https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1645/0022-3395(2003)089[0458:EOSSAA]2.0.CO;2)
- Horák, P., Kolářová, L., et Adema, C. M. (2002). Biology of the schistosome genus *Trichobilharzia*. *Advances in Parasitology*, 52(1), 155-233. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(02\)52012-1](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(02)52012-1)
- Jokinen, E. H., Guerette, J., et Kortmann, R. W. (1982). The natural history of an ovoviviparous snail, *Viviparus georgianus* (Lea), in a soft-water eutrophic lake. *Freshwater Invertebrate Biology*, 1(4), 2-17. <https://doi.org/10.2307/1467137>
- Kriska, G. (2022). Identification key: Freshwater invertebrates. *Freshwater invertebrates in Central Europe*. Springer, 1-527. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95323-2_1
- Lawton, S. P., Lim, R. M., Dukes, J. P., Cook, R. T., Walker, A. J., et Kirk, R. S. (2014). Identification of a major causative agent of human cercarial dermatitis, *Trichobilharzia franki* (Müller and Kimmig, 1994), in southern England and its evolutionary relationships with other European populations. *Parasites & Vectors*, 7(1), 1-10. <http://www.parasitesandvectors.com/content/7/1/277>
- Lévesque, B., Giovenazzo, P., Guerrier, P., Laverdière, D., et Prud'homme, H. (2002). Investigation of an outbreak of cercarial dermatitis. *Epidemiology and Infection*, 129(2), 379-386.
- Locke, S., et Marcogliese, D. J. (2005). *Rapport sommaire sur la dermatite du baigneur*. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-234, 44.
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. (2023). *Protocole d'échantillonnage et de filtration pour la détection d'espèces aquatiques par la méthode d'ADN environnementale (ADNe)*.
- Moisan, J. 2010. *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 : surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.
- Pêches et Océans Canada. (2022). *Les envahisseurs aquatiques : carnet d'identification d'espèces envahissantes d'eau douce du Québec*. <https://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/publications/ais-eae/identification-qc/index-fra.html>
- Selbach, C., Soldánová, M., et Sures, B. (2015). Estimating the risk of swimmer's itch in surface waters – A case study from Lake Baldey, River Ruhr. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219(7), 693-699. <http://doi.org/10.1016/j.ijheh.2015.03.012>

Matériel supplémentaire 1 – Cahier de terrain

Données à prendre sur le terrain avant la collecte d'escargots :

Paramètres physico-chimiques :

- Concentration en oxygène dissous et température de l'eau du lac
- Transparence de l'eau du lac

Données géomatiques : prendre un point GPS

Données biologiques : noter le type de végétation et de sol, ainsi que les espèces aviaires observées sur le plan d'eau et alentour.

Exemple de gabarit :

<u>Projet dermatite 2023 – collecte d'escargots indigènes et exotiques</u>	
Date :	
Heure d'arrivée :	
Heure de départ :	
Noms des coéquipiers :	
Température extérieure (°C) :	
Ennuagement :	
Précipitations de la journée :	
Précipitations des 3-4 jours précédents :	
Localisation générale :	
Localisation spécifique (coordonnées GPS) :	
Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac	
O ₂ dissous :	T °C :
Transparence de l'eau :	
Type de végétation :	Type de sol :
Espèces aviaires :	

Matériel supplémentaire 2 – Protocole d'échantillonnage et de filtration pour la détection d'espèces aquatiques par la méthode d'ADN environnemental

La filtration de l'eau est essentielle pour obtenir une eau claire. Une eau filtrée favorise la recherche de cercaires au laboratoire et la détection d'ADN.

Liste du matériel

- Pompe de filtration Smith-Root¹⁰
- Table
- DNA-AWAY
- Bench Paper (+ ruban adhésif)
- Gants en nitrile
- Sachets Smith-Root (filtre 1,2 µm + embout)
- Bouteilles de 2 L ou 4 L
- Bouteille de 2 L d'eau distillée (blanc de contrôle)
- Boîte de carton
- Sacs de poubelle

Vidéo : <https://www.smith-root.com/edna/edna-citizen-scientist-sampler?wvideo=ddt7kn6d7s>

Procédure

1. Désinfecter la surface de travail et tout le matériel utilisé pour la filtration avec le décontaminant de surfaces DNA-AWAY. Essuyer et recouvrir la table de papier essuie-tout.
2. Placer tout le matériel nécessaire à la filtration sur la table : pompe Smith-Root, boîte de gants, un marqueur Sharpie, un sac poubelle et une boîte de filtres Smith-Root.
3. Se laver les mains, puis enfiler des gants neufs.

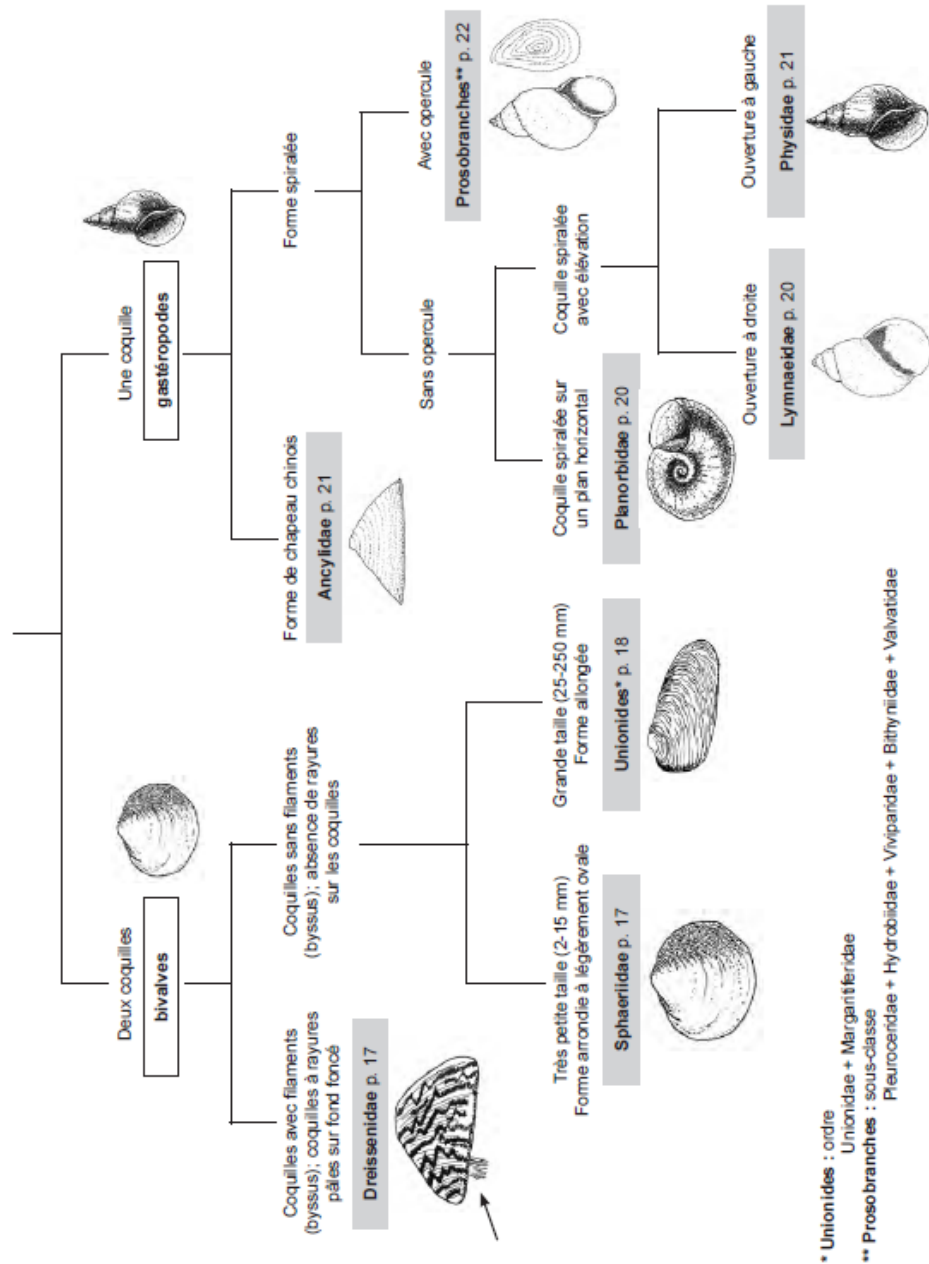
¹⁰ Ce protocole est une adaptation du *Protocole d'échantillonnage et de filtration pour la détection d'espèces aquatiques par la méthode d'ADN environnemental* (ADNe) du MELCCFP. Il est adapté à l'utilisation de la pompe Smith-Root.

4. Ouvrir un sachet Smith-Root et insérer le bout de tube qui y est inclus dans le plus gros des deux embouts du porte-filtre. Réaliser les manipulations à l'intérieur du sac. Éviter les contacts avec d'autres surfaces.
5. Insérer ensuite le porte-filtre dans le long tuyau.
6. Commencer par filtrer le blanc de contrôle (bouteille de 2 L d'eau distillée).
7. Démarrer la pompe. Placer la bouteille sur la table.
8. Filtrer l'eau avec la pompe. Cesser la filtration lorsque l'eau atteint la ligne rouge sur la bouteille de la pompe.
9. Inverser l'embout et le filtre et laisser la pompe en marche pendant 30 secondes afin de faire sécher le filtre.
10. Arrêter la pompe. Secouer le filtre pour bien enlever les dernières gouttes d'eau.
11. Retirer l'embout du filtre et le mettre dans un sac poubelle.
12. Retirer le filtre et le replacer dans son sachet. Noter le numéro sur le sachet et placer le sachet dans une boîte propre réservée aux filtres. Laisser à température ambiante. Jeter l'eau filtrée.
13. Désinfecter une bouteille de prélèvement de 2 L au DNA-AWAY et rincer la bouteille 3 fois avec l'eau du lac.
14. Prélever l'eau du lac à l'aide de la bouteille désinfectée. Répéter les étapes 7 à 12.

Matériel Supplémentaire 3 – Clé d'identification des principaux mollusques

Clé d'identification utilisée pour effectuer le triage des spécimens récoltés en milieu naturel. La clé provient du *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec* (2010).

MINI-CLÉ - MOLLUSQUES



Mollusques

Annexe 5. Conditions de terrain et de laboratoire

A5.1. Les conditions météorologiques pendant les quatre échantillonnages

Date	Lac	Latitude	Longitude	Heure d'arrivée	Heure de départ	Température moyenne de l'air (°C)	Ennuagement (%)	Précipitation (mm)
14 juin 2023	Memphrémagog	45,2706835	-72,177142	07:56:00	11:30:00	13,5	0,75	0
4 juillet 2023	Memphrémagog	45,2706835	-72,177142	08:53:00	12:02:00	20,5	0,25	0
1 août 2023	Memphrémagog	45,2706835	-72,177142	08:41:00	10:45:00	11,5	0,25	0
15 août 2023	Memphrémagog	45,2706835	-72,177142	08:51:00	11:00:00	16	0,50	0

A5.2. Les conditions physico-chimiques et biologiques du lac pendant les quatre échantillonnages

Date	Température du lac	Concentration en oxygène dissous (mg/L)	Transparence du lac	Type de végétation	Substrat au fond du lac	Espèces aviaires
14 juin 2023	18,8	136,2	Transparent	Algues, périphyton, macrophytes	Sable, roches	Bernaches du Canada
4 juillet 2023	26,9	140,5	Légèrement turbide	Idem	Sable, roches	Canards colverts
1 août 2023	22,1	127,6	Transparent	Idem	Sable, roches, matière organique	Canards colverts
15 août 2023	22,0	133,8	Transparent	Idem	Idem	Canards colverts Bernaches du Canada

Annexe 6. Paramètres mesurés au laboratoire

Date	Heure	Avant ou après l'exposition à la lumière	Température de la pièce °C	Température de l'eau °C	Commentaires
14 juin 2023	16:00:00	Avant l'exposition	21,0	n/d	
15 juin 2023	09:00:00	Après l'exposition : jour 1	21,0	22,3	Tablette supérieure de l'étagère
15 juin 2023	09:00:00	Après l'exposition : jour 1	21,0	21,2	Tablette au centre de l'étagère
15 juin 2023	09:00:00	Après l'exposition : jour 1	21,0	19,0	Tablette inférieure de l'étagère
16 juin 2023	09:00:00	Après l'exposition : jour 2	21,0	19,8	Tablette inférieure de l'étagère
4 juillet 2023	15:20:00	Avant l'exposition	21,0	26,1	
4 juillet 2023	15:20:00	Avant l'exposition	21,0	26,8	
4 juillet 2023	15:28:00	Avant l'exposition	21,0	25,8	
4 juillet 2023	15:28:00	Avant l'exposition	21,0	26,9	
5 juillet 2023	09:10:00	Après l'exposition : jour 1	21,6	19,5	

Date	Heure	Avant ou après l'exposition à la lumière	Température de la pièce °C	Température de l'eau °C	Commentaires
5 juillet 2023	09:10:00	Après l'exposition : jour 1	21,6	19,2	
5 juillet 2023	09:13:00	Après l'exposition : jour 1	21,6	19,4	
5 juillet 2023	15:30:00	Après l'exposition : jour 1	27,7	24,7	
5 juillet 2023	15:30:00	Après l'exposition : jour 1	27,7	24,8	
5 juillet 2023	15:33:00	Après l'exposition : jour 1	27,7	23,8	
5 juillet 2023	15:33:00	Après l'exposition : jour 1	27,7	24,7	
6 juillet 2023	08:50:00	Après l'exposition : jour 2	25,1	23,0	
6 juillet 2023	08:50:00	Après l'exposition : jour 2	25,1	24,0	
1 août 2023	14:45:00	Avant l'exposition	21,6	18,2	
1 août 2023	14:45:00	Avant l'exposition	21,6	19,8	
2 août 2023	09:10:00	Après l'exposition	20,9	18,8	
2 août 2023	09:10:00	Après l'exposition	20,9	19,4	
15 août 2023	15:10:00	Avant l'exposition	21,3	21,3	
15 août 2023	15:10:00	Avant l'exposition	21,3	22,4	

Date	Heure	Avant ou après l'exposition à la lumière	Température de la pièce °C	Température de l'eau °C	Commentaires
16 août 2023	09:05:00	Après l'exposition	21,3	19,3	

Annexe 7. Résultats d'expérimentation sur les quatre échantillonnages

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
15-juin	17	E001	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	25	20	vivant	non
15-juin	17	E002	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	28	22	vivant	non
15-juin	17	E003	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	25	20	faible	non
15-juin	17	E004	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	21	14	vivant	non
15-juin	17	E005	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	35	28	vivant	non
15-juin	17	E006	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	24	14	faible	non
15-juin	17	E007	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	24	21	vivant	non
15-juin	17	E008	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	13	vivant	non
15-juin	17	E009	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	23	14	faible	non
15-juin	17	E010	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	13	faible	non
15-juin	17	E011	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	22	17	vivant	non
15-juin	17	E012	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	21	16	faible	non
15-juin	17	E013	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	25	20	faible	non
16-juin	34	E014	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	22	18	faible	non
15-juin	17	E015	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	25	21	faible	non
15-juin	17	E016	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	24	20	faible	non
16-juin	34	E017	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	13	faible	non
16-juin	34	E018	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	21	15	faible	non
16-juin	34	E019	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	21	19	faible	non
16-juin	34	E020	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	29	23	faible	non
16-juin	34	E021	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	22	17	vivant	non
16-juin	34	E022	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	17	14	faible	non

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
16-juin	34	E023	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	19	15	vivant	non
16-juin	34	E024	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	19	16	faible	non
16-juin	34	E025	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	19	16	mort	non
16-juin	34	E026	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	12	vivant	non
16-juin	34	E027	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	19	14	faible	non
16-juin	34	E028	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	19	17	vivant	non
16-juin	34	E029	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	21	16	vivant	non
16-juin	34	E030	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	21	16	faible	non
16-juin	34	E031	Physidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	non
16-juin	34	E032	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	15	9	vivant	non
15-juin	17	E033	Lymnæidæ	<i>Ladislavella</i>	sp.	n/d	n/d	vivant	oui
16-juin	34	E034	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	non
16-juin	34	E035	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	14	8	vivant	non
15-juin	17	E036	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	12	10	vivant	oui
16-juin	34	E037	Prosobranchæ	S. O.	S. O.	21	16	vivant	non
16-juin	34	E038	Planorbidæ	S. O.	S. O.	11	9	vivant	oui
16-juin	34	E039	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	13	8	vivant	non
16-juin	34	E040	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	15	8	vivant	non
16-juin	34	E041	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	14	9	vivant	non
16-juin	34	E042	Planorbidæ	S. O.	S. O.	16	8	vivant	non
15-juin	17	E043	Planorbidæ	S. O.	S. O.	10	6	vivant	non
16-juin	34	E044	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	9	6	vivant	non
16-juin	34	E045	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	11	7	faible	non
15-juin	17	E046	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	non
16-juin	34	E047	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	12	7	vivant	non
15-juin	17	E048	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	non

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
16-juin	34	E049	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	19	8	vivant	non
15-juin	17	E050	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	13	7	vivant	non
15-juin	17	E051	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	non
15-juin	17	E052	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	4	vivant	non
15-juin	17	E053	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	non
15-juin	17	E054	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	non
15-juin	17	E055	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	non
15-juin	17	E056	Planorbidæ	S. O.	S. O.	10	8	vivant	non
15-juin	17	E057	Planorbidæ	S. O.	S. O.	11	10	vivant	oui
15-juin	17	E058	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	4	vivant	non
15-juin	17	E059	Planorbidæ	S. O.	S. O.	10	6	vivant	non
15-juin	17	E060	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	10	5	vivant	non
05-juil	17	E061	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	28	21	vivant	non
05-juil	17	E062	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	27	22	faible	non
06-juil	34	E063	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	25	18	vivant	non
06-juil	34	E064	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	25	20	mort	non
06-juil	34	E065	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	20	16	mort	non
06-juil	34	E066	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	20	16	vivant	non
06-juil	34	E067	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	18	14	vivant	non
05-juil	17	E068	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	20	16	vivant	non
05-juil	17	E069	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	17	13	vivant	non
06-juil	34	E070	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	20	15	mort	non
06-juil	34	E071	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	17	14	mort	non
06-juil	34	E072	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	20	14	faible	non
06-juil	34	E073	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	22	16	vivant	non
06-juil	34	E074	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	18	13	mort	non

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
06-juil	34	E075	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	22	16	vivant	non
06-juil	34	E076	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	19	14	vivant	non
05-juil	17	E077	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	17	12	vivant	non
05-juil	17	E078	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	12	vivant	non
05-juil	17	E079	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	19	14	vivant	non
06-juil	34	E080	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	20	15	vivant	non
06-juil	34	E081	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	12	faible	non
06-juil	34	E082	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	11	vivant	non
05-juil	17	E083	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	12	vivant	non
05-juil	17	E084	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	12	vivant	non
05-juil	17	E085	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	18	14	vivant	non
05-juil	17	E086	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	17	12	vivant	non
05-juil	17	E087	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	11	vivant	non
05-juil	17	E088	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	12	faible	non
05-juil	17	E089	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	11	vivant	non
05-juil	17	E090	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	17	12	vivant	non
06-juil	34	E091	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	13	7	vivant	non
06-juil	34	E092	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	10	6	vivant	non
06-juil	34	E093	Prosobranches	S. O.	S. O.	16	10	vivant	non
06-juil	34	E094	Physidæ	S. O.	S. O.	10	6	vivant	non
06-juil	34	E095	Planorbidæ	S. O.	S. O.	9	7	vivant	non
06-juil	34	E096	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	13	7	vivant	non
05-juil	17	E097	Lymnæidæ	<i>Ladislavella</i>	sp.	17	9	vivant	oui
06-juil	34	E098	Prosobranches	S. O.	S. O.	24	16	mort	non
06-juil	34	E099	Planorbidæ	S. O.	S. O.	11	8	vivant	non
05-juil	17	E100	Lymnæidæ	<i>Ladislavella</i>	sp.	11	6	vivant	oui

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
06-juil	34	E101	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	13	7	vivant	non
05-juil	17	E102	Lymnæidæ	<i>Ladislavella</i>	sp.	15	8	vivant	oui
05-juil	17	E103	Lymnæidæ	<i>Ladislavella</i>	sp.	16	9	vivant	oui
06-juil	34	E104	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	13	7	vivant	non
06-juil	34	E105	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	11	6	vivant	non
05-juil	17	E106	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	5	vivant	non
05-juil	17	E107	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	10	6	vivant	non
05-juil	17	E108	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	14	8	vivant	oui
06-juil	34	E109	Planorbidæ	S. O.	S. O.	11	9	vivant	oui
06-juil	34	E110	Planorbidæ	S. O.	S. O.	10	8	vivant	non
06-juil	34	E111	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	11	6	vivant	non
06-juil	34	E112	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	12	6	vivant	non
05-juil	17	E113	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	16	9	vivant	non
05-juil	17	E114	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	13	7	vivant	non
05-juil	17	E115	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	10	6	vivant	non
05-juil	17	E116	Lymnæidæ	<i>Helisoma</i>	<i>anceps</i>	13	8	vivant	oui
05-juil	17	E117	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	12	7	vivant	non
05-juil	17	E118	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	14	9	vivant	non
05-juil	17	E119	Prosobranchies	S. O.	S. O.	14	10	vivant	non
05-juil	17	E120	Planorbidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	non
02-août	17	E121	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	10	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E122	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	13	vivant	non
02-août	17	E123	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	11	vivant	non
02-août	17	E124	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	17	13	faible	Observation à l'œil nu
02-août	17	E125	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	10	vivant	non

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
02-août	17	E126	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	17	11	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E127	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	12	vivant	non
02-août	17	E128	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	13	vivant	non
02-août	17	E129	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	18	15	vivant	non
02-août	17	E130	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	11	faible	Observation à l'œil nu
02-août	17	E131	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	14	faible	non
02-août	17	E132	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	11	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E133	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	10	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E134	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	11	vivant	non
02-août	17	E135	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	13	vivant	non
02-août	17	E136	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	11	vivant	non
02-août	17	E137	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	10	7	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E138	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	10	faible	non
02-août	17	E139	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	13	11	vivant	non
02-août	17	E140	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	10	9	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E141	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	8	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E142	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	9	7	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E143	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	10	7	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E144	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	10	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E145	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	9	7	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E146	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	11	10	vivant	non
02-août	17	E147	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	9	6	faible	Observation à

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
									l'œil nu
02-août	17	E148	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	9	8	vivant	non
02-août	17	E149	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	7	6	vivant	non
02-août	17	E150	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	9	6	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E151	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	6	4	vivant	non
02-août	17	E152	Physidæ	S. O.	S. O.	7	4	vivant	non
02-août	17	E153	Physidæ	S. O.	S. O.	8	6	vivant	non
02-août	17	E154	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	4	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E155	Physidæ	S. O.	S. O.	7	5	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E156	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	10	5	vivant	non
02-août	17	E157	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	4	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E158	Physidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E159	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	5	vivant	non
02-août	17	E160	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	6	4	vivant	non
02-août	17	E161	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	5	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E162	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	4	vivant	non
02-août	17	E163	Physidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	non
02-août	17	E164	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	4	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E165	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	11	5	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E166	Physidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E167	Prosobranches	S. O.	S. O.	17	12	vivant	non
02-août	17	E168	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	4	vivant	Observation à l'œil nu

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
02-août	17	E169	Physidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E170	Physidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	non
02-août	17	E171	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	non
02-août	17	E172	Physidæ	S. O.	S. O.	n/d	n/d	n/d	Observation à l'œil nu
02-août	17	E173	Physidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	non
02-août	17	E174	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	5	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E175	Planorbidæ	S. O.	S. O.	5	4	vivant	non
02-août	17	E176	Physidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	non
02-août	17	E177	Physidæ	S. O.	S. O.	12	7	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E178	Physidæ	S. O.	S. O.	10	5	vivant	non
02-août	17	E179	Physidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	Observation à l'œil nu
02-août	17	E180	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	7	4	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E181	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E182	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E183	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E184	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	24	17	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E185	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E186	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E187	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	13	9	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E188	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	8	vivant	Observation à l'œil nu

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
16-août	17	E189	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	24	17	vivant	non
16-août	17	E190	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	11	vivant	non
16-août	17	E191	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	24	17	vivant	non
16-août	17	E192	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	non
16-août	17	E193	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E194	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	16	11	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E195	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	9	vivant	non
16-août	17	E196	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	10	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E197	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	11	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E198	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	9	vivant	non
16-août	17	E199	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E200	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	non
16-août	17	E201	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	13	10	vivant	non
16-août	17	E202	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	13	9	vivant	non
16-août	17	E203	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	21	16	vivant	non
16-août	17	E204	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	15	11	vivant	non
16-août	17	E205	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	9	vivant	non
16-août	17	E206	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	11	8	vivant	non
16-août	17	E207	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	13	9	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E208	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	11	9	vivant	non
16-août	17	E209	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	14	10	vivant	non
16-août	17	E210	Viviparidæ	<i>Viviparus</i>	<i>georgianus</i>	12	9	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E211	Physidæ	S. O.	S. O.	11	8	vivant	Observation à l'œil nu

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
16-août	17	E212	Physidæ	S. O.	S. O.	11	8	vivant	non
16-août	17	E213	Physidæ	S. O.	S. O.	9	6	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E214	Physidæ	S. O.	S. O.	11	7	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E215	Physidæ	S. O.	S. O.	10	6	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E216	Planorbidæ	S. O.	S. O.	9	8	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E217	Planorbidæ	S. O.	S. O.	8	7	vivant	non
16-août	17	E218	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	10	5	vivant	non
16-août	17	E219	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	16	8	vivant	non
16-août	17	E220	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	14	8	vivant	non
16-août	17	E221	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E222	Physidæ	S. O.	S. O.	10	6	vivant	non
16-août	17	E223	Physidæ	S. O.	S. O.	10	7	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E224	Physidæ	S. O.	S. O.	11	6	vivant	non
16-août	17	E225	Planorbidæ	S. O.	S. O.	11	8	vivant	non
16-août	17	E226	Planorbidæ	S. O.	S. O.	9	8	vivant	non
16-août	17	E227	Physidæ	S. O.	S. O.	9	6	vivant	non
16-août	17	E228	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	11	6	vivant	non
16-août	17	E229	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	11	6	vivant	non
16-août	17	E230	Lymnæidæ	S. O.	S. O.	11	6	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E231	Physidæ	S. O.	S. O.	8	5	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E232	Physidæ	S. O.	S. O.	10	7	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E233	Physidæ	S. O.	S. O.	9	5	vivant	non

Jour d'observation de parasites	Lumière (heures)	Numéro de l'escargot	Famille de l'escargot	Genre de l'escargot	Espèce de l'escargot	Longueur coquille (mm)	Largeur coquille (mm)	État de l'escargot	Présence de parasites
16-août	17	E234	Planorbidae	S. O.	S. O.	7	6	vivant	non
16-août	17	E235	Lymnaeidae	S. O.	S. O.	9	5	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E236	Physidae	S. O.	S. O.	9	6	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E237	Physidae	S. O.	S. O.	9	6	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E238	Physidae	S. O.	S. O.	11	7	vivant	Observation à l'œil nu
16-août	17	E239	Planorbidae	S. O.	S. O.	7	6	vivant	non
16-août	17	E240	Lymnaeidae	S. O.	S. O.	11	6	vivant	Observation à l'œil nu

Annexe 8. Résultats des analyses moléculaires des escargots parasités

Amorce	Numéro de spécimen	ID	N ^{bre} paires bases	N ^{bre} de « N »	% N	Qté ADN (ng/ul)	Digestion	Extraction	PCR	Gel
COI	116	<i>Ladislavella elodes</i>	675	4	0,01	135	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
COI	103	<i>Ladislavella elodes</i>	675	11	0,02	145	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
COI	100	<i>Helisoma</i> sp.	678	5	0,01	67	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
COI	97	<i>Ladislavella elodes</i>	679	12	0,02	56	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
COI	102	<i>Ladislavella elodes</i>	674	4	0,01	191	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
16S	116	<i>Stagnicola</i> sp. <i>Ladislavella</i> <i>bonnevillensis</i> <i>Ladislavella elrodi</i>	444	3	0,01	135	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
16S	103	<i>Stagnicola</i> sp. <i>Ladislavella</i> <i>bonnevillensis</i> <i>Ladislavella elrodi</i>	447	10	0,02	145	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
16S	100	<i>Helisoma anceps</i>	447	1	0,00	67	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
16S	97	<i>Stagnicola</i> sp. <i>Ladislavella</i> <i>bonnevillensis</i> <i>Ladislavella elrodi</i> <i>Lymnea humilis</i>	565	17	0,03	56	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18
16S	102	<i>Stagnicola</i> sp. <i>Ladislavella</i> <i>bonnevillensis</i> <i>Ladislavella elrodi</i> <i>Lymnea humilis</i>	551	11	0,02	191	2023-10-16	2023-10-16	2023-10-17	2023-10-18

Annexe 9. Mentions de cas de dermatite en 2023 à Magog

Ce tableau regroupe l'ensemble des signalements reçus par la Ville de Magog pendant la période du 22 juin au 14 août 2023.

Date de la baignade	Endroit	Étendue des symptômes	Parties du corps	Temps de baignade	Durée des symptômes
2023-06-22	Plage Ouest	sévère	jambe	15 à 30 minutes	5 jours
2023-06-23	Plage Ouest	sévère	bras, jambe, pied, fesses	30 minutes à 1 heure	15 jours
2023-06-23	Plage Southière	modérée	bras, torse	30 minutes à 1 heure	1 jour
2023-06-25	Plage Ouest	modérée	bras, jambe, pied	1 heure et plus	4 jours
2023-06-25	Plage des Cantons	modérée	bras, jambe, main, ventre	15 à 30 minutes	4 jours
2023-06-25	Plage des Cantons	sévère	bras, jambe, main, pied	30 minutes à 1 heure	5 jours
2023-06-25	Plage des Cantons	modérée	pied	15 minutes et moins	5 jours
2023-06-25	Plage des Cantons	sévère	bras, jambe, main, pied	1 heure et plus	5 jours
2023-06-25	Plage Ouest	sévère	bras, jambe, abdomen	15 à 30 minutes	1 jour
2023-06-26	Plage des Cantons	modérée	dos, bras, jambe	30 minutes à 1 heure	4 jours
2023-06-27	Plage Ouest	sévère	dos, torse	15 à 30 minutes	12 jours
2023-07-01	Plage des Cantons	modérée	jambe, pied	30 minutes à 1 heure	4 jours
2023-07-04	Plage des Cantons	modérée	bras, jambe, pied	30 minutes à 1 heure	2 jours
2023-07-05	Plage des Cantons	modérée	torse, dos, bras, jambe	1 heure et plus	5 jours

Date de la baignade	Endroit	Étendue des symptômes	Parties du corps	Temps de baignade	Durée des symptômes
2023-07-05	Plage des Cantons	modérée	bras, jambe, torse, dos	1 heure et plus	5 jours
2023-07-05	Plage des Cantons	modérée	bras, jambe, torse, dos	1 heure et plus	5 jours
2023-07-05	Plage des Cantons	sévère	jambe	30 minutes à 1 heure	2 jours
2023-07-05	Plage Ouest	modérée	torse, dos, bras, jambe	30 minutes à 1 heure	5 jours
2023-07-09	Plage des Cantons	modérée	bras, jambe, pied	30 minutes à 1 heure	n. d.
2023-07-09	Plage des Cantons	modérée	bras, jambe, pied	15 à 30 minutes	4 jours
2023-07-15	Plage Ouest	modérée	dos, bras, torse	1 heure et plus	2 jours
2023-08-14	Plage des Cantons	modérée	tout le corps	15 à 30 minutes	3 jours

Annexe 10. Photographie de l'inondation mineure à la plage des Cantons

La photographie ci-dessous a été prise le 12 juillet 2023 pour montrer la plage inondée en raison de la hausse du niveau du lac.



Annexe 11. Affiches installées près de la zone de baignade (plage des Cantons)

A11.1. Affiche sur la dermatite du baigneur

L'écriteau du haut renseigne sur un risque d'infection pouvant causer la dermatite du baigneur. L'écriteau du bas fournit quelques mesures préventives à prendre avant, pendant et après la baignade.



A11.2. Affiche sur la réglementation

L'écriteau du bas rappelle l'interdiction de nourrir les oiseaux.



A11.3. Affiche sur la prévention

La pancarte expose quelques mesures préventives faciles à réaliser avant, pendant et après la baignade et fournit un lien QR pour accéder au formulaire de déclaration de maladie de la Ville de Magog.



A11.4. Affiche sur la présence d'une douche

La pancarte du haut signale la présence d'une douche sur les lieux. La pancarte du bas communique des informations générales sur la dermatite du baigneur.



A11.5 Affiche sur l'interdiction de nourrir les oiseaux

L'affiche rappelle l'interdiction de nourrir les oiseaux aquatiques et présente les liens entre une surpopulation d'oiseaux aquatiques et des problèmes de santé publique.



***Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs***

Québec 